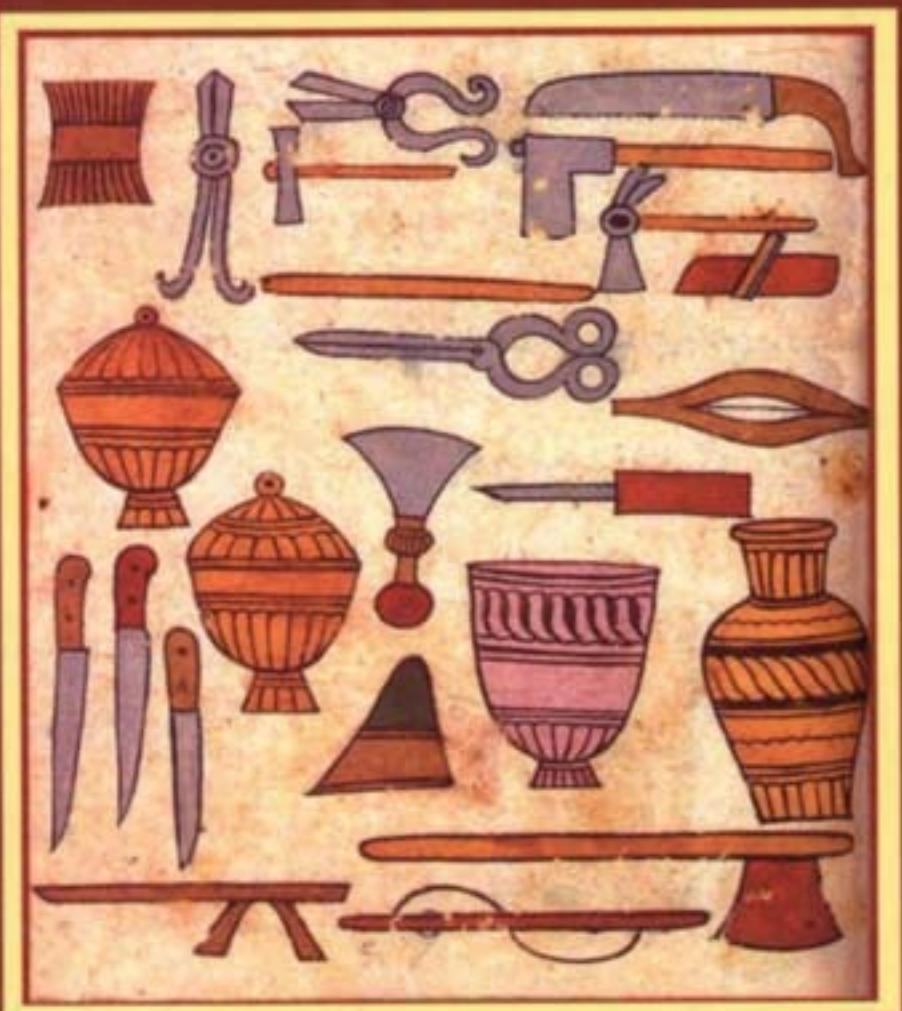


# فنون و منابع در ایران

مقدمه‌ای بر تاریخ تکنولوژی و کاربرد مواد در ایران  
از قرن اول تا سیزدهم هجری

پرویز محبی



ترجمه‌ی آرام قریب  
برای  
انجمن ایرانشناسی فرانسه در ایران



# فنون و منابع در ایران

مقدمه‌ای بر تاریخ تکنولوژی و کاربرد مواد در ایران

از قرن اول تا سیزدهم هجری

نویسنده: پرویز محبی

مترجم: آرام قریب



نشر اختران

محبی، پرویز، ۱۳۴۲ -

فنون و منابع در ایران: مقدمه‌ای بر تاریخ تکنولوژی و کاربرد مواد در ایران از قرن اول تا سیزدهم  
 مجری / نویسنده پرویز محبی / مترجم آرام قریب. - تهران: اختران، ۱۳۸۳.

ISBN 964-7514-41-7 ۳۶۸ ص. مصور، جدول؛ ۱۴/۵ × ۲۱/۵ س. م.

فهرستویسی بر اساس اطلاعات فیا.

کتابنامه: ص. ۳۹۷ - ۴۱۰.

۱. تکنولوژی -- ایران -- تاریخ. ۲. ایران -- صنایع. ۳. منابع طبیعی -- ایران. الف. قریب، آرام. ب. عنوان.

۳۳۸ / ۰۹۵۵

۲۷ / T

م ۸۳ - ۴۸۰۶

کتابخانه ملی ایران



نشر اختران



INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE EN IRAN

ایمن ایران شناسی فرانسه در ایران

## فنون و منابع در ایران مقدمه‌ای بر تاریخ تکنولوژی و کاربرد مواد در ایران از قرن اول تا سیزدهم

نویسنده: پرویز محبی

مترجم: آرام قریب

ویراستار: بهرام معلمی

چاپ اول ۱۳۸۳

شماره نشر ۵۸

شمارگان ۱۶۵۰ نسخه

چاپ فرشیوه -- صحافی فجر قائم

---

تلفاکس: ۰۲۵-۶۴۱۰۳۲۵ - تلفن کتابفروشی: ۰۲۹-۶۴۱۱۴۲۹

<http://www.akhtaranbook.com> E-mail:info@akhtaranbook.com

ISBN 964-7514-41-7

شابک: ۹۶۴-۷۵۱۴-۴۱-۷

## یادداشت مترجم

بیش از هر چیز می‌خواهم سپاس و قدردانی خود را از یاری و همکاری پدیدآورنده این اثر، دوست عزیزم پرویز محبی، ابراز بدارم که با صبر، حوصله و دقت در سرتاسر کار این ترجمه مرا همراهی کرد: به خاطر قبول زحمت بازخوانی فصل‌های ترجمه شده؛ به‌خاطر انتقادها، پیشنهادها و توضیحات ارزشمندش؛ به‌خاطر جستجوی مراجع و نقل قول‌های فارسی متن (که دستیابی به برخی از آن‌ها بدون کمک او بسیار مشکل می‌بود)؛ و به‌ویژه به‌خاطر حضور و پشتگرمی او که بزرگ‌ترین اقبال من در این کار بود.

بدیهی است که ترجمة حاضر بدون این همراهی بی‌دریغ به احتمال زیاد دستخوش خطاهای ناگواری می‌شد، اما این واقعیت به هیچ اندازه از بار مسؤولیت من در لغزش‌ها و سنتی‌هایی که خوانندگان متن فارسی ممکن است به آن برخورد کنند نخواهد کاست.

چند نکته در ارتباط با برگردان اعلام، عناوین و تاریخ‌ها باید مذکور شوند: نام اشخاص را با حروف سایه‌دار درج نموده‌ام و برای رفع ابهام در تلفظ نام‌های خارجی، از اعراب استفاده کرده‌ام. فهرست نام‌های لاتین و ضبط فارسی آن‌ها در این ترجمه را در پیوست جداگانه‌ای به ترتیب الفبایی فارسی آورده‌ام. در نام‌های خاص فرانسوی، مصوت "آباز" (a) را که بین "آ" و "آ" تلفظ می‌شود بنا به عرف به شکل "آ" ضبط کرده‌ام. مانند Bazin که بَزَن تلفظ می‌شود و بازَن ضبط شده است. همچنین مصوت "آ" را (غالباً در بخش‌های میانی و انتهایی کلمات) به شکل "و" ضبط کرده‌ام؛ مانند آبوت، استرابون، السون، لمبتوون و غیر آن.

در متن اصلی پاره‌ای از مراجع به اشتباه ثبت شده بود که به لطف بازبینی نویسنده و با نظر او تصحیح گردید.

برای کتاب‌ها و مراجع غیرفارسی، اصل عنوان را معمولاً در پانوشت و بعضاً در کنار ترجمه و بین پرانتز آورده‌ام.

در محدود مواردی که احساس شده است نیازی به توضیح اضافی وجود دارد، متن توضیح به صورت پانوشتی با ستاره (★) آورده شده؛ توضیحات مترجم با (م) و توضیحات ویراستار با (و) مشخص شده‌اند.

در برخی نقل قول‌ها از متن‌های خارجی، نام‌ها یا واژه‌های فارسی‌ای که به خودی خود نیز برای خواننده ایرانی کاملاً گویاست، همراه با معنی یا توضیح آورده شده بود. این توضیحات را تا حد امکان عیناً ترجمه کردہ‌ام. اما از ترجمة توضیحات تکراری مشابه که در متن اصلی نیز برای خواننده غیرفارسی زبان آمده بود، پرهیز کردہ‌ام.

با توجه به این که تاریخ‌ها در متن اصلی همگی بر حسب گاهشمار شمسی میلادی ثبت شده است، برای تبدیل تاریخ‌های شمسی میلادی (به اختصار میلادی) به هجری قمری (به اختصار هجری) از جدول شماره ۲ از کتاب گاهنامه تطبیقی سه‌هزارساله، اثر دکتر احمد بیرشک (شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، تهران ۱۳۶۷) استفاده کردہ‌ام. با توجه به جدول انطباق ابتدای قرن‌های میلادی و هجری (در زیر) می‌توان با تقریب قابل قبولی فاصله قرن میلادی و قرن هجری را برابر ۶ قرن گرفت. در این جدول سال هجری معادل ابتدای قرن میلادی، سالی فرض شده است که روز اول ژانویه سال اول قرن میلادی در آن واقع است؛ و همچنین سال میلادی معادل ابتدای قرن هجری سالی فرض شده است که روز اول محرم سال اول قرن هجری در آن واقع است.

بنابراین، اولین سال قرن سال  $(1 + n \times 100)$  است.

هجری	میلادی
اول	۶۰۱ ۶۲۲
دوم	۷۰۱ ۷۱۹
سوم	۸۰۱ ۸۱۶
چهارم	۹۰۱ ۹۱۳
پنجم	۱۰۰۱ ۱۰۱۰
ششم	۱۱۰۱ ۱۱۰۷
	۱۲۰۱

## یادداشت مترجم / ۷

هجری	میلادی
هفت	۶۰۱
	۱۲۰۴
	۷۰۰
هشتم	۷۰۱
	۱۳۰۱
نهم	۸۰۱
	۱۳۹۸
	۸۰۳
دهم	۹۰۱
	۱۴۰۱
	۹۰۶
یازدهم	۱۰۰۱
	۱۵۹۲
دوازدهم	۱۱۰۱
	۱۶۰۱
	۱۱۱۲
سیزدهم	۱۲۰۱
	۱۷۰۱
	۱۲۱۵
چهاردهم	۱۳۰۱
	۱۷۸۶
	۱۳۱۸
پانزدهم	۱۴۰۱
	۱۸۰۱
	۱۴۲۱
	۱۸۸۳
	۱۹۰۱
	۱۹۸۰
	۲۰۰۱
	بیست و یکم

بالاخره این که:

- همه قرن‌ها به شکل قرن اول، قرن دوم،... درج شده‌اند
- تاریخ‌های هجری قمری به صورت (تاریخ ه) و تاریخ هجری شمسی به صورت (تاریخ ه) نمایش داده شده‌اند.
- تاریخ‌های میلادی و معادل‌های هجری آن به صورت (تاریخ ام) / (تاریخ ه) نمایش داده شده‌اند. مانند: ۱۰۰۱م/۱۳۹۱ه یا قرن شانزدهم م/دهم ه
- فاصله‌های زمانی به صورت (پایان،-آغاز ام) / (پایان،-آغاز ه) نمایش داده شده‌اند. مانند: ۱۲۲۰-۱۱۹۴م/۶۱۷-۵۹۱ه
- تاریخ‌هایی که بدون ذکر گاهشمار نوشته شده‌اند میلادی هستند.

## ۸ / فنون و منابع در ایران

- با توجه به این که تقویم خورشیدی در ایران در سال ۱۳۰۴ هش رسمیت یافته است، معادل‌های هجری‌ای که برای تاریخ‌های میلادی بعد از ۱۹۲۵ گذاشته‌ام، خورشیدی و قبل از آن قمری است.

### آرام قریب

## فهرست

۱۳	دیباچه
۲۳	پیش‌گفتار
۳۷	پاره نخست: چرخ و مصالح
۴۹	فصل نخست: چرخ و ازابه
۴۰	چرخ در سفرنامه‌ها
۴۸	چرخ در ادبیات فارسی
۵۴	چرخ در مینیاتورهای ایرانی
۵۷	کاربردهای دیگر چرخ
۶۵	فصل دوم: چوب
۶۶	چوب ساخت (صنعتی)
۷۸	چوب سوخت (هیزمی) و درختچه‌ها
۸۴	زغال چوب
۸۷	قیمت‌ها
۹۱	فصل سوم: زغال‌سنگ و نفت
۹۱	زغال‌سنگ
۹۳	نفت
۹۴	منا
۱۰۰	موارد استعمال و تجارت
۱۰۳	مالکیت
۱۰۷	فصل چهارم: سنگ
۱۱۵	فصل پنجم: آب
۱۱۶	قنات‌ها
۱۱۹	توزیع آب
۱۲۳	دولت و کارهای آبی

## ۱۰ / فنون و منابع در ایران

۱۳۱	پاره دوم: ماشین
۱۳۵	لصل ششم: دستگاه‌های بالابری آب
۱۳۷	گاوچاه
۱۴۳	چرخ ایرانی
۱۴۶	ناعوره
۱۵۰	دولاب
۱۵۳	ساقیه
۱۵۵	استفاده از ماشین‌های آبی
۱۵۹	فصل هفتم: آسیاها
۱۶۰	خاستگاه‌ها
۱۷۱	تعداد و توزیع آسیاها
۱۸۷	اقتصاد آسیاب‌ها
۱۹۹	فصل هشتم: کاربردهای دیگر آسیاب
۲۰۶	آسیاب شکر
۲۰۷	تاریخچه
۲۰۹	شکر در جنوب غربی ایران
۲۱۲	شکر در جنوب شرقی ایران
۲۱۴	شکر در شمال ایران
۲۱۷	جمع‌بندی
۲۱۸	آسیای روغن
۲۲۰	کنجد و زیتون
۲۲۷	روغن در غرب ایران
۲۳۱	روغن در شرق ایران
۲۳۳	جمع‌بندی
۲۳۳	سبیتم‌های بادامکی
۲۳۶	آسیاب باروت و ذم مکانیکی
۲۴۰	ذنگ برنج
۲۴۷	آسیاب کاغذ
۲۵۵	خردکننده‌ها

## فهرست / ۱۱

۲۵۹	فصل نهم: ساعت مکانیکی
۲۶۱	ساعت: اساس فنی
۲۷۰	ساعت: وضعیت اولیه
۲۷۵	جمع‌بندی: سیستم فنی ایران
۲۷۵	انسان و ماشین
۲۷۸	زمان و فضا
۲۸۲	سیاست و دانش فنی
۲۹۰	ذهنیت فنی ایرانی
۲۹۷	پیوست: قطعه‌هایی از یک دست‌نوشته فنی
۳۰۲	کلبه‌ها
۳۰۹	کتابنامه
۳۰۹	اختصارات
۳۱۰	منابع فارسی
۳۱۸	منابع خارجی
۳۲۵	نمایه‌ها
۳۲۵	ماشین‌ها، مواد، منابع
۳۴۴	اعلام، سلسله‌ها
۳۵۴	مکان‌ها، اقوام و ملیت‌ها
۳۶۰	مفاهیم
۳۶۵	فهرست نام‌های لاتین



## دیباچه

### نیکی کدی

پرویز محبی، به عنوان مهندس شیمی و نیز در مقام تاریخ‌نگار تعلیم‌یافته‌ای که در زمینه‌ی تاریخ تکنولوژی تحصیلات خود را تکمیل کرده است، کتابی مهم و بدین نوشتہ که تاریخ پیش از اسلام ماشین‌های پایه‌ای و شالوده‌ی مواد خام‌شان را در بر می‌گیرد. بحث او هرچند موجزتر از آن است که ارضانکننده باشد، لیکن پاسخ به پرسش‌هایی درباره‌ی علل اجتماعی و تاریخی عدم نیل تکنولوژی مکانیکی در ایران به سطح توسعه‌ی سایر مناطق و نرسیدن به پیشرفت پیگیر آن‌ها، خاصه در اروپای غربی و در چین، را در بر می‌گیرد.

کتاب به ترتیبی موضوعی سازمان یافته است؛ فصل نخست کتاب مرتبط است به چرخ و کاربردهای مختلف آن، و نیز عناصر عمده‌ی تولید مکانیکی: چوب و ذغال؛ ذغال‌سنگ و روغن، سنگ و آب، از جمله عملیات اصلی آبیاری. نویسنده در مقدمه خاطرنشان می‌کند که قنات و سایر عملیات آبیاری به نحو نسبتاً مطلوبی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، از این‌رو به این عملیات نسبت به مطالعات تخصصی دیگر، توجه کم‌تری می‌کند. در عوض، بر مبنای مأخذهای متنوع، ماشین‌ها و ادوات کم‌تر مطالعه شده را باسیش تر تشریع می‌کند.

فصل دوم کتاب به ماشین‌ها، از جمله ادوات بالاکشیدن آب (مانند چرخ ایرانی) و آسیاب‌ها، از جمله آن‌ها که مخصوص شکر و روغن و برنج و کاغذ‌اند، می‌پردازد. نویسنده فصلی را به ساعت مکانیکی اختصاص داده، هرچند تا دوران‌های مدرن در ایران اشاعه و گسترش نیافت. محبی نخستین کسی است که از تألیف حافظ اصفهانی، مخترعی متعلق به قرن پانزدهم میلادی و عهد تیموریان، به نحو مبسوط بهره برده است. این مخترع، پس از فراگیری جزئیات این اختراع اروپاییان، آن را مجددًا ابداع کرد و نیز به سیزده اختراع دیگر دست زد که معرف اوج خلاقیت مکانیکی ایرانی است. بدینخانه، با وجود کارآمدی و عملی بودن ساخت این اختراعات، هیچ‌یک پس از وی به کار گرفته نشد و نویسنده می‌کوشد در چارچوبی با درونمایه اجتماعی- تاریخی توضیح دهد چرا چنین شد.

در خصوص عدم اشاعه این اختراعات، نویسنده خاطرنشان می‌کند که در اوآخر دوران

ساسانی، شرایط برای اختراع و توسعه‌ی مکاتیکی از دوران‌های بعدی مساعدتر بود. او خاصه به دانشگاه بانفوذ جندی‌شاپور استناد می‌کند که متخصصان و دانشمندان را در یک محل گرد آورد. تیموریان نیز به تشویق و ترغیب اختراع همت‌گماشتند و آن را حمایت می‌کردند؛ لیکن برای تسهیل این کار فاقد چنان مرکزی بودند. وی بر این موضوع نیز تأکید می‌ورزد که در ایران اسلامی انجمن‌های صنفی ضعیف بودند و دولت آن‌ها را هدایت می‌کرد که، به قول وی، مانع می‌شد شهرها مانند اروپا نیرومند و مستقل گردند. مؤلف در جوابِ ضعفِ اصناف می‌توانست تفاوتِ نقش شهرها را در ایران و اروپای قرون وسطی بازگو کند. یعنی، اروپایی که در اثنای اتحاطه‌ی شتابان شهرها در آغاز قرون وسطی و تکوین اقتصادهایی که عمدتاً بر پایه‌ی املاک اربابی استوار بودند، به شهرها این امکان را داد که با حضور کم‌رنگ‌تر اصحابِ قدرت رشد کنند و به نحو فزاینده تحت هدایت طبقات شهری متمایز بورژوازی و کارگران قرار گیرند. برخلاف ایران و خاورمیانه، در اوایل قرون وسطی، و بعد در اوآخر قرن وسطی، شهرها بسی کم‌تر تابع حکومت مرکزی یا مالکان بزرگ بودند یا شدند. تجار و بازارگان اروپایی قادر بودند منافع خود را در جهت ارتقای تولید جا بیندازند. به این ترتیب که در قبال مصادره‌ها و وضع مالیات‌های سنگین دولتی مورد حمایت قرار گیرند – حمایتی که اهالی خاورمیانه از آن محروم ماندند – و در نتیجه بتوانند بدون هراس از آز و نیاز دولت، بالاتر از سطح پیشه‌وری، در صنایع اقدام به سرمایه‌گذاری کنند. نویسنده، دلمشغولی اجتماعی - تاریخی خود را به این‌گونه مسایل بسط نمی‌دهد.

محبی، به عنوان عامل مهم تعویق افکنند پیشرفت تکنولوژیکی، از تسخیر شدن مکرر ایران و تغیرات پی در پی نظام یاد می‌کند. حافظ اصفهانی درست پیش از سلطه‌ی صفویان بر ایران می‌زیست، و صفویان حمایت تیموریان را از علم و تکنولوژی ادامه ندادند. بر همین قیاس، اسطلاب ابوبکر اصفهانی درست در زمان هجوم مغول پاگرفت، و به نظر می‌رسد پس از هجوم سلجوقیان، گاهشمار ابویحان بیرونی به فراموشی سپرده شد. محبی، به عنوان عامل محدودکننده‌ی تکنولوژی، بر اهمیت نظارت و نفوذ دولت، توأم با تغیرات مکرر حکومت، انگشت می‌گذارد.

مؤلف، هرچند در قالب توضیحاتی محدود، خاطرنشان می‌کند که درون سرزمین ایران بزرگ‌تر، تکنولوژی‌های پیشرفته‌تر و موجود وسیعاً اشاعه نیافت؛ مانند تکنولوژی آسیاب کاغذ متعلق به سمرقند، و انواعی از آسیاب‌های بادی و سایر آسیاب‌ها. وی خاطرنشان می‌کند که طرزِ تفکر مسلط، انتشار و استمرارِ دانش فنی جدید را ترغیب نمی‌کرد و اکثر دولت‌های

ایرانی علاقه‌ی چندانی به اختراعات نوین بروز نمی‌دادند. طرز تفکر تکنولوژیکی بر نظامی دست‌ورزانه استوار بود که در آن یک استادکار معلومات خود را به یک یا چند کارآموز منتقل می‌کرد. اگر چه ماشین‌های شناخته شده در بخش‌هایی از ایران می‌توانستند به تولیدی کلان‌تر و تقسیم کاری گسترده‌تر منجر شوند، اما چنین اتفاقی نیفتاد. هنگامی که حافظ اصفهانی از سرمایه‌گذاران دعوت کرد که از ماشین‌هایش در کارگاه‌هایی که با نیروی آب کار می‌کردند استفاده کنند، احتمالی به این کار علاقه نشان نداد؛ شاید به سبب هراس از مصادره. دولت می‌توانست سرمایه‌گذاری کند، ولی علاقه‌ای به این اقدام نداشت و تولیداتِ صنایع دستی اقلامِ تجملی را برتر می‌شمرد.

فصل‌های درخور توجه کتاب که به ماشین‌ها و مواد خام ارتباط دارند، جامع و متقاعد کننده‌اند، هرچند داوری در این مورد که در این مطالب خطاهایی هم راه یافته با خیر، در حوصله‌ی صلاحیت من نیست. اگر چه نمی‌توان انتظار داشت یک کتاب واحد جامع جمیع مطالب باشد، اگر کتابی مشابه تألیف می‌شد و فراگرد تولید منسوجات، کاشی و محصولاتِ تمام‌شده‌ای همانند آن را در بر می‌گرفت، حاصلی عظیم می‌داشت؛ همان‌طور که این کتاب تقریباً به‌طور انحصاری بر ماشین‌ها و فنون تأکید می‌کند.

این کتاب را به تاریخ‌نگاران و اندیشه‌وران علوم اجتماعی که جملگی در غالب اوقات در نوشته‌ها و حین تدریس خود تکنولوژی را به دست فراموشی می‌سپارند (جز، اشاره‌ای گه‌گاهی به قنات به عنوان استنای) قویاً توصیه می‌کنم. لزوم بحثی جدی در این خصوص آشکار است که چگونه و چرا ایران و خاورمیانه در اهلی‌کردن جانوران و گیاهان، و نیز فنون آبیاری پیشگام بودند ولی بعد به مظهر تاریخ تکنولوژی هزارگاهی و پراکنده و بی‌دوم تبدیل شدند، که در پس حرکت شتابان اروپا و چین جا ماندند. حرکت در ایران کنترل از آن بود که به اختراعات تکنولوژیکی غرب پاسخ‌گوید. علت بنیادی که در کتاب درخشنان و اساسی‌جاری دایاموندز (اسلحة، جوانه‌ها و فولاد) به آن پرداخته می‌شود، به انحطاط مستمر زیست-محیطی در هلال خصیب (هلال حاصلخیز)، ایران و مناطق مجاور ربط پیدا می‌کند: جنگل‌ها مداوماً بریده یا سوزانده شدند و به علت باران اندک، رویش مجدد میسر نشد و به فرسایش زمین انجامید. افزون بر این، آبیاری زمین‌های کشاورزی در محیطی خشک، زمین را به سوره‌زار تبدیل کرد. این زیست‌بوم متزلزل و احیانشده، به انحطاط کشاورزی و حیات شهری که در نهایت به کشاورزی تکیه داشت، انجامید.

محبی ابزاری اساسی برای پیشبرد بحث درباره‌ی برخی از این مسائل را مهیا کرده است؛

همچنان که بر مبنای یک قرائت گسترده و درک از ماشین‌آلات و تاریخ بنیادی تکنولوژی، مقادیر معتبره اطلاعات به دست داده است. از یکسو، باید مؤلف راستایش کرد که از هرگونه مذاهی میهن‌پرستانه و مذهبی پرهیز کرده و، از دگرسو، با وجود دیدن اهمیت عوامل فرهنگی، از این که رکود نسبی تکنولوژیکی ایران در اوآخر دوران ماقبل مدرن را به اسلام یا به خصال ملی ایرانی نسبت دهد، دوری جسته است. در عوض، اگرچه زیاده موجز، به سیاست و جامعه و رفتارهای فرهنگی‌ای نگریسته که پدیدآورده‌ی آن عوامل‌اند. سایر متخصصان می‌توانند برای پیشبرد تحلیل خود در این حوزه، از اثر وی سود جویند.

Nikki Keddie, UCLA, *Iranian Studies*, Vol 31, No 2, Spring 1998, pp. 304-306

## آنالیز فیلیپ برانستین

از جمله نخستین شایستگی‌های این اثر یگانه بودن آن به عنوان کتابی است که یکی از جنبه‌های معارف را [در ایران] مشخص می‌کند: تاریخ فنون در ایران هرگز در زمانِ تاریخی جمع‌بندی نشده بود، که چهل تکه‌ای از اطلاعات در آن حوزه را نقد، مقابله و عرضه، و قطعه قطعه از نو ترکیب‌اش کند.

در اینجا، مراد ایرانی است در فاصله‌ی زمانی فروپاشی ساسانیان تا روزگارِ مدرن، و در حکم فضایی فرهنگی تعریف می‌شود که بزرگ‌ترین گستره‌ی آن از خلیج فارس تا آسیای مرکزی دامن می‌کشد. نخستین اظهارنظری که در خصوص نتایج این کاوش می‌توان ابراز کرد از این قرار است که در چارچوب «ماشینیسم اولیه»، یعنی، طبق تعریف معمور، مرحله‌ی آغازه - فنی، نیروی هویت‌های وجودی منطقه‌ای از سازمان متراکم قدرت توانمندتر باقی مانده بود. این نیرو عبارت است از «رخوت فنی» که پرویز محبی صفحاتِ مربوط به نتیجه‌گیری کتاب خود را به آن اختصاص می‌دهد. درواقع، نوآوری‌های تحقیق‌یافته در بخش‌های مختلف این «ماشینیسم اولیه»، در مناطق پیدایشِ خود محصور باقی ماند، گویی پویندگی درونی رشته‌هایی همچون دنگِ برنج و کارگاه تولید شکر و کاغذسازی با مانعی برخورد کرد که نویسنده آن را «زمان رخوت‌زده» می‌نامد.

اندیشه‌ی کلی نویسنده پیرامون عدم تحرکی در طول چند قرن، برای بی‌تفاوتوی نسبت به تصور پیشرفت در یک «جامعه‌ی استبدادی» نقشی تعیین‌کننده قایل می‌شود؛ جامعه‌ای که برگزیدگانش قدرت خود را از طریق برداشت از درآمدهای ارضی تأمین می‌کنند. اما این موضوع نیز محقق است که قید و بندهای اقلیمی، دشواری‌های طبیعی ارتباطاتِ زمینی و تعلقِ نواحی پهناور ایران به شیوه‌های زندگی ستاً مجزا - شرق مدیترانه‌ای، ماوراءالنهر، هند غربی - در این امر سهیم بودند که شرایط به کارگیری منابع نیروزای محدود (مثلًا، کمبود چوب در تمام منطقه، جز ناحیه‌ی خزر) و مهارت‌های آزموده، همچون دستاوردهای قطعی و نهایی حفظ شوند.

هنگامی که از تجهیزات پایه‌ای در جوامع روستایی به نخستین نشانه‌های یک تحول در

زمینه‌های مکانیکی در محاذل نزدیک به دریار، مانند ساعت با دایره‌ی تعدل، گذر می‌کنیم، آن‌گاه است که با شکست فنی مهندسان متزوی مواجه می‌شویم. این شکست به همان میزان افشاگر است که توفیقِ مغرب زمین در همین زمینه و در خصوص شرایط اجتماعی و سیاسی نوآوری.

در پایان قرن پانزدهم میلادی، حافظ اصفهانی از جانبِ حاکم مأمور می‌شود تا به یک ساعت مکانیکی، احتمالاً از روی یک مدل ایتالیایی، صورت تحقق بخشد. به گواهی رساله‌ای که وی تدوین و به تصاویر مزین کرده، نه فقط موفق می‌شود، بلکه، به علاوه، این مهندس نامبردار از میان چهارده اختراع، سه اختراع را به نمایش می‌گذارد که بر پایه‌ی کاربرد نیروی آب استوار است و او خود آن‌ها را راهاندازی و به کار گرفته است. وی از مخاطبان خویش دعوت می‌کند روی طرح‌هایی سرمایه گذاری کنند، آن‌هم بر بنای محاسبه‌ی بهره‌دهی آسیاب روغنی که خود طراحی کرده بود. وی روی مفهوم تداوم تولید تأکید می‌ورزد که عموماً در جوامع ماقبل صنعتی غایب است (به نوشته‌ی او: آب مانند یک مأمور خسته نمی‌شود). با این حال، در حوزه‌ی فنی و صنعتی ایران، هیچ‌یک از ماشین‌های راهاندازی شده اثری از خود بر جای نگذاشته‌اند. این معاصر لثوناردو داوینچی را که از حمایت تلویحی مجامع دریاری برخوردار بود، هرگز درک نکردند. نه فقط مقیاس زمان و با خبر شدن «از وقت» در منطقه‌ای روستایی، که در آن توزیع آب به‌وسیله‌ی پنگان انجام می‌شود، الزاماً نیست، بلکه قدرت مرکزی فقط در صورتی به ماشین‌ها و تولیدات صنعتی بذل توجه می‌کند که مشتمل باشند بر اشیای تجملی وارداتی، یا آن‌ها که متخصصان بیگانه به ساخت و تعمیر تک‌تک‌شان پرداخته‌اند.

این کتاب حول ساعت به پایان می‌رسد که خود مظہر امتناع از نوبیدهای بی‌سود است. کتاب با فصلی گیرا دریاره‌ی چرخ آغاز می‌شود که فقط نقشی محلی و موضعی در حمل و نقل ایفا می‌کرد؛ چه، تا قرن نوزدهم، در محورهای اصلی امپراتوری فقط کاروان‌ها آمد و شد می‌کردند. در میان این دو یادکرد که خواننده‌ی غربی را حیران می‌کند، کتاب حاوی فصل‌هایی عالمانه است که بر بحث آب و مصالح (چوب، ذغال سنگ، نفت) و ماشین‌ها متمرکز شده است. دریاره‌ی انواع آسیاب آرد و دستگاه روغن‌کشی، شیوه‌های خرد کردن نیشکر و استحصال شکر، همچنین دریاره‌ی سیستم قوزک‌دار که از قرن یازدهم به این سو خردکننده‌های مواد معدنی را به کار می‌انداخت، ولی هیچ‌گاه با دباغی و لگذکوب کردن خمیر کاغذ انطباق داده نشد. دریاره‌ی گروه متخصصان آب یا «معدنچیان آب»، قنات‌ها، نیز، محبی

مصالحی بسیار غنی و بعضاً بدیع به دست می‌دهد که همواره با بصیرت گردآوری شده و اطلاعات و مطالبی مبسوط در اختیار برخورداری مقایسه‌ای قرار می‌دهد که تاریخ عمومی فنون بسیار به آن نیازمند است ولی اغلب بر روی اروپا منمرکز شده است.

Philippe Braunstein, *Annales, Historie des techniques*, N. 4-5, juillet-octobre 1998. P. p.

947-948



## پیش‌گفتار

تدوین تاریخ فنون در ایران شاید به نظر بسیاری اقدامی باورنکردنی بیاید: در واقع نیز تا به امروز هرگز از حافظه فنی ایران بهره‌برداری نشده و تاریخ‌دان فنون ناچار است قدم‌های خود را به اتکای مجموعه پرشماری از فرضیه‌ها بردارد. م.بلوک، در مقاله‌ای درباره آسیاب، چنین اظهار نظر می‌کند: این فرضیه‌ها "اگر چه کاملاً به حدس و گمان متکی‌اند، اما در حرفه تاریخ‌دان «جزا»‌هایی وجود دارد که هم موجب جذایت این حرفه می‌شود و هم از جمله بلایای آن به شمار می‌آید؛ این فرضیه‌ها موقتاً هم که شده برای پاسخ دادن به یکی از این چراها مناسب‌اند." (Bloch, p.541).

آیا معنای این حرف آن است که ما به حدس و گمان اکتفا خواهیم کرد؟  
قطعاً خیر. کار تاریخ‌دان این است که حافظه‌ای مرده را احیاء کند و اجزای آن را، از میان اسنادی که هنوز استخراج نشده یا مناطقی که هنوز کاوش نشده‌اند بیرون بیاورد و در متن مکان و/یا زمانی که به آن تعلق داشته‌اند قرار دهد. تاریخ‌دان فنون، به نوبه خود، تلاش می‌کند تا از طریق وقایع‌نگاری و توصیف فنون مختلف به تعریف سیستم فنی دست یابد.

چنان که می‌دانیم، هر سیستم فنی حول محوری تبلور می‌یابد که رابطه متقابل مصالح و انرژی آن را شکل داده است. وقتی می‌خواهیم تاریخ یکی از اجزای این رابطه را به رشته تحریر درآوریم، جزء دیگر باید مکمل آن باشد، و گرنه وقایع‌نگاری بر تاریخ غلبه می‌کند. به این ترتیب، تاریخ انرژی مکمل خود را در تاریخ مصالح می‌یابد و همانا این ترکیب تاریخی است که می‌تواند به تعریفی از سیستم فنی انجامد.

\*\*\*

از چنین منظری است که تاریخ ماشین‌های نخستین، از قرن هفتم م/یکم ه تا نوزدهم م/سیزدهم ه، را بررسی خواهیم کرد؛ ضمن آن که جنبه اجتماعی قضایا را نیز از قلم نخواهیم انداخت: تاریخ فنون، که تاریخ ماشین‌ها را نیز شامل می‌شود، پیش

از هر چیز تاریخ انسان‌هایی است که مصالح و انرژی را به کار می‌گیرند. بخش نخست این مطالعه، به مصالح لازم برای تولید نیروی محرکه می‌پردازد؛ اعم از مصالحی که، مانند آب، خود مولد نیروی محرکه هستند یا آن‌ها که، چون چوب یا سنگ، برای ساختن ماشین‌های نیازمند نیروی محرکه به کار گرفته می‌شوند. مشاهده کمبود چوب ساخت (*bois de construction*)، بحث را به کمبود چوب سوخت (*bois de chauffage*) می‌کشاند و نهایتاً، برای تکمیل این سلسله بررسی‌ها، موضوع سوخت-ذغال‌سنگ یا نفت-را مطالعه خواهیم کرد.

بخش دوم، به مطالعه ماشین‌هایی اختصاص یافته که از این مصالح استفاده یا آن‌ها را تبدیل می‌کنند: چرخاب‌ها، آسیاها و خردکننده‌ها، زمان‌سنج‌ها (غیر از ساعت مکانیکی) نیز در حیطه همین ادوات قرار می‌گیرند.

در بخش سوم، به عنوان نتیجه‌گیری، مسائل انتقال دانش فنی را مطالعه خواهیم کرد و از آن رهگذر خواهیم توانست نقش دولت را در این انتقال تعریف و خطوط کلی ذهنیت ایرانی در خصوص فنون را ترسیم کنیم.

در حوزه فنون ایران، جای دو چیز خالی است: چرخ و ساعت مکانیکی. بخش اول اثر حاضر به چرخ اختصاص دارد. می‌توان گفت که چرخ، با تسهیل حمل و نقل به تغییر مناسبات انرژی و مصالح می‌انجامد. ساعت مکانیکی، به قول مامفورد، "ماشین کلیدی عصر صنعتی جدید..." و نخستین ماشین فن جدید است: به کمک آن می‌توان مقدار انرژی را به دقت اندازه گرفت (و در نتیجه آن را استاندارد کرد)، می‌توان انجام عملیات را به صورت خودکار در آورد و در نهایت می‌توان به فراورده اصلی آن، یعنی زمان دقیق دست یافت" (Mumford, pp.23-24). ساعت مکانیکی، موضوع فصل پایانی بخش دوم خواهد بود. نبود ساعت موجب می‌شود که تاریخ ماشین‌ها در ایران، که موضوع بخش دوم است، به تاریخ ماشین‌های نخستین محدود بماند.

\*\*\*

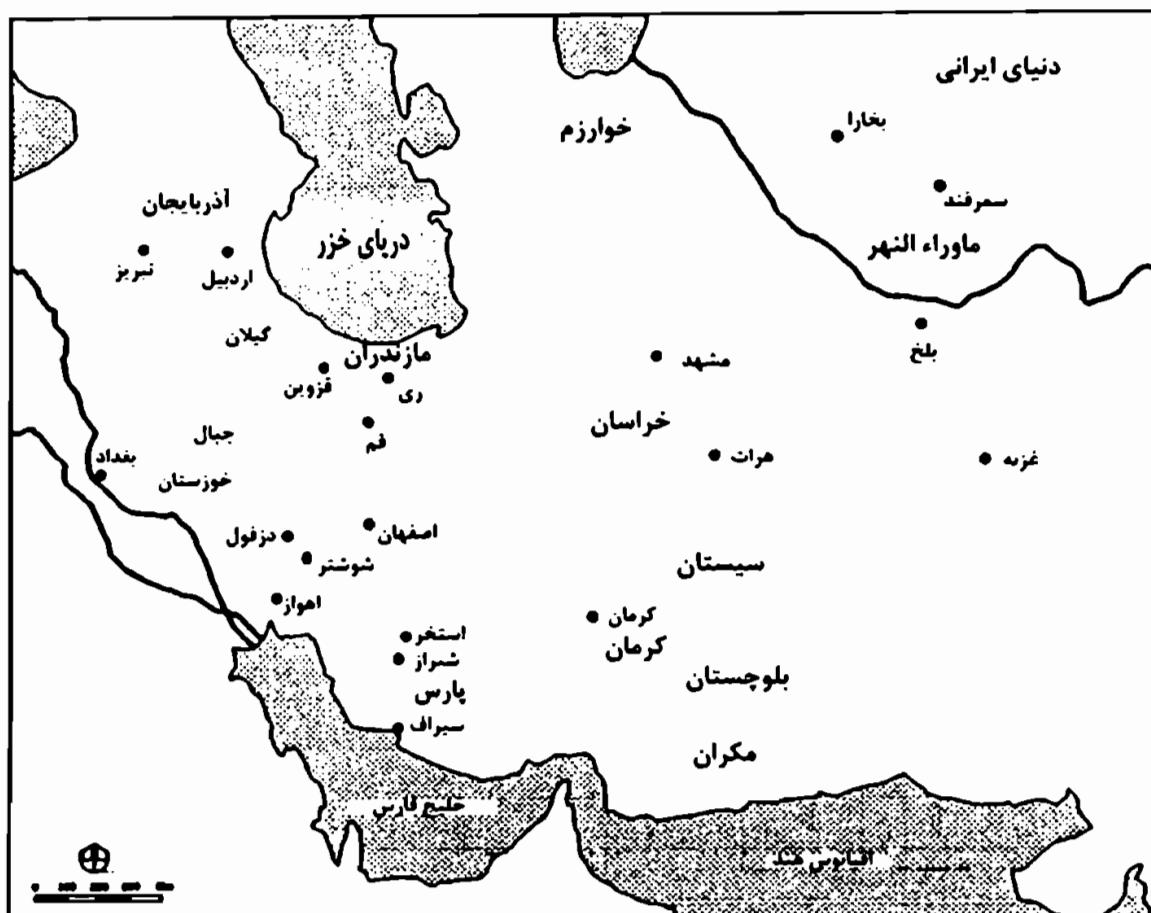
در همین آغاز کار و برای پرهیز از هرگونه سوءتفاهمی، لازم است چارچوب زمانی-مکانی بررسی خود را به دقت مشخص کنیم.

ایران فضای جغرافیایی مرکبی است و در بخش‌های مختلف آن همیشه فنون یکسان و مشابهی را نمی‌توان یافت. در جریان این مطالعه، مرزهای فنی را روی نقشه مشخص خواهیم کرد. با این حال، به واسطه برخی ویژگی‌های کلی که فراتر از این منطقه‌بندی‌ها به چشم می‌خورد، بی‌تردید می‌توان سیستم فنی مشترکی را برای کل

این فضای جغرافیای شناسایی کرد. اما، باید از تعمیم مفهوم سیستم فنی ایرانی (چنان که در این بررسی به آن دست خواهیم یافت) به مجموعه‌ای ایدئولوژیک (که جهان اسلام را تشکیل می‌دهد) پرهیز کرد. البته، به خصوص در زمینه تاریخ علوم و فنون، تلقی این مجموعه به مثابه موجودیتی یکدست، بی‌آن که میان کار یک متخصص در شرق یا متخصصی در غرب دنیای اسلام تمیزی قائل شوند، بسیار رایج است. در نتیجه، آن کار به عنوان دستاوردهای فنی این مجموعه در تمامیت خود در نظر گرفته می‌شود. پیش از تعمیم مفاهیم، می‌باید هر مورد خاص را بررسی کرد، زیرا حتی در درون یک مجموعه فرهنگی مانند ایران نیز فنونی یافت می‌شوند که در یک منطقه شناخته شده و در منطقه دیگر غایب‌اند.

تاکید بر این نکته را لازم می‌دانیم که منظور ما از ایران یا دنیای ایرانی، یک منطقه فرهنگی است که، چنان که فرای تصریح می‌کند، فراتر از مرزهای ایران امروزی، افغانستان، ماوراءالنهر و ماوراءقفقاز را نیز شامل می‌شود (Frye, p.241). در واقع، تا پیش از به قدرت رسیدن صفویان در قرن شانزدهم / دهم ه، ایران به عنوان موجودیت سیاسی واحدی که توسط ایرانیان هدایت شود، وجود نداشت. ارتباط بین فضاهای جغرافیایی مختلف تنها به واسطه یک فرهنگ مشترک ایرانی و آمیخته به اسلام میسر می‌شد (نقشه شماره ۱).

## ۲۶ / فنون و منابع در ایران



نقشه شماره ۱ - دنیای ایرانی؛ ایران، افغانستان، آسیای میانه جنوبی، قفقاز

از نظر زمانی می‌توان ساعت مکانیکی را، که پیش از این نیز به نبود آن اشاره کردیم، برای تعریف حد بالای سده‌های میانی در ایران ملاک قرار داد. هرچند در این بررسی از عبارت "سدۀ‌های میانی" همان دریافت غربی آن را افاده خواهیم کرد، اما سده‌های میانی در ایران با قرون وسطی در غرب مقارن نیست. البته، در پایان قرن پانزدهم م/نهم هدر ایران، ساعتی مکانیکی بر اساس الگویی غربی ساخته شد، اما این امر تعریف ما از سده‌های میانی را تغییر نمی‌دهد، زیرا ساخت این ساعت مکانیکی رخدادی حاشیه‌ای باقی ماند و در سیستم فنی ایران جای نیافتاد. در حقیقت ایران از نظر فنی، از سقوط امپراتوری ساسانی در قرن هفتم م/یکم هتا ورود فناوری نو در پایان قرن نوزدهم م/سیزدهم ه، قرون وسطایی باقی ماند. در این زمینه، می‌توان مشاهده کرد که دستگاه خلافت هنگامی که از شکوفایی اقتصادی خود اطمینان حاصل کرد، به طور جدی به استفاده از فنونی همت گماشت که ساسانیان برای فاتحان عرب به ارث گذاشته بودند. در دوران استیلای قبایل ترک، مغول و ترکمن، همان ماشین‌ها،

گاه با تغییراتی، به کار گرفته می‌شدند. در اغلب موارد، نوآوری‌ها رخدادهایی گذرا در متن نظام ساخت‌یافته‌ای بودند که تداوم کار کرد آن به واسطه پیروزی‌های این قبایل و جنگ و سیزهای درونی دستخوش انقطاع می‌شد.

برای پذیرفته شدن در این ساختار بیشترین اقبال نوآوری‌های فنی هنگامی بود که در حد ابداعات پیشه‌ورانه باقی می‌ماندند، در حالی که حاصل کار مهندسان پذیرفته نمی‌شدند. گواه این مدعای حافظ اصفهانی، ملقب به مخترع، است. او مهندسی بود که نخستین ساعت مکانیکی را در ایران ساخت و نویسنده یکی از نادرترین رسالات فنی درباره ماشین‌ها به زبان فارسی است. ما در سراسر این بررسی از اثر او استفاده خواهیم کرد.

طرد نوآوری‌های فنی به کارهای اجرایی در محیط فنی ایران محدود نمی‌شد، واردات فناوری هم با همین واکنش محیطی رو به رو می‌شد، و این پدیده‌ای است که تا همین اواخر قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه قابل رویت است. بر خلاف تصور ساده‌انگارانه‌ای که عقب‌ماندگی فنی امروز ایران را ناشی از ورود گسترده فناوری غربی می‌داند، مشاهده می‌کنیم که حتی پیش از آن که تفوق فنی غرب تحقق یابد، ایران هیچگاه قادر به ترک ساختار فنی هزارساله خود نبوده است. ظهور و ادغام فناوری غربی در ایران ناشی از امور سیاسی بود، همانطور که پیش از آن نیز سیاست بود که مانع توسعه فنی می‌شد.

\*\*\*

حال باید به مرور انتقادی اسناد مرجع پردازیم. اسناد مرجع در این بررسی را متن‌ها، شمایل‌نگاری‌ها و نتایج کاوش‌های باستان‌شناسی تشکیل می‌دهند. بخش مهم‌تر منابع تاریخی ما را متن‌ها تشکیل می‌دهد؛ هر چند متونی که مستقیماً به تاریخ ماشین‌ها مربوط باشد، بسیار نادرند. تنها متن از این نوع، چنان که پیش از این نیز اشاره کردیم، رساله حافظ اصفهانی است که در آغاز قرن شانزدهم م/ دهم ه تحریر شده است و ما به آن فراوان رجوع خواهیم کرد. حافظ اصفهانی چهارده دستگاه اختراع کرد، اما در رساله خود فقط به شرح سه مورد آن‌ها پرداخته است: یک ساعت مکانیکی که از روی الگویی غربی ساخته شده است؛ یک آسیای آبی روغن‌کشی که در فصل مربوط به روغن بعضاً به تشریح آن خواهیم پرداخت؛ و یک آسیای آبی خاص. توضیحات مربوط به دیگر دستگاه‌ها یا مفقود شده‌اند و یا آفریننده اثر هرگز به آن‌ها نپرداخته است. اما در مقدمه اثر نام این اختراعات و گاه تاریخ ساخت آن‌ها

آمده است. از آن جمله می‌توان از ماشینی برای پرداخت کاغذ، ساخت سال ۱۵۰۶ هـ؛ ماشین حلنجی آبی؛ یک دستگاه مکانیکی برای ساخت جوهر با کیفیت برتر؛ چرخی برای بالا کشیدن آب از چاه توسط سطلى که هنگام رسیدن به دهانه چاه خود به خود آب را خالی می‌کند؛ یک قفل ایمنی برای خانه، طراحی شده در سال ۱۴۸۳ هـ؛ یک دزدگیر که دزد را تا هنگام رسیدن صاحب خانه به دام می‌اندازد؛ و سرانجام، دو دستگاه اندازه‌گیری زمان و تاریخ و چند دستگاه غیرمکانیکی دیگر (حافظ اصفهانی، صص ۷-۸). هیچ‌یک از این اختراعات بی‌گیری نشدند و شتابان در بوتة فراموشی فرو افتادند.

مطالعه رساله حافظ اصفهانی، که تا امروز جای آن در پژوهش‌های تاریخ فنون خالی بوده است، این امکان را برای ما فراهم می‌آورد که بتوانیم علل آن "خشکی مفاصلی" که درست در پایان قرن پانزدهم م/نهم هاندام فنون را در ایران از حرکت انداخته بود، تحلیل کنیم. گذشته از این رساله، دستنوشته بی‌نامی نیز وجود دارد که در قرن شانزدهم م/دهم ه نسخه‌برداری شده و به شماره ۷۲۷ در فهرست بلوشه در کتابخانه ملی پاریس به ثبت رسیده و به شرح مختصری از چند فن دستی پرداخته است. با این که این نوشه از دقت و جزئیات فنی برخوردار نیست، اما کمیبد پردازه این گونه اسناد ما را واداشت که ترجمه بخشی از آن را که به این تحقیق مربوط می‌شود، در پیوست بیاوریم.

\*\*\*

درباره حفر قنات و روش‌های آبیاری چند منبع مستقیم در دسترس است. کتاب استخراج آب‌های زیرزمینی که در سال ۱۰۱۷ هـ/۱۴۰۸ م است کرجی نگارش یافته و مظاهری آن را تحت عنوان *La civilisation des eaux cachées* به فرانسه ترجمه و حاشیه‌نویسی کرده است، منبعی ضروری برای پژوهش درباره قنات است (گوبلو کتاب خود به نام *Canalets*-*Les Qanâts*- را درست پیش از انتشار این کتاب به زبان فرانسه، به پایان رساند). درباره توزیع آب، شرحی به قلم ابونصر هروی در قرن شانزدهم م/دهم ه طومار دستنوشته‌ای از همان قرن به ترجمه لمبتون موجود است. در نبود منابع مستقیم، تنها راه برای گردآوری اطلاعات، توصل به منابع غیرمستقیم است که خوبشخانه بسیار متنوع‌اند: داستان‌ها و شرح وقایع اتفاقیه محلی و/یا عمومی، توصیف جغرافیای محلی، وقف‌نامه‌ها، اشعار و لغتنامه‌های سده‌های میانی، سفرنامه‌ها و غیر آن.

منابع غیرمستقیمی که از سده‌های میانی و به زبان فارسی بر جای مانده‌اند، حاوی اطلاعاتی جزئی اما ارزشمندند. در آثار فردوسی (شاعر)، جرجانی (پژشک)، نَرَشْخَنِی (تاریخ‌نگار) و فضل‌الله همدانی (سیاستمدار) توضیحاتی درباره وسائل نقلیه چرخ‌دار در فاصله قرن‌های نهم م/سوم ه و چهاردهم م/هشتم ه یافت می‌شود که بعدها نیز به همان شکل در ادبیات صفوی و بعد از صفوی (مُنشی) به چشم می‌خورند. یعنی، هر کس و در هر رشته‌ای قصد تحریر تاریخ ایران را داشته باشد ناگزیر است به مجموعه مکتوب ادبیات دوران میانی ایران رجوع کند. اما آن‌ها که برای ارائه تحلیلی از فنونی چند در ایران سده‌های میانی تلاش کرده‌اند، غالباً به این گونه مراجع التفاتی نداشته‌اند. یکی از هدف‌های بررسی حاضر همین است که داده‌ها و تحلیل‌های جدیدی در اختیار تاریخ‌نگار فنون قرار دهد.

سفرنامه‌ها را می‌توان در دو گروه مستقل طبقه‌بندی کرد: سفرنامه‌هایی که به عربی نوشته شده‌اند<sup>۱</sup> و سفرنامه‌هایی که اروپاییان نوشته‌اند. گروه اول دوره تاریخی پانصدساله‌ای، از قرن نهم م/سوم ه تا قرن چهاردهم م/هشتم ه، و گروه دوم از قرن پانزدهم م/نهم ه تا قرن بیستم م/چهاردهم هرا در بر می‌گیرد.

سفرنامه‌های گروه اول حاوی اطلاعات محدودی‌اند و جز مواردی نادر، درباره جزئیات ماشین‌های مربوط به سده‌های میانی اطلاعاتی به دست نمی‌دهند. برای نمونه، درباره استفاده از چرخ نمی‌توانیم از مکتوبات جغرافیایی عربی چیزی به دست آوریم؛ حال آن که درباره کاربرد و پراکندگی آسیاهای، تأسیسات و چرخاب‌ها، بهره‌برداری‌های معدنی و منابع چوب حاوی اطلاعاتی هستند. نکته شایان ذکر این که گزارش‌های این جغرافی دان‌ها از برخی جهات چنان به هم شبیه‌اند که می‌توان فرض کرد منشأ مشترکی داشته‌اند. با بررسی بیش‌تر معلوم می‌شود که در عصر سامانی (۹۹۹-۳۹۰ ه/۲۷۹-۴۷۹ م) فردی به نام جیهانی اثری حاوی اطلاعات جغرافیای دنیا را در چند مجلد گردآوری کرده است. به زعم مقدسی، نسخه‌هایی از این مجموعه در کتابخانه‌های شیراز و نیشابور موجود بوده و احتمال می‌رود که جغرافی دان‌های عرب از این اثر که در کتابخانه‌های ایرانی در دسترس بوده است، الهام گرفته باشند. در این

۱ این سفرنامه‌ها همگی به قلم نویسنده‌های عرب نیست. ابن خردابه، ابن رست، ابن فقيه همدانی و مانند ایشان ایرانیانی هستند که به زبان عربی نوشته‌اند.

صورت، آن‌ها در حقیقت برای مدتی مديدة به تکرار داده‌هایی پرداخته‌اند که شاید تنها در زمان جیهانی اعتباری داشته است.

سفرنامه‌های اروپاییان، به آن جهت که از نحوه کار برخی دستگاه‌های آن دوره خبر می‌دهند، گاه دقیق‌ترند. مثلاً، شاردن فنون و صنایع ایران در دوره صفوی را به بهترین وجهی برای ما تشریع می‌کند. سفرنامه ر. دومان نیز که منبعی لازم برای بررسی تاریخ فنون در ایران قرن هفدهم م/ یازدهم ه محسوب می‌شود (هر چند که ایرانی‌ها به دلیل انتقادات عدیده‌ای که در این سفرنامه مندرج است، التفات چندانی به آن ندارند)، از این دست است. آشنایی او با فنون رایج در فرانسه عصر خود به ما امکان می‌دهد تا میان برخی فنون ایرانی و فرانسوی مقایسه‌ای به عمل آوریم. با این حال، از این گونه متن‌ها باید با احتیاط بهره گرفت. چون در مواردی جهانگرد اروپایی آن چه را در نقطه‌ای از مسیر خود مشاهده کرده است، به سرتاسر سرزمین ایران تعمیم داده است: برای نمونه، شاردن تأیید کرده است که در ایران آسیای بادی و هیچ نوع وسیله نقلیه چرخدار وجود ندارد؛ این هر دو حکم نادرست‌اند. همین نقیصه را در نوشته‌های سایر جهانگردان (الثاریوس، پیترو دلا واله، موریه و دیگران نیز مشاهده می‌کنیم).

توضیحات دقیق‌تری درباره ماشین‌های سده‌های میانی را در آثار غربی‌هایی که از پایان قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه به بعد به ایران سفر کرده‌اند، می‌توان یافت. این‌ها افرادی بودند که نه به عنوان مسافر معمولی بلکه به عنوان محقق از ایران دیدار کردند. از آن میان، تکنگارهای رایینو و لاфон درباره دنگ‌های برنج کوبی و کارگاه‌های تولید شکر، گزارش اُلمر از مأموریت علمی خود در ایران، و یادداشت گرات وان روگن درباره کارهای هیدرولیکی قدیم که در شوشتان انجام شده بود، از جمله بهترین منابع فنی‌ای به شمار می‌آیند که در پایان قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه و آغاز قرن بیستم م/ چهاردهم ه به رشته تحریر درآمده‌اند. اوج این گونه تحقیقات قوم‌شناختی، کتاب وولف است که اکنون اثری کلاسیک در این زمینه محسوب می‌شود.

سرانجام، باید از تحقیق‌های معاصری یاد کرد که بر اساس متن‌های قدیمی و انواع دیگری از منابع انجام شده‌اند. با دقت در طبقه‌بندی موضوعی این تحقیقات، مشاهده می‌کنیم که قنات‌ها و امر آبیاری در ایران موضوع توجه خاص محققان بوده است. کافی است به کتابنامه بسیار غنی گوبلو، در کتاب قنات‌ها (Les Qanâts)، نگاهی اندازیم تا تصوری از حجم کارهایی که به این آبروهای زیرزمینی و آبیاری

اختصاص یافته است، به دست آوریم. اثری که در سال‌های اخیر از عبدالکریم بهنیا، در تهران به چاپ رسیده است، حاوی اطلاعات بیشتری درباره احداث قنات‌ها، قنات‌های دولتی و مانند آن است. با این حال، توضیحات مظاهری در مقدمه و پاداشت‌هایی که بر کتاب کرجی نوشته است، کماکان منحصر به فرد است: مظاهری به موضوعات بسیاری در ارتباط با احداث قنات‌ها، از محاسبات ریاضی گرفته تا اندازه‌گیری زمان، پرداخته است.

آبیاری نیز توجه پژوهشگران را به خود جلب کرده است: لمبتوں و پتروفسکی (که کابش از روسی به فارسی ترجمه شده است) در آثار خود به موضوع آبیاری پرداخته‌اند. در ایران نیز تحقیقاتی به این موضوع اختصاص یافته‌اند. آثار صفوی نژاد که در ظرف چهل سال اخیر در تهران به چاپ رسیده‌اند، حاوی اطلاعاتی درباره روش‌های آبیاری مورد استفاده در روستاهای مختلف ایران است. البته این پژوهش‌ها به موضوع آب به عنوان نیروی محركه نپرداخته‌اند.

در خصوص چوب، تنها یک مقاله از پلاتول در دست است که به بررسی علت‌های کمیابی چوب در ایران پرداخته است (Planhol. 1969a). تحقیقات لمبار در این زمینه به حوزه مدیترانه محدود می‌شود و جز در موارد نادری به ایران اشاره‌ای نمی‌کند (Lombard. 1959). موضوع دیگری که در حیطه تحقیقات بین‌المللی درباره ایران از آن اثری نیست، مبحث سنگ در ایران سده‌های میانی است.

تحقیقات درباره ماشین‌ها وضع بهتری ندارد. در آغاز قرن بیستم / چهاردهم ه، درباره فنون به طور کلی و درباره ماشین‌ها به طور اخص، مقالات متعددی در ایران و دیگر کشورهای اسلامی توسط ویلمان منتشر شده است. با همه اینها، کاوش‌های او در دستنوشته‌های عربی گاه منجر به از قلم انداختن برخی مرجع‌ها شده‌اند. او، در مقاله‌ای با عنوان *Zur Mechanik und Technik bei den Araben*، به حاشیه‌نویسی قسمتی از کتاب کاتب خوارزمی (قرن دهم م / چهارم ه) می‌پردازد که درباره ماشین‌ها و چرخاب‌ها در ایران نوشته شده است. تنها کارهای دیگری که در زمینه چرخاب‌ها در ایران انجام گرفته، مقاله‌ای از لاوفر و توضیح کوتاهی از کوماراسوامی است. باقی نوشته‌ها یا از منظری کلی به موضوع پرداخته‌اند (شیولر)، یا یک کشور خاص مد نظرشان بوده است؛ مانند نیدهام که به چین و گلن که به مرآکش پرداخته است.

ولف آسیاهرا در ایران معاصر بررسی کرده و تصویرهایی از آن ارائه داده است. اخیراً نیز بلوکباشی مطالعاتی در این زمینه را در قالب مقاله‌ای به چاپ رسانده است.

اما کتابی که مهم‌ترین اطلاعات تاریخی را درباره آسیاهای گردآورده است، اثر باستانی پاریزی (۱۹۸۵م/۱۳۶۴هش) است؛ هر چند که این اطلاعات به طور نامنظم عرضه شده و لابهای آن به نقل حکایات متعددی نیز پرداخته شده است. با همه این احوال، هیچ یک از این نوشهای از پژوهش‌های انجام گرفته در دیگر کشورها، از جمله <sup>\*</sup>Matikan-e Hazar Datastan پژوهش‌هایی مانند کار آوبیسور در فلسطین یا (نوشهای مربوط به دوره پیش از اسلام که حاوی داده‌های ارزشمندی است) و یا حتی کار حافظ اصفهانی استفاده‌ای نکرده‌اند. علاوه بر این، در ایران هیچ تحقیقی درباره تبدیل حرکت چرخشی به حرکت خطی در یک صفحه قائم (یعنی استفاده از سیستم قوزک در آسیاهای انجام نشده است. این امر باعث شد تا به منظور تلاش در جهت یافتن کاربردهای این سیستم در ایران، به تاریخ فنون ساخت کاغذ، برنج، روغن و مانند آن بپردازیم.

اطلاعات عمومی درباره منشأ کاغذ را می‌توان در کارهای کارتر، کلپرتون، هائز و هورنل یافت. بوریج تنها کسی است که فرضیه وجود آسیای کاغذ در سمرقند را پیش‌کشیده است. اما، چنان که نشان خواهیم داد، پیروزی در قرن دهم م/چهارم ه به استفاده از این نوع آسیا در سمرقند اشاره کرده است. با این حال، درباره سایر کارگاه‌های تولید کاغذ هیچ تحقیقی صورت نگرفته است. غالباً از کارگاه‌های شیراز، اصفهان یا بغداد نام برده می‌شود اما معلوم نیست که آیا انرژی مورد استفاده در آن‌ها از نوع آبی بوده یا منشأ حیوانی داشته است.

در خصوص استفاده از سیستم قوزک در برنج کوبی نیز تا پیش از قرن هفدهم م/یازدهم هائزی نیافتیم. مطالعه رابینو و لافون (۱۹۱۱م/۱۳۳۰ه) در آغاز قرن بیستم م/چهاردهم ه، نحوه عملکرد این ابزار آبی را شرح می‌دهد. حافظ اصفهانی در قرن پانزدهم م/نهم ه، روغن کشی آبی اختراع کرده بود اما قوزک در آن به کار نبرده بودند. استفاده از این دستگاه روغن کشی، که او شخصاً در چند جای خراسان نصب کرده بود، بعدها به فراموشی سپرده شد.

\* یا مانیکان هزار داستان: این نگارش قدیمی نام کتاب است و در این ترجمه نیز همه ارجاعات به این مرجع به معین شکل ضبط شده است. اما نگارش درست آن مادیانی هزار دادستان است، به معنی کتاب هزار قانون. (م)

استفاده از دم و چکش مکانیکی مربوط به دوران اخیر (به نظر ما در قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه) است. نشان خواهیم داد که ارَّه آئی که به سیستم شاتون-میل‌نگ نیاز دارد، در ایران وجود نداشته است. درباره ابزار و ماشین-ابزار نیز در ایران هیچ تحقیقی انجام نگرفته است. تنها مأخذهای موجود در این زمینه را در کارهای قوم‌شناسان می‌توان یافت (وولف).

علاوه بر این ابهام‌ها و عدم قطعیت‌ها، مجموعه‌ای از ناشناخته‌ها نیز وجود دارد که در این نوشته به ارائه فهرست تمامی آن‌ها نخواهیم پرداخت.

ماشین‌های سده‌های میانی از چوب ساخته می‌شدند و به همین لحاظ در کاوش‌های باستان‌شناسی نمی‌توان از آن‌ها اثری یافت. اما درباره موضوع‌های دیگری چون سنگ آسیاهای قرن دوم (Morgan. 1900-1902)، کروکی یک آسیای مربوط به قرن چهارم (نیلی)، روش‌های تولید گرما و فنات‌ها در قرن دهم م/ چهارم ه (ویلکینسون)، ذوب فلزات و کارهای معدنی در دوره اسلامی (ورتايم، گلدول) و کارگاه‌های تولید شکر در قرن دوازدهم م/ ششم ه (بوشارلا و لاپروس) کاوش‌های باستان‌شناسی اطلاعاتی در اختیار ما قرار می‌دهند. البته این کاوش‌ها بیشتر مربوط به ایران پیش از اسلام‌اند و هنوز تحقیقات چندانی درباره ایران بعد از اسلام به عمل نیامده است.

علاوه بر این اسناد، پاره‌ای تحقیقات معاصر نیز موجود است که حاوی اطلاعاتی درباره رابطه ایران و همسایگانش در زمینه‌های فنی هستند. از آن بین، چین و ایران (Sino-iranica) اثر لاوفر به تأثیر مقابل چین و ایران باستان پرداخته است؛ هر چند که توجه نویسنده بیشتر به نشان دادن تبادل دانش فنی میان دو کشور در زمینه کشاورزی معطوف بوده است تا به انتشار فنون مربوط به ماشین‌ها. البته در تحقیق نیدهایم داده‌هایی از این نوع (در خصوص فنون و ماشین‌ها) دردست است. اما از آن میان اطلاعات مربوط به ایران را باید از مجموعه ناهمگن و بی‌شکل "جهان اسلام یا عرب" استخراج کرد.

بین برخی فنون به کار رفته در ایران با فنون استفاده شده در هند، به خصوص در هند شمالی، شباهت برقرار بوده است. این قبیل شباهت‌ها را، در زمینه آسیاهای شکر و روغن یا ادوات بالاکشیدن آب، در کارهای وات، گریرسن، موکریجی (که همگی در آغاز قرن بیستم م/ چهاردهم ه انجام شده‌اند) می‌توان یافت. اثر متاخرتری نیز وجود دارد که شباهت کامل میان بعضی روش‌های مورد استفاده در هند و در ایران را

آشکار و به استفاده از نام‌های فارسی برای برخی حرف‌ها مانند کیمُخت‌ساز یا شیشه‌گر (Jaggi.VII, pp.190-192) اشاره می‌کند. البته، این گونه نتیجه‌گیری‌ها را باید به دیده تساهل نگریست و دانست که دامنه شمول آن‌ها تنها به برخی ایالت‌های شمالی هند محدود می‌شود.

برخی آثار نویسنده‌گان یونانی که ایرانیان می‌شناخته‌اند، حاوی رساله‌هایی فنی به قلم متغیرانی مانند فیلون، هرون و ارشمیدس بود که از طریق ترجمه مستقیم یا غیرمستقیم به زبان عربی در اختیار دانشمندان ایرانی و عرب قرار گرفتند. کارادُو و ویدمان در آغاز قرن بیستم م/چهاردهم ه به تفصیل در این باره نوشتند. با این حال کماکان در خصوص دامنة تأثیراتی که این رساله‌های فنی بر سابقه فناوری در ایران یا کشورهای عربی داشته‌اند چیزی نمی‌دانیم. مطالعات هیل و الحسن نیز که عمدتاً بر اساس کتاب‌های فنی دانشمندان مسلمان کشورهای مختلف انجام گرفته‌اند، به هیچ وجه رابطه بین واقعیت فنون سده‌های میانی و اندیشه فنی این دانشمندان (الجزری و بنو موسی) را روشن نمی‌کند. خواهیم دید که اندیشه و عمل حافظ اصفهانی با محیط فنی‌ای که در آن می‌زیست تفاوت بسیار زیادی داشت. در حقیقت روش مطلوب این است که تاریخ فنون در سده‌های میانی، مورد به مورد و منطقه به منطقه، بر پایه مطالعاتی قوم‌شناختی که بعضًا حاوی داده‌های تاریخی هم هستند، مانند مطالعه گاو باربر (Planhol.1969b) یا مطالعه منطقه طالش (بازن، برومبرژ)، موضوع تحقیق قرار بگیرد. مطالعه‌ای مانند فنون عشایر بختیاری ایران (*Les nomades Bakhtyâri d'Iran*)، اثر دیگار، می‌تواند، به کمک تحقیقات تاریخی، ابهام‌هایی را درباره فنونی روشن کند که پیش از این در شهرها و روستاهای کار گرفته می‌شده است.

با فقدان ناگهانی لمبار، کار در زمینه جغرافیای تاریخی فنون نیز دستخوش وقفه شد. لمبار به کمک نقشه‌هایی دقیق توانست مراکز تولید منسوجات، فعالیت‌های معدنی و تهیه چوب در قرن‌های آغازین اقتدار اسلامی را مشخص کند. هرچند او بیشتر، و به خصوص در مورد چوب، به مناطق حوزه مدیترانه پرداخته است، اما نقشه‌هایش بخش‌هایی از ایران را نیز در بر می‌گیرد. کار پلاتول درباره پایه‌های جغرافیایی تاریخ اسلام (Planhol.1968) که بعضاً به حرکت عشایر از دیدگاه تاریخی پرداخته است نیز اطلاعاتی درباره فنون به دست می‌دهد.

تاریخ ماشین‌ها به تاریخ شهرها نیز وابسته است. کتاب بسیار خوب پیگولوسکایا درباره شهرهای ایرانی در دوره پارتی و ساسانی اولین کاری است که به متن معروف

ماتیکان هزار داتستان که در واقع کتاب قانون ساسانیان بود، پرداخته و در زمینه مباحث مورد توجه تحقیق حاضر نیز به کانال‌های آبیاری و آسیاها اشاره کوتاهی می‌کند. در خصوص شهرها در دوره اسلامی نیز می‌توان اطلاعات مختصر اما دقیقی را در فرهنگنامه‌های مختلف (درباره اسلام یا درباره ایران) یافت. اما طبق معمول، جز اشاراتی کوتاه و پراکنده، و عمدتاً محدود به موضوع آبیاری، در این منابع نشانی از فعالیت‌های صنعتی و ماشین‌ها به چشم نمی‌خورد. لاکهارت رخدادهای سده‌های میانی در شهرها را تصویر کرده (Lockhart. 1960) و بمون به توصیف تفصیلی تاریخ برخی شهرهای ایران از قرن هیجدهم م/دوازدهم هـ به بعد پرداخته است، اما بهندرت به فنون اشاره‌ای کرده‌اند. در جلد دوم این اثر سه‌جلدی، کتابنامه‌ای انتقادی در این باره به چاپ رسیده است.

تحقیق درباره شهرها ما را به مبحث اصناف در ایران سده‌های میانی هدایت می‌کند. ماکس ویر پنج خصیصه را برای شهر سده‌های میانی بر می‌شمرد. وی، علاوه بر استحکامات، بازارها، نظام قانونگذاری نسبتاً خودگردان (که توسط دولت به شهر واگذار شده است) و اقتصادی با خودگردانی بعضاً محدود، از تشکل حرفه‌ای نیز به عنوان یک خصیصه نام می‌برد. به زعم هورانی، در شهرهای اسلامی قانونگذاری و اقتصاد خودگردان به چشم نمی‌خورد (Hourani, pp.13-14). اما در خصوص اصناف آرا متفاوت است. برخی پژوهشگران، مانند ماسبینیون و لویس، برآن‌اند که در پنج قرن آغاز دوران اسلامی نیز تشکل‌های صنفی وجود داشته است و برای آن خاستگاهی ایدنولوژیک در مقابله با خلیفه قائل‌اند. کاهن ثابت می‌کند که این نظر بدون ارائه داده‌های دقیق نادرست است. وی توصیه می‌کند که به جای این قیل استنتاج‌های کلی به مطالعه بر روی مستندات مستقیم پردازیم (Cahen. 1970b).

نکته دیگر در این تحقیقات از این قرار است که یک مورد خاص را به تمامی کشورهای اسلامی (مانند امپراتوری عثمانی در تحقیق لویس) تعمیم می‌دهند. خصوصیات اصناف اسلامی نیز مانند مفهوم شهرهای اسلامی، گنگ و نادقيق است. در مورد ایران، تنها و. فلور تلاش کرده است موضوع را از تزدیک بررسی کند. اما در مقالات متعددی که به این موضوع اختصاص داده، نتوانسته است توصیه کاهن را دنبال کند و نهایتاً در مجموعه‌ای از استنتاج‌های کلی گرفتار مانده است. چنان که نشان خواهیم داد، آشکار است که تشکل‌های حرفه‌ای در ایران، نه از نظر میزان

استقلالشان نست به دولت و نه از نظر گستره اقتدارشان، کاملاً مترادف اصناف در اروپا نبوده‌اند.

البته، قصد نداریم به نقد تمامی منابعی بپردازیم که برای این تحقیق از آنها بهره برده‌ایم. صرفاً به ذکر این نکته اکتفا می‌کنیم که علاوه بر این که کتابنامه فنی درباره ایران نسبتاً فقیر است، تحقیقات معاصر نیز پراکنده و نامنظم‌اند و هرگز تصویر روشنی از سیستم فنی ایران در سده‌های میانی به دست نمی‌دهند. کار حاضر، بی‌آنکه نافی ضرورت مطالعه گسترده‌تر و ژرف‌تر در باره تاریخ فنون در ایران باشد، تنها گام کوچکی در این جهت بوده است.

پیش از آن که به اصل موضوع بپردازیم، ارائه توضیحاتی چند در خصوص تهیه این کتاب ضرورت دارد: نقشه‌های کتاب به لطف فرخ حسامیان تنظیم شده است که در اینجا از محبت بی‌دریغ او سپاسگزاری می‌کنیم. برگردان متن نقل قول‌ها از زبان‌های خارجی به زبان فرانسه و اقتباس برخی شکل‌ها و تصاویر از نگارنده است.

## پارهه نخست

# چرخ و مصالح

مامفورد در کتابی درباره مناسبات میان فنون و تمدن (Mumford.1950, p.106) مراحل مختلف تکوین یک سیستم فنی را چنین توصیف می‌کند:

از دیدگاه نیرو و مصالح مشخصه، مرحله آغازه-فنی<sup>۱</sup> ترکیبی از آب و چوب است، مرحله پارینه-فنی<sup>۲</sup> ترکیبی از زغالسنگ و آهن و مرحله نو-فنی<sup>۳</sup> ترکیبی از برق و آلیاژهاست.

این تعریف، هر چند بسیار کلی است، اما به ما امکان می‌دهد تا طرحی از روش بررسی سیستم فنی در ایران در نظر آوریم. ویژگی این سیستم فنی این است که کم و بیش با مرحله آغازه-فنی مطابقت دارد. می‌گوییم "کم یا بیش"، زیرا کمیابی آب و چوب گذار به مرحله‌ای دیگر را دشوار می‌کند. از سوی دیگر، باید به دشواری‌های تهیه مصالح دیگری چون سنگ و آهن اشاره کنیم، به کمیابی مواد سوختنی‌ای که بتوانند جایگزین چوب شوند (خار و خاشاک، زغالسنگ یا نفت)، و به نبود چرخ و وسائل ارتباطی‌ای که بتواند حمل و نقل مصالح حجمی را تسهیل کند و مدت زمان انتقال آن را کاهش دهد. نکته اخیر که در تعریف مامفورد از مراحل تکوین به آن اشاره نشده است، ضابطه مهمی است که موجب تمیز دو سیستم آغازه-فنی مختلف می‌شود: سیستم واجد چرخ و سیستمی که متکی به اقتصاد بدون چرخ است.

در آغاز می‌خواهیم به بررسی موانعی، یعنی مشکلات مربوط به وسائل حمل و نقل و آب، پردازیم که بر سر راه ایرانیان در ساخت ماشین‌های آغازه-فنی وجود داشته است.

- 
1. éotechnique
  2. paléotechnique.
  3. néotechnique.



## فصل نخست

# چرخ و ارآبه

واقعیت این است که در خاورمیانه در طول سده‌های میانی وسایل نقلیه چرخ دار وجود نداشته است. م. روپرسون با استناد به مشاهدات سیاحان اروپایی در قرن‌های هیجدهم م/دوازدهم و نوزدهم م/سیزدهم هبر این فقدان صحه می‌گذارد. وی به حضور بسیار محدود ارآبه و درشکه<sup>\*</sup> در آثار ادبی و نقاشی‌های سده‌های میانی در این بخش از جهان نیز اشاره می‌کند (Rodinson. 1960a, pp.211-212). ر. بولیه، در کتاب خود با عنوان شتر و چرخ<sup>1</sup>، از این سه نوع داده استفاده و آنها را بررسی و فقدان چرخ در خاورمیانه را تأیید می‌کند و تأکید دارد که شتر، به اعتبار برتری اش از لحاظ اقتصادی، حتی پیش از ورود اسلام به منطقه جایگزین چرخ در حمل و نقل شده بود. به کاربردن لفظ "جایگزین" گویای این است که حمل و نقل کالا در مسیرهای تجاری، پیش از استفاده از شتر، با وسایل نقلیه چرخ دار انجام می‌شده است. اما چنین یقینی اصلاً موجه نیست. منطقه‌ای مانند ایران، که عمدتاً کوهستانی و بیابانی است برای تردد این قبیل وسایل نقلیه چوبی مناسب نیست؛ چرا که به آسانی فرسوده می‌شوند و از عهده مسافرت‌های طولانی بر نمی‌آیند. با این حال، استفاده از چرخ تنها در برخی نواحی محدود ایران سده‌های میانی تأیید شده است.

---

\* در ترجمه حاضر از واژه‌های درشکه، گاری و ارآبه، به ترتیب به عنوان معادل‌های *chariot*, *voiture* و *charette* استفاده شده است. این واژه‌گزینی، مستقل از تاریخ ورود این واژگان به زبان فارسی صورت گرفته است. به این دلیل ممکن است در قسمت‌هایی از متن که سیاح یا نگارنده اروپایی از نبود این وسایل در ایران نقل می‌کند (یا وسایلی را که دیده است با مشابه‌های اروپایی آن مقایسه می‌کند)، استفاده از این واژگان با تاریخچه آن‌ها تناقض‌هایی داشته باشد. (م)

۱. مقاله‌ای از همین نویسنده، که در سال ۱۹۶۹/۱۳۴۸ هش به زبان فرانسه منتشر شده است، تصویری کلی از دیدگاه‌های او را ارائه می‌کند.

ما در بررسی خود از سه منبع استفاده می‌کنیم: سفرنامه‌ها، ادبیات فارسی سده‌های میانی و مینیاتورهای ایرانی. به کمک سفرنامه‌ها خواهیم توانست به تحلیل مسأله چرخ، از قرن شانزدهم م/دهم ه تا قرن بیستم م/چهاردهم ه، پردازیم. اما برای جستجوی ردّ چرخ در قرن‌های پیش از آن نیازمند بررسی نقاشی‌ها و آثار ادبی هستیم. پس از آن باید به استفاده‌های چرخ در حیطه‌های دیگری به غیر از حمل و نقل پردازیم.

### چرخ در سفرنامه‌ها

چنانچه بنا بر سفرنامه‌های سیاحان قرن شانزدهم م/دهم ه به بعد بگذاریم، سفرنامه اروج بیگ بیات<sup>۱</sup> (ایرانی‌ای) که درست در پایان قرن شانزدهم م/دهم ه به همراه سفیر شاه عباس اول به اروپا مسافت کرده بود)، دلیلی است بر این مدعای که در آن دوره چرخ در ایران وجود نداشته است: اروج بیگ بیات تصدیق می‌کند که در ایران هیچ گونه گاری یا درشکه یافت نمی‌شود (بیات، ص ۷۲)، و این نکته حتی تا پایان قرن نوزدهم م/سیزدهم ه نیز<sup>۲</sup> که شاهد ظهور نخستین درشکه‌ها و گاری‌هایی هستیم، که از اروپا وارد شده‌اند، از سوی سیاحان اروپایی تأیید شده است.

با این حال، باید قطعیت این ادعا را تعدیل کنیم: آدام الٹاریوس، در آغاز قرن هفدهم م/یازدهم ه، می‌نویسد: "ایرانیان از اسب بیشتر به عنوان مرکب و به ندرت برای حمل بار استفاده می‌کنند. آنها تقریباً هرگز اسب را برای کشیدن (بسته‌شدن به) گاری یا اربابه به کار نمی‌گیرند. گاری‌ها و اربابها در تمام ایران همواره دارای دو چرخ‌اند" (Oléarius, p.795). اما خود او بعد اضافه می‌کند که "در شهرهای ایران به هیچ وجه گاری یا اربابه وجود ندارد" (همان‌جا، p.797). آیا در این میان تناقضی هست؟ خیر؛ الٹاریوس بر اساس تجربه شخصی چنین می‌نویسد. او عضو هیأتی بود که از طرف دوکنشین شلسویگ-ھلشتاین به سمت اصفهان، پایتخت صفوی، می‌رفت. این هیأت برای حمل هدایای فراوان و از آن جمله توبهای چدنی سنگینی که برای پادشاه ایران

۱. دون ژوان ایرانی معروف، که به مسیحیت گروید و در نزاعی در سال ۱۶۰۵/۱۰۱۴ ه در اسپانیا به قتل رسید.

۲. شاردن در قرن هفدهم م/یازدهم ه چنین می‌نویسد: "در ایران جز مرکب، وسیله نقلیه دیگری نیست. مغازه‌داران و صنعتگران، مانند دیگر مردم، مرکب خود را نارند" (Chardin.II, p.41). مجین ن. ک. Malcolm.IV, p.305; Drouville.I, p.197; Morier.1818, p.59؛ و جز اینها.

با خود آورده بود، به دنبال وسایل نقلیه چرخ دار می‌گشت. از آنجا که این قبیل وسایل به ندرت یافت می‌شد، *الناریوس* مجبور شد هفتنه‌ها، گاه در دربند و گاه در شماخی، در آذربایجان، به انتظار بماند تا اربابهای لازم را (از روستاهای) بیابند و برایش بفرستند (Oléarius, pp.539-540, 599). دفعه اول ۳۰ اربابه و دفعه دیگر ۶۰ اربابه در اختیارش قرار گرفت که همگی با گاویش کشیده می‌شدند (همان‌جا). چون راههای کوهستانی برای عبور وسایل نقلیه چرخ دار ساخته نشده بود، این اربابهای با محموله‌هایشان، "راه دشت را به سمت باکو در پیش گرفتند" (همان‌جا، p.546). از آنجا که وسایل نقلیه چرخ دار را فقط روستاییان به کار می‌گرفتند. بدیهی است که هیچ نیازی به احداث راههای ویژه بین مزرعه و روستا نبوده است.

در بیرون شهرها، گاه شتر و گاری‌هایی دیده می‌شده‌اند که خدمه و محموله‌های حرمسراپادشاه را حمل می‌کرده‌اند. پیترو دلا واله در سفرش به ایران در سال ۱۶۱۸/۱۰۲۸هـ، شرحی دارد از یکی از سفرهای اعضای دربار، به این مضمون که حرمسرا زودتر و پیش‌اپیش با شتر و گاری‌ها به راه افتاد، چرا که مسافران سوار بر اسب، با توجه به سرعت بیشترشان، می‌توانستند ظرف چند ساعت به آن‌ها برسند (Valle.II, pp.185, 367).

با دقیق‌تر، چنین به نظر می‌رسد که گاری مورد اشاره پیترو دلا واله و اربابی که توسط *الناریوس* استفاده شده بود، ظاهراً باید دو نوع وسیله نقلیه چرخ دار متفاوت بوده باشند. نوع اول، که به کمک یک اسب کشیده می‌شده است، منشأ گرجی دارد و، به گفته پیترو دلا واله، در اوایل قرن شانزدهم م/دهم ه یا اوایل قرن هفدهم م/یازدهم ه به ایران وارد شده است. دلا واله شرح دیگری دارد از مراسمی در دربار اصفهان، که به آن مناسبت امام قلی‌خان، حاکم فارس، هدایای خود را با گاری به پیشگاه پادشاه حمل کرده است: "تعداد بی‌شماری گاری بود، همگی حامل مقادیر زیادی عمامه، که هر یک به کمک یک اسب کشیده می‌شد، مانند اربابهایی که در شهر رُم می‌رانند و مدت کوتاهی است که گرجی‌ها به ایرانی‌ها شناسانده‌اند و در ایران هم مورد استفاده قرار می‌گیرد" (Valle.III, pp.43-44). قاعده‌تاً این نوع گاری استفاده محدودی داشته و احتمالاً منحصر به صاحبان قدرت، مانند حاکم مذکور و خود پادشاه، بوده است. بر عکس، استفاده از اربابهای که *الناریوس* شرح آن را می‌دهد و، به جای یک اسب، توسط چند گاویش کشیده می‌شده، فقط در روستا مرسوم بوده است. در ابتدای قرن نوزدهم م/سیزدهم ه، گ. دروویل همین مشاهدات و نیز فقدان کامل وسیله نقلیه چرخ دار را به استثنای "توعی ماشین سنگین و بدقواره که بر چرخ‌هایی بسیار بدقواره‌تر

سوار است و شاید به این دلیل بتوان نام گاری بر آن نهاد نیز تصدیق می‌کند. اما این وسایل، گذشته از این که بسیار نادرند، هرگز هم به شهرها نزدیک نمی‌شوند. از این وسیله در جاهایی استفاده می‌شود که فاصله کشتر از تا مزرعه و روستا طولانی است و نمی‌توان محصول را بر پشت قاطر یا شتر حمل کرد. گاری‌ها را به وسیله تسمه‌های چرمی دراز و باریک به یوغ‌های بسیار ساده‌ای، که بر سر دو یا چهار گاو میش نصب شده است، می‌بندند و از شاخ به جلو می‌کشند” (Drouville.I, p.58). همچنین، هانری-رنه دالمانی در اوایل قرن بیستم / چهاردهم ه، اندازه‌های چنین وسیله‌ای را مشخص نموده، و ذکر کرده است که در چند دشت، ”از اربابه برای حمل علوفه یا غلات استفاده می‌شود؛ این اربابها توسط چند گاو نر کشیده می‌شوند و ساختار بسیار سنگینی دارند. حداقل ۵ متر طول دارند و عرض آنها در متنه‌اله عقب ۲ متر است که تدریجاً به سمت قسمت جلو باریک می‌شود.” (d'Allemagne.I, p.49)

با به شرحی که بولیه و وولف به دست می‌دهند، اکنون نیز از همین نوع وسیله در روستاهای شمال غرب ایران استفاده می‌شود (Wulff, p.88 و Bulliet.1975, p.316). لذا می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً در سده‌های میانی هم، چنان که از شرح الثاریوس، دروویل و دالمانی نیز بر می‌آید، تنها در روستاهای این نواحی از این وسیله استفاده می‌شده است.

در خصوص گاری گرجی لازم به ذکر است که هیچ وسیله نقلیه‌ای از این نوع را سایر سیاحان مشاهده نکرده‌اند. در جنوب گرجستان، آذربایجان، کماکان اربابه‌هایی به چشم می‌خورد که توسط گاوهای نر کشیده می‌شود. هر چند به زعم بازن و برومبرژ، گونه‌ای از این اربابها می‌تواند منشأ روسی داشته باشد<sup>۱</sup>، اما این ارباب، گاری گرجی مورد نظر ما نیست. چنان که بعداً خواهیم دید، مینیاتوری متعلق به نقاشی از مکتب تبریز، در قرن سیزدهم م/ هفتم ه، در دست است که وسیله نقلیه چهار چرخی را به شکلی غیرواقعی ترسیم کرده است. این وسیله به یک اسب بسته شده است. ممکن است گاری گرجی، وسیله‌ای از همین نوع بوده باشد و نقاش تبریزی گاری گرجی را می‌شناخته است. اما هیچ نشانه‌ای از استفاده از این گاری در قرن سیزدهم م/ هفتم ه

۱. در دشت‌های اردیل، ”برای حمل بارهای سنگین علوفه و غلات دروشده از اربابه‌های چوبی چهار چرخی استفاده می‌کنند که دو سبد چوبی مابل در دو طرف آن نصب شده است و توسط گاوهای نر کشیده می‌شوند. شاید این شکل ارباب که در تمام کشورهای اسلام مشاهد می‌شود، ناشی از تأثیر روس باشد” (Bazin & Bromberger, p.35; Bazin.1980a.II, p.102)

در ایران وجود ندارد. بنابراین، چنان که پیترو دلا واله نیز اشاره می‌کند، محتمل است که این نوع گاری در قرن شانزدهم م/دهم ه به ایران وارد شده باشد.

بنا بر طرح‌های مندرج در سفرنامه *الثاریوس*، نوع دیگری از وسیله نقلیه چهارچرخ وجود داشته است که به کمک گاوهای نر کشیده می‌شده و در قرن هفدهم م/یازدهم ه، در دشت‌های اردبیل، به کار گرفته می‌شده است (*Oléarius*, p.628). اما دیدیم که خود *الثاریوس* اظهار می‌دارد که در ایران اربابها همواره دو چرخ دارند... با این حال چون این نوع وسیله چهارچرخ در سایر طرح‌های *الثاریوس* (طرح‌های سلطانیه) نیز آمده است، می‌توان استفاده از آن‌ها را در شمال غربی ایران تأیید کرد.

به این ترتیب، بین قرن شانزدهم م/دهم ه و بیستم م/چهاردهم ه، سه نوع وسیله نقلیه چرخ دار در شمال غرب ایران یافت می‌شده است: اربابه دوچرخ که به کمک گاوهای نر کشیده می‌شد؛ گاری چهارچرخ که ایضاً به کمک گاوهای نر کشیده می‌شده است، و گاری‌ای که آن را به یک اسب می‌بسته‌اند و منشأ گرجی داشته است. از این گونه اخیر، تعداد محدودی موجود بوده و نقشی در حمل و نقل در ایران نداشته است. گونه‌های اول و دوم محدود به دشت مغان بوده‌اند. این وسائل، مستقل از نوع و خاستگاهشان، در بیرون از شهر به کار می‌رفتند و چرخ در حمل و نقل درون شهری جایی نداشته است. وسائل نقلیه چرخ دار، در روستاهای آن هم به ندرت و برای حمل محصولات زراعی کشاورزان استفاده می‌شده و قوّه محرکه آن گاو بوده است.

اما این تفاصیل فقط مربوط به شمال غربی ایران است. در جنوب، حرکت بر روی چرخ کاملاً ناشناخته بوده است. مارسل و *ژن دیلافووا*، باستان‌شناسان فرانسوی، در جریان مأموریت خود در شوش، برای حمل و نقل اکتشاف‌های باستان‌شناسی خود با معضل لاینحلی مواجه شدند و چون ایرانیان اربابه را نمی‌شناختند، ناگزیر اربابها را خودشان ساختند. باستان‌شناسان فرانسوی *الگوها را* آماده کردند و درباره "طرح اولیه، فهرست اقلام، جزئیات تخمینی یراق‌ها"ی مورد نیازشان با صنعتگران دزفول بحث کردند. "چگونه باید گردنه‌ها و طناب‌ها را ساخت؟ نه ریسمان کلفت در بازار یافت می‌شود نه چرم کلفت." (*Dieulafoy*, 1990a, p.275).

همه چیز را باید در محل و با مصالح موجود درست کرد:

"چرخ‌ها، محورها و شاسی همه از چوب هستند. یراق‌های معجزه‌آسایی که به لطف همکاری اعضای گروه و کفash‌های دزفول تهیه شد، برای کشیدن این اربابهای جادویی به کار رفت. با پنه ریسمان ریسیدیم و با ریسمان‌ها طناب درست کردیم. با استفاده از چرمی که برای کفی چکمه استفاده می‌شد، سینه‌بند اسب ساختیم. گیره‌ها، حلقه‌ها و زنجیرها نیز به هر ترتیبی بود از روی *الگوها* در دزفول آهن کاری شدند." (همانجا، p.276)

مصالح لازم برای ساخت قسمت‌های مختلف ارآبه، همچون چوب، آهن یا چرم، وجود داشت، دانش فنی برای ساختن قطعات مختلف یک ارآبه نیز موجود بود، اما خود ارآبه را در جنوب نمی‌شناختند. در واقع، حرکت بر روی چرخ، تنها در منطقه‌ای بسته، در شمال غربی ایران، و بدون هیچ گونه ارتباطی با نواحی جنوبی، وجود داشته است. فقط، و آن هم به ندرت، ارآبه‌های حرم شاه بودند که این منطقه بسته را به پایتخت صفوی متصل می‌کردند.

نبوغ وسائل نقلیه چرخ‌دار همواره با فقدان راه‌های سنگفرش همراه است و سیاحان پیش‌گفته همیشه از این دو تزواماً یاد می‌کنند.<sup>۱</sup> درست است که استفاده از چرخ همیشه سبب نمی‌شود که راه‌ها را سنگفرش کنند، اما این نیز مسلم است که چنین پوششی به هیچ عنوان برای کاروان‌ها ضروری نیست. با این حال، تاریخ‌نگاران ایرانی و بعضی سیاحان اروپایی، در موارد بسیاری، احداث راه‌های سنگفرش در ایران دوره صفوی (۱۵۸۷-۱۶۲۸ م/ ۱۱۳۵-۱۷۲۲ م) را تأیید کرده‌اند. شاه عباس صفوی (۱۵۹۰-۱۶۹۰ م) دستور داد راهی سنگفرش بین زنجان و میانه، در غرب، و راه دیگری از نمکسار به سیاهکوه، در مرکز ایران بسازند. احداث این راه ۱۰,۰۰۰ تومان هزینه برداشت و به این ترتیب راه کاشان به مشهد چند ده کیلومتر کوتاه‌تر شد (منشی، ص ۱۱۱؛ باستانی پاریزی ۱۳۵۸، صص ۱۰۲-۱۰۰). راه سومی، جاجرم، در خراسان، را به دشت مغان، در آذربایجان، می‌پیوست و به این ترتیب تمام ساحل دریای خزر را در می‌نوردید (Rabino. 1928, p.8). طول این جاده تقریباً ۴۸۰ کیلومتر و عرض آن بین ۳ تا ۴/۵ متر بود. این جاده‌ها دو لایه داشت: بستر راه را با شن و سنگریزه پر می‌کردند و روی آن را با تخته‌سنگ‌های بزرگ می‌پوشاندند (Fraser, pp.12-13). تخته‌سنگ‌ها هر یک ۳۳ سانتی‌متر طول و ۲۰ سانتی‌متر عرض داشتند (O'Donovan.I, p.167). این راه چنان بی‌نقص احداث شده بود که حتی در قرن نوزدهم م/ سیزدهم هنیز، علی‌رغم عدم رسیدگی اخلاف شاه عباس اول، مورد توجه سیاحان بود.

در این راه‌های سنگفرش، یا بعضاً سنگفرش، بر خلاف آنچه ممکن است تصور شود، هیچ وسیله نقلیه چرخ‌داری تردد نمی‌کرده و همواره کاروان‌ها از آن عبور می‌کرده‌اند. در مراکز راهداری شهری، هرگز از گاری‌ها عوارضی دریافت نشده

۱. خیابان‌های اصفهان "از میان بازارهای سرپوشیده یا سرباز عبور می‌کند. بدتر این که، در این شهر، مانند سایر شهرهای ایران، خیابان‌ها سنگفرش نیست." (Chardin.III, p.5). مجتبی ن. ک. Oléarius, p.664.

است. یک دفتر ثبت عوارض راهداری از سال ۱۷۴۵/۱۱۵۸ ه در دست است که در آن عوارض تمام شهرهای بزرگ ایران که راه دسترسی به آنها از کوه یا تپه می‌گذشته است، و از آن جمله شهرهای استان‌های جنوب دریای خزر، مندرج است. این دفتر نشان می‌دهد که همواره حیوانات از خانواده اسب مشمول عوارض تردد می‌شده‌اند. تنها در یک مورد عوارض بر تردد حیوانات از خانواده شتر و گاو مشاهده می‌شود و آن نیز مربوط است به شهرهای شمال آرس (اشرفیان، صص ۳۱۴-۳۱۰). حتی در مسیر رشت و تبریز هم، که حمل و نقل، بعضاً می‌توانست از طریق جاده داشت معان صورت گیرد، فقط از حیوانات خانواده اسب استفاده می‌شده است. در دفتر راهداری هیچ اشاره‌ای به وسائل نقلیه چرخ‌دار نمی‌شود.

در غالب موارد، احداث و سنگفرش راه‌ها در ایران تابع شرایط اقلیمی بوده است که، بر خلاف تصور بولیه، اقلیمی خشک نیست. جز جاده کاشان به مشهد که، به منظور نزدیک کردن این دو شهر، در منطقه‌ای کوهستانی و به دور از ناملایمات جوی، احداث شده است، سنگفرش کردن دو راه دیگر، به دلیل دشواری‌های ناشی از باران و یخنداها بوده است. شاه عباس اول، همچنین، حاکم مازندران را مأمور کرد تا جاده‌ای سنگفرش - یا شاید بعضاً سنگفرش - را از فرحآباد، در کنار دریای خزر، به خوار (گرمسار)، در جنوب شرقی تهران، به طول ۴۵ فرسنگ<sup>۱</sup> احداث کند؛ این جاده شامل هشت تانه منزل می‌شد (منشی، ص ۹۹۰؛ ۱۹۲۸، p. 7). بنا به قول منشی، مورخ دوره صفوی، اگر شاه تصمیم گرفت این جاده سنگفرش را به هزینه خود احداث کند، به این علت بود که راه دستیابی به مازندران، در نتیجه باران‌های فراوان، دشوار بود و حیوانات ناگزیر می‌شدند در گل دست و پا بزنند. ساخت این جاده در ۱۶۲۱/۱۰۳۱ ه به پایان رسید (همان‌جا).

این جاده چنان خوب ساخته شده بود که، علی‌رغم ناتوانی شتر در عبور از راه‌های کوهستانی، کاروان‌ها توانستند از آن راه به مازندران برسند. این گونه بود که اهالی مازندران برای نخستین بار شتر دیدند (منشی، ص ۸۵۰). این نکته که اربابه‌ها یا گاری‌ها در این جاده تردد نمی‌کردند، به خوبی نشان می‌دهد که ذهنیت چنین نوع حمل و نقلی وجود نداشته است. با مبالغه هنگفتی که برای احداث این راه‌ها صرف شد، می‌توانستند سرعت ارتباطات را افزایش دهند و به این ترتیب تعداد مراحل مسیر و

---

۱. هر فرسنگ نقریباً معادل ۶ کیلومتر است.

کاروانسراهای مورد نیاز نیز کاوش می‌یافت. اما چنین نشد و این جاده کماکان حرکت چرخ را بر خود ندید.

این نکته به ویژه از این جهت شایان توجه است که جاده پیش‌گفته به استان‌های هم‌جوار دریای خزر منتهی می‌شد و در آنجا، به زعم بولیه، حرکت به کمک چرخ از سده‌های میانی تا روزگار ما مرسوم بوده است (Bulliet, 1975, p.175). البته، بولیه هیچ گواهی برای استفاده از وسایل نقلیه چرخ‌دار در سده‌های میانی و در این نواحی ارائه نمی‌کند، اما شاید، این که در این استان‌ها شتر را نمی‌شناخته‌اند، شاهدی بر فرضیه او باشد. البته بهتر این است که فکر کنیم در این ناحیه نیز، مانند سایر نواحی کوهستانی ایران، تنها وسایل حمل و نقل، چهارپایانی از خانواده اسب، و به خصوص قاطر، بوده است که به این اعتبار، وجودی ضروری و حضوری گسترده داشته‌اند.<sup>۱</sup> اگر هم در این نواحی با وسیله نقلیه چرخ‌داری آشنا بوده‌اند، قاعده‌تاً باید از همان نوعی باشد که الناریوس و دروویل دیده‌اند، و از آن برای حمل و نقل بین ده و کشتزار استفاده می‌شده است.

سرتاسر راه‌های تجاری در ایران این دوره، چه در دشت و چه در کوهستان، زیر سم چهارپایانی از خانواده اسب و شتر بوده است. کاروان‌های ایریشم که در قرن هفدهم م/یازدهم ه از اردبیل به سمت اروپا می‌رفته‌اند، به روایتی مشتمل بر ۸۰۰ تا ۹۰۰ شتر می‌شده‌اند (bastani parizi, ۱۳۵۸، ص ۱۱۰) و به روایت دیگر ۶۰۰ شتر و ۳۰۰ اسب (Bruyn, IV, p.11)، و همواره در همان مسیر. کاروان در اقتصاد ایران نقشی حیاتی داشته است و باید به هر قیمت عبور آن را تضمین می‌کردند: چنین بود که گاه، روی یخ فرش می‌انداختند تا شترها بر روی جاده یخ‌زده لیز نخورند (bastani parizi, ۱۳۵۸، ص ۱۰۲).

اما، مهم‌تر از فرش و جاده‌های سنگفرش، سه اصل ضروری برای این تجارت عبارت بود از: امنیت جاده‌ها؛ احداث پل‌ها؛ و بنای کاروانسراها. شاه عباس اول، به رغم تماس نزدیکی که با غرب داشت و این که حتی گاری گرجی را می‌شناخت، هرگز به فکر استفاده از چرخ در جاده‌های سنگفرش قلمرو خود نیفتاد؛ اما ذهنیت ایرانی چنین بود که یک پادشاه عادل باید، از جمله، این سه اصل را محقق گرداند، و شاه عباس

۱. "در مشرق زمین، استفاده از الاغ بسیار رایج است، اما در ایران بیش از جاهای دیگر و به ویژه در اصفهان که هیچ وسیله نقلیه دیگری به چشم نمی‌خورد؛ چون در شهرهای ایران نه گاری‌ای هست و نه ازآهای." (Oléarius, p.797)

کاملاً در همین امتداد گام برداشت<sup>۱</sup>. نظام‌الملک، وزیر بزرگ سلجوqi در قرن یازدهم م/پنجم ه، نیز در کتاب خود (*سیاستنامه*) درباره هنر حکمرانی (نظام‌الملک، ص ۲۸)، به پادشاهان همین توصیه را می‌کند؛ توصیه‌ای که، به نقل از بیرونی، بهافرید زرتشتی هم، در آغاز قرن هشتم م/دوم ه و پس از سقوط امپراتوری ساسانی، ابراز داشته است. بهافرید در عصری می‌زید که مدتهاست از اسلام تأثیر گرفته است، و از جمله آموزه‌های لازم برای استقرار مجدد دین قدیم ایرانی بر این نکته پای می‌فشارد که باید از جاده‌ها و پل‌ها مراقبت شود چرا که احتمال می‌دهد فاتحان عرب در این خصوص اهمال بورزنده (Browne.I, pp.308-310 و Bulliet.1975, № 26, p.314).

همواره قدرت سیاسی بود که اقدام به احداث راه‌ها می‌کرد، چرا که به ضرورت کوتاه کردن زمان ارتباطات واقف بود. هنگامی که قدرت سیاسی رو به افول می‌نماید، نگهداری یا ساخت راه‌ها نیز به فراموشی سپرده می‌شود. ”هنگام ورود اسکندر راه‌های احداثی توسط داریوش به حال خویش رها شده بود“ (Bémont.III, p.39). آخرین پادشاهان صفوی نیز چندان از راه‌هایی که شاه عباس اول ساخته بود، نگهداری نمی‌کردند.

”پس از آن، در زمان نادر، این راه‌ها در چنان وضع اسفباری بودند که در فصل بارندگی در آن‌ها سیلاب جاری می‌شد. در عوض، پادشاه راهی زیرکانه برای حراست از کاروان‌ها یافته بود که عبارت بود از گذاردن مسؤولیت حراست بر عهده کلدخای روستاها؛ و به این ترتیب، حکومت مرکزی را از سازمان‌دهی امور انتظامی معاف کرده بود.“ (Bémont.I, p.157)

وضعیت راه‌ها وخیم‌تر می‌شد: ”در ۱۸۸۹ م/۱۳۰۷ ه، ناصرالدین [شاه قاجار] همه مردم را مجبور کرد تا مرمت راه‌ها را خود بر عهده گیرند. همه مردان بین ۱۶ و ۵۰ سال، موظف بودند ساعاتی به کار مرمت راه پردازند یا باج پردازند“ (Bémont.I, p.158). اما برای تحمیل کارهایی اجباری از این دست، نیازی نبود منتظر صدور یک فرمان ملوکانه بمانند. چند سال قبل از توشیح این فرمان، راه تهران-قزوین ”به زور کار اجباری و به

۱. می‌گویند که این پادشاه ۹۹۹ کاروانسرا بنا کرد. در اصفهان بالغ بر ۱۸۰۲ کاروانسرا یافت می‌شود (Chardin.III, p.82). *الکاریوس* ۲۵ باب را بر می‌شمارد (Oléarius, p.946). در قرن نوزدهم م/سیزدهم ه، تنها ۸۴ باب موجود بوده است (رضاء اصفهانی، ص ۶۰). هر چند در طی این دو قرن، بسیار از اهمیت اصفهان کاسته شد، اما عدد شاردن به نظر ما بالغه آبیز می‌آید. حاکم شیراز، پل‌های بیاری ساخت. از آن‌ین، چند پل بر دره‌هایی بنا شد که تا آن زمان ارتباط دو سوی آن باهم قطع بود (bastani پاریزی، ۱۳۵۸، صص ۹۸-۱۰۸).

ضرب چماق احداث شد" (Dieulafoy.1989, p.111). به این ترتیب، ساختن راه امری سیاسی بود و بدون راه، تردد بر روی چرخ ممکن نبود.

اما در حقیقت، شبکه راه‌های ارتباطی، به رغم احداث چند راه سنگفرش و شوسه، برای حمل و نقل بر روی چرخ مناسب نبود. دلیل آن را بولیه چنین بیان می‌کند در منطقه‌ای که استفاده از شتر تفوق دارد و در غالب ایام سال آب و هوای خشک حکم‌فرماست، زمین سفت برای حیوانات باربر راحت‌تر از سنگفرش است؛ مضاف بر این که هزینه احداث راه سنگفرش نیز سنگین است (Bulliet.1975, p.227). ارتباط تنگاتنگی بین وجود راه‌های سنگفرش و ذهنیت فنی که در آن چرخ نقشی برجسته دارد، برقرار است. بر عکس، نگرانی اصلی یک ذهنیت یا اقتصاد "بدون چرخ"، این است که پل‌ها و اماکن استراحت برای مسافران احداث شود و با این حال، این دل‌مشغولی، به همان گرانی تمام می‌شود (همان‌جا)<sup>۱</sup>. اما به این نکته باید توجه داشت که نبود چرخ، بیش از آن که، به زعم بولیه، ناشی از یک ذهنیت "بدون چرخ" باشد، به فقدان وسایل ارتباطی (که هزینه ساخت و نگهداری شان بالاست)، شرایط جغرافیایی، کمبود چوب و به فواصل طولانی که استفاده از چرخ در آن به صرفه نیست، مربوط می‌شود. در حقیقت، خود این ذهنیت ناشی از به صرفه نبودن است. چنان که دیدیم، در شرایطی که چرخ در حمل و نقل نقشی بازی نمی‌کند، احداث راه‌های سنگفرش، جز در مواردی که نیاز به حمل و نقل سریع باشد، تردد وسایل نقلیه چرخ‌دار را به بار نمی‌آورد. فنون جدید ساخت وسایل نقلیه، که در اواسط قرن نوزدهم م/سیزدهم هزار اروپا و روسیه به ایران وارد شد، در واقع، همراه است با رخته نوع جدیدی از ماشینیسم، ظهور آهنگ تجاری جدید و نیاز به شبکه راهی بهتری که کم کم بر سیطره ماشینیسم اولیه نقطه پایان می‌گذارد.

### چرخ در ادبیات فارسی

بررسی حرکت بر روی چرخ، در دوره پیش از قرن شانزدهم م/دهم ه، تنها به کمک قیاس‌های زبان‌شناختی یا شمایل‌نگارانه (iconographique) میسر است، زیرا از اشارات

۱. شایان توجه است که، قطع نظر از این که نوع ذهنیت یا اقتصاد، با چرخ باشد یا بدون چرخ، احداث پل و استراحتگاه همواره ضروری است. در شرایط حمل و نقل سریع به تعداد کمتری استراحتگاه نیاز است، چون تعداد متزلگاه‌ها محدودتر است. در عرض، برای تردد وسایل نقلیه حجم، عرض پل‌ها باید بیش از پل‌هایی باشد که برای عبور حیوانات باربر لازم است.

مستقیم به آن اثری به چشم نمی‌خورد. در بعد زبان‌شناختی، مشاهده می‌کنیم که واژه‌های رایج برای نامیدن انواع وسایل نقلیه چرخ‌دار، در ایران قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه، همگی منشاً خارجی دارند: کالسکه<sup>۱</sup> روسی است (Rodinson.1960a, p.212)، مانند در شکه؛ و گاری منشاً هندی دارد (Bulliet.1975, p.14). از دو وسیله اول برای حمل و نقل مسافر و از وسیله آخر برای جابه‌جایی بار استفاده می‌کرده‌اند.

پیش از آن، به واژه ترکی<sup>۲</sup> از ابه بر می‌خوریم که به قرن چهاردهم م/ هشتم ه بر می‌گردد، ولی ریشه آن محل مباحثه است، چون ظاهراً نمی‌توان گفت پیش‌تر و اصلتاً ترکی است تا فارسی یا عربی<sup>۳</sup>. قطع نظر از منشاً این واژه، موارد استعمال آن در ادبیات فارسی آن دوره، نادر است، که شاید ناشی از استفاده محدودی باشد که از ابه در بدرو پیدایش اش در ایران داشته است.<sup>۴</sup>

از این واژه‌های با منشاً خارجی که بگذریم، تنها کلمه فارسی که در آثار ادبی سده‌های میانی، برای نامیدن یک وسیله نقلیه چرخ‌دار به کار می‌رود، گردون است. این واژه، برخلاف آنچه بولیه و رودنسون می‌انگارند (Rodinson.1960a, p.212) و (Bulliet.1975, p.14)، به دفعات، در قرن چهاردهم م/ هشتم ه و همزمان با از ابه، در منابع فارسی به کار رفته است. رشیدالدین فضل‌الله همدانی (متوفی ۱۳۱۸/۱۴۸۵ ه) در اثر خود (آثار و احیاء) درباره کشاورزی (رشیدالدین فضل‌الله همدانی، ۱۳۶۸، ص ۱۳۹) از این واژه برای نامیدن قسمی از گاوآهن ارمی<sup>۵</sup> که بر روی چرخ حرکت می‌کرده، استفاده کرده است. جرجانی، در ۱۱۰/۵۰۴ ه، در اثر طی خود با عنوان ذخیره خوارزمشاهی،

۱. این واژه، مانند *caleche* در فرانسه، ریشه چک دارد.

۲. این واژه در دیوان لغات ترک (تألیف ۱۴۸۵ ه) نیامده است. در برخی متن‌ها به صورت آربابان و در آربابان دیده می‌شود که می‌تواند منسوب به عرب و عربی باشد. (و)

۳. از نظر لغتشناسی، از ابه شکل مخدوش عراده است، به معنی «منجنيق، سلاح نظامی». هر چند منجنيق به معنی از ابه نیست، اما نهایتاً این واژه برای نامیدن «توب، توب متعرک، از ابه حامل توب» به کار گرفته شده و گذار به معنی «از ابه و گاری» را آسان کرده است... امروزه هیچ شاهدی برای تاریخ گذار از عراده به از ابه در دست نیست، اما می‌توان چنین فرض کرد که این واژه به عنوان اصطلاحی فنی در سپاه مغول و در جریان حمله به ایران در آغاز قرن سیزدهم م/ هفتم ه پذیرفته شده باشد و تبدیل مذکور در آن دوره رخ داده باشد...» (Rodinson.1960a, p.574).

۴. این نویسندگان به دفعات از عراده استفاده شده است. برای عراده همجنین ن. ک. Cahen. 1960.

۵. چنان که خواهیم دید، در دوره صفوی از از ابه برای کشیدن توب استفاده می‌شده است.

۶. این نوع گاوآهن را بعداً تشریح خواهیم کرد.

می‌نویسد که گردون‌کشان چوبی به نام چوب گردون را چرب و داخل چرخ می‌کنند<sup>۱</sup> (دهخدا، تحت گردون). در این متن، نه تنها به واژه گردون و مشتقات آن برمی‌خوریم، بلکه همچنین در می‌یابیم که استفاده از این نوع وسیله نقلیه در قرن دوازدهم م/ششم ه رایج بوده است، چنان که یک پژوهش نیز آن را می‌شناخته است. به گواهی ابوسعید ابوالخیر (۱۰۴۸-۹۶۷ م/۴۴۰-۳۵۷ ه) در مرو برای حمل یک ستون ظاهراً سنگی<sup>۲</sup> از چندین گردون استفاده شده است (ابوسعید، ص ۲۳۸). گردون، در صحنه‌ای از نبرد بیزانس‌ها و سلجوقيان نیز دیده می‌شود: بنا بر حکایتی از دوره سلجوقی می‌خوانیم که آرمانوس، که بی‌شک همان رمن چهارم دیوژن (۱۰۷۱ م/۴۶۱-۴۶۴ ه) است، در زیر گردونی پنهان شد، که عاقبت او را یافتند و دستگیرش کردند (معین، تحت گردون). اما نمی‌دانیم که آیا رمن چهارم به یک گاری جنگی مجهز بوده است یا به ارآبه، و آیا این وسیله منشأ رومی، ایرانی و یا ترکی داشته است.

به شهادت این متون، استفاده از گردون در ایران، به ویژه بین قرن‌های دهم م/چهارم ه و چهاردهم م/هشتم ه، جای ابهام ندارد. به گواهی جرجانی، این وسیله موجب پیدایش حرفه گردون‌کشان شده است. نوشخی (۹۵۹-۹۹۹ م/۳۴۸-۲۸۶ ه) می‌نویسد که در سال ۹۲۶ م/۳۱۴ ه، آتش‌سوزی محله گردون‌کشان را تماماً نابود کرد (نوشخی، ص ۱۳۰); در نتیجه می‌دانیم که آن‌ها در بخارا محله‌ای مخصوص به خود داشته‌اند. منبع دیگری به ما نشان می‌دهد که در همان دوره، خیابان‌های سمرقند و بخارا سنگفرش بوده (Ibn Hawqal, pp. 46/1, 475)، که تردد گاری‌ها یا ارآبه‌ها را تا محله گردون‌کشان در درون شهرها میسر می‌ساخته است<sup>۳</sup>. به این ترتیب گردون در درون شهرها استفاده می‌شده یا به مرکز شهرها دسترسی داشته است. می‌ماند این که مشخص کنیم آیا گردون نامی عام بوده یا به نوع خاصی از وسیله نقلیه چرخ‌دار اطلاق می‌شده و این که شکل، کاربرد، و قوّه محركه آن چه بوده است.

درباره استفاده و ماهیت گردون، می‌توان در شاهنامه فردوسی، که در آغاز قرن یازدهم م/پنجم ه به پایان رسیده است، پاسخی جزئی یافت. در واژه‌نامه‌ای که ۷۵۰ از این اثر استخراج کرده است، در حدود بیست بار کلمه گردون ثبت شده است. با

۱. این وسیله احتمالاً یک محور نیست. ن. ک. صفحات بعد، به تحریح پیترو دلا واله از ارآبه هندی.

۲. به نقل از بلعمی، فیروز، پادشاه سasanی از چند گردون برای حمل یک ستون بزرگ استفاده کرد (بلعمی، ۲، ص ۹۵۹).

۳. اما این امکان نیز وجود دارد که سنگفرش خیابان‌ها فقط به منظور حفظ پاکیزگی شهر انجام گرفته باشد.

بررسی منتهای مربوطه، به دو نوع استفاده از این وسیله نقلیه نزد فردوسی بر می‌خوریم<sup>۱</sup>: در غالب موارد، گردون را به گاو یا گاویش می‌بسته‌اند و از آن فقط برای حمل بار استفاده می‌شده است<sup>۲</sup>. در موارد محدودتری، در داستان اسفندیار، منظور نوعی گاری جنگی چوبی است که در اطرافش تیغه‌های برنده‌ای نصب می‌شود تا قهرمان داستان بتواند گاه به جنگ اژدها و گاه به نبرد با سیمرغ معروف برود. این تنها موردی است که فردوسی به این وسیله نقلیه یک جفت اسب بسته است.

در حقیقت، استفاده از اسب برای کشیدن این وسیله، به آن علت است که داستان در زمانی اسطوره‌ای به وقوع می‌پیوندد و اتفاقات نیز از نوع تخیلی‌اند و اگر بنا بود که گاری جنگی را به گاو بینندند، از جلال و جبروتی که لازمه صحنه نبرد یک شخصیت بزرگ است کاسته می‌شد. توضیح دیگر، و کم‌تر شاعرانه، می‌تواند این باشد که در متون مورد اتكای فردوسی، گاری جنگی نقش فعالی در لشکرکشی‌ها داشته است. اما با توجه به این که حتی قبل از اسلامی شدن ایران، به جای گاری جنگی، از نیروی سواره‌نظام که قدرت مانور بیش‌تری داشته استفاده می‌شده است، باید نتیجه گرفت که فردوسی از این گونه روایات نیز تأثیر نگرفته است<sup>\*</sup>.

به کاربرد رایج‌تر گردون باز گردیم که احتمالاً استفاده روزمره برای حمل و نقل بار در زمان فردوسی بوده است. گردون را در این موارد همیشه گاوی می‌کشیده است. نمونه‌ای از این نوع وقتی پیش می‌آید که قرار است به کمک ۴۰,۰۰۰ گردون، به اردوگاه آخرین پادشاه ساسانی آذوقه حمل کنند (که این عدد، قطعاً ناشی از مبالغه شاعرانه است). در جای دیگری نیز که داستان جنبه تاریخی ندارد، می‌بینیم که یکی از قهرمانان اسطوره‌ای، کله‌های عظیم گرازهایی را که کشته است بر یک گردون بار می‌کند و به دلیل وزن خارق‌العاده محموله، گاویش‌ها با زحمت بسیار جلو می‌روند. همه چیز، از پارچه و عطریات گرفته تا خیمه‌های شاهان و آذوقه و مواد غذایی و

۱. از شاهنامه نسخه ژمل استفاده کرده‌ایم.

۲. همچنین، در تاریخ بلعمی (متوفی در ۹۹۶/۱۳۸۶هـ)، این وسیله توسط گاو کشیده می‌شود. ن.ک. دمداد، تحت گردون.

\* نقاشی‌ها و حجاری‌های هخامنشی گردونهای را نشان می‌دهد که با اسب کشیده می‌شود. (و)

غیره، به کمک این گاری‌هایی که دنباله‌بند گاوند، حمل می‌شود<sup>۱</sup>. بنابراین، در شاهنامه، گردون محور و اساس حمل و نقل بر روی چرخ است و فردوسی، علی‌رغم هنر شاعری‌ای که راه دنیای تخیل خلاق را برو او می‌گشاید، وسیله ارتباطی دیگری را تصور نکرده است.

این کاربرد گردون نباید با آنچه در منابع پیش‌گفته دیگر آمده، تفاوت داشته باشد. می‌توان فرض کرد که اصل و منشأ گردون همان وسیله‌ای باشد که شرحش از گزنوфон<sup>۲</sup> به ما رسیده است؛ همان وسیله‌ای که کوروش سعی کرد قدرت آن را افزایش دهد و به همین منظور، به جای بستن دو گاو (چنان که معمول بود)، ۱۶ گاو به آن بینند. احتمال دارد که اربابه در دوره هخامنشی یا پیش از هخامنشی از طریق قبایلی چون فارر Fahrer، به ایران وارد شده باشد؛ یعنی، قبایل گله‌داری که به کنده و به وسیله گاری حرکت می‌کرده‌اند<sup>۳</sup>. بنا به مشاهدات پلاتول، در موقعی که این اربابها برای دره‌های کوهستانی مناسب نبودند: "طریقه اصلی حمل و نقل، استفاده از گاوهای باربر بود که در فاصله قرن‌های شانزدهم م/دهم ه تا نوزدهم م/سیزدهم ه در کردستان از آن‌ها به عنوان وسیله‌ای عادی یاد شده است.... مارکوپولو (در قرن سیزدهم م/هفتم ه) با تحسین بسیار از توانایی‌های گاوهای سفید بزرگ ناحیه بین کرمان و هرمز در بارکشی یاد می‌کند."<sup>۴</sup> (Planhol.1968, p.202).

احتمال دیگر این است که گردون از منطقه شرقی ایران آمده و یا از آن ناحیه وارد ایران شده باشد و در حین گذار به غرب ایران، در نتیجه شرایط طبیعی سرزمین، گاوهای باربر جایگزین آن شده‌اند. با پیش‌کشیدن این فرض ممکن است به نظر بیاید که داریم سُرنا را از سر گشادش می‌زنیم<sup>۵</sup>. اما چنانچه قبایل این مناطق کوهستانی در

۱. برخی ارجاعات در شاهنامه از این قرارند: کتاب ۷، بیت ۴۲۲، صص ۵۰۲-۴۲۸؛ کتاب ۳، بیت ۱۴۷، صص ۴۱۰-۴۱؛ کتاب ۴، بیت ۲۰۴، ۱۹۹۴، صص ۴-۲۷۶؛ کتاب ۴، بیت ۱۶۷۷، ۱۶۸۸، ۱۶۹۰، ۱۶۹۹، ۱۷۹۴، ۱۷۹۶، ۱۸۰۵، ۱۸۰۰، صص ۷۳-۳۵۸؛ کتاب ۶، بیت ۲۰، ۴۶۸، صص ۴-۸۲.

۲. کتاب ششم Cyropédie، نقل شده در: Lefebvre des Noëttes, pp.77-78.

۳. برای انواع "Fahrer" و "Reiter"، ن.ک. Planhol.1961, p.200.

★ این دو کلمه آلمانی‌اند: Fahrer به قبایلی اطلاق می‌شود که از وسیله نقلیه برای جابه‌جا شدن استفاده می‌کنند و Reiter به آن‌ها می‌گویند که سوار بر پشت حیوانات حرکت می‌کنند. (م)

۴. بررسی جامع تری درباره گاوهای باربر در Planhol.1969b آمده است.

★ عبارت اخیر جایگزینی است برای "گزابه را جلوی گارها بستن" که در زبان فرانسه کابه از شرایطی است که به هم ریختن ترتیب منطقی امور موجب نتیجه‌ای می‌حاصل بشود. (م)

اصل از نوع فارر بوده باشند، چنین فرضی چندان هم بی اساس نیست. البته واژه گردون را در مناطق مختلف ایران می‌شناخته‌اند اما نتیجه تحلیل تفصیلی‌ای که در حوزه منابع ادبی انجام داده‌ایم از این قرار بود که استفاده از این وسیله بیشتر در خراسان و ماوراءالنهر رواج داشته است. محله گردون‌کشان، چوب گردون و گردون یا در شهرهای شرقی ایران (مرو و بخارا) بوده‌اند، و یا در نوشهای دانشمندانی به آن‌ها اشاره رفته است که اصلشان به این مناطق بازمی‌گردد. نیز، محتمل است که همین نوع وسیله نقلیه در هندوستان نیز به کار می‌رفته است. عارف قندهاری نیز واژه گردون را به کار برده و وسایل نقلیه‌ای را که برای حمل مصالح لازم در احداث قلعه آگرا (Agra) – در زمان سلطنت اکبر شاه<sup>۱</sup> – استفاده می‌شد، چنین نامیده است (Qaisar, p.16).

با فرض شباهت اربابه هندی به گردون ایرانی، و به کمک توصیفی که پیترو دلا واله از اربابه هندی ارائه داده است، سرانجام خواهیم توانست به جزئیات فنی این وسیله نقلیه یه ببریم:

”مال‌بندها مانند یوغ ساخته شده‌اند و به هر یک از آن‌ها دو گاو سفید می‌بندند. چرخ‌های این وسیله نقلیه، اگر چه مساوی هستند، اما مثل اربابه‌های ما دوتا دوتا روی یک محور نصب نشده‌اند. هر چرخ محور خاص خود را دارد<sup>۲</sup> که به دو قطعه کوچک چوبی متصل است. این قطعات از بالا آویخته‌اند و همچنین قطعات چوبی دیگری که سقف و بدنه گاری را روی چرخ‌ها نگاه می‌دارند.“ (Valle.II, p.572)

این اربابه‌های هندی به مناسبت مراسمی در دربار شاه عباس اول به او هدیه شدند. ضمن آن که این نکته ارزش این وسایل نقلیه را نزد شاه نشان می‌دهد، گویای این معنا نیز هست که احتمالاً گردون ایرانی در قرن شانزدهم م/دهم ه به کار گرفته نمی‌شده است، کما این که شاه هم گردونی نداشت. احتمال دارد که جای گردون را در آن دوره وسیله نقلیه چرخ‌دار دیگری (اربابه) گرفته باشد، که آن نیز در قرن چهاردهم م/ هشتم ه توسط قبایل ترک مغول به نواحی شرقی ایران وارد شده بود. در غیاب منابع مکتوب، این فرض را باید به کمک شمایل نگاری آزمود.

۱. سومین امپراتور مغول در هندوستان (۱۵۵۶-۱۶۰۵ م/ ۹۶۴-۱۰۱۴ ه).

۲. هندی‌ها از یک نوع محور دیگر نیز استفاده می‌کردند: *الناریوس* در قرن هفدهم م/ بازدهم ه اربابه یک شاهزاده هندی را در قزوین دیده است که ”روی دو چرخ قرار داشت و توسط دو گاو سفید کشیده می‌شد. چرخ‌ها به جای آن که حول یک محور در گردش باشند، بر روی یک میله آهنی نصب شده بودند که زیر بار وزن تمام اربابه در میان شکم داده بود“ (Oléarius, p.663).

## چرخ در مینیاتورهای ایرانی

در بخش قبل دو نوع ارجاع در شاهنامه به وسیله نقلیه چرخ دار را مشاهده کردیم؛ یکی در جهانی واقعی، و دیگری در جهانی اسطوره‌ای. این تمايز برای بررسی سومین گروه از داده‌های ما، یعنی آثار تصویری، ضروری است. بولیه آثار تصویری را گواهی برای رد کاربرد چرخ در حمل و نقل می‌گیرد. او به اتکای سه مینیاتور در نسخه‌های مختلف شاهنامه، نتیجه می‌گیرد که صاحبان این آثار هیچ تصوری از این که دنباله‌بند اسب در یک وسیله نقلیه چه شکلی دارد نداشته‌اند، چرا که هرگز چنین چیزی ندیده بودند. به زعم بولیه، این نکته به انضمام "ارجاعات نادری در ادبیات" نشان‌دهنده فقدان وسیله نقلیه چرخ دار در ایران سده‌های میانی است (Bulliet, 1975, pp. 9-10). شکل ۱، ۲، ۳.

اما، سه تصویر مورد اشاره بولیه مربوط به صحنه‌های نبرد اسفندیار است<sup>\*</sup> که در زمانی اسطوره‌ای رخ می‌دهد: اسب‌ها به نوعی وسیله نقلیه بسته شده‌اند که بر آن صندوقی تعییه شده است تا قهرمان داستان در آن پناه گیرد و از گزند ازدها در امان باشد. از آنجا که توجه نقاش به صحنه‌های قهرمانی معطوف بوده است، این پرسش مطرح می‌شود که آیا او به دلیل وقوع این صحنه‌ها در دنیای خیال، از گرتهداری از زندگی روزمره پرهیز کرده است یا این که زندگی روزمره هیچ نمونه‌ای برای تصویر دنیای خیالی در اختیار او نگذاشته است؟

هر دو فرضیه امکان پذیرند، چرا که وسائل نقلیه‌ای که بولیه تصاویر آن‌ها را در کتاب خود آورده است (بی آن که ذکری از تاریخ ترسیم این تصاویر کرده باشد) از دو نوع مختلف‌اند و نباید به یک شکل تجزیه و تحلیل‌شان کرد. دو وسیله نقلیه نخست به دو اسب، و سومی به یک اسب بسته شده‌اند. دو وسیله نخست عین توصیف فردوسی‌اند که می‌گوید یک جفت اسب گاری اسفندیار را می‌کشیدند. آیا خود فردوسی هرگز چنین وسیله‌ای را ندیده بود؟ حدس دشواری است؛ به ویژه که شاعر برای خلق حماسه خود از منابع ساسانی بهره گرفته است. اما آنچه مسلم است، نقاشان این دو مینیاتور هیچ تصوری از چنین وسیله‌ای نداشته‌اند و آثار ایشان واقع گرایانه نیست. در واقع، صاحبان این آثار کوشیده‌اند تا آنچه را که فردوسی با قلم بیان کرده است به تصویر بکشند و به همین دلیل هیچ کجای آنچه نقش کرده‌اند به یک وسیله نقلیه اسب‌دار شباهتی ندارد.

---

\* پادشاهی گشتاسب، خوان سوم، کشنن اسفندیار ازدها را. (م)

نگاهی بیندازیم به مسأله تاریخ ترسیم این دو مینیاتور. نقاشی اول مربوط به قرن شانزدهم م/دهم هاست<sup>۱</sup> (Bulliet.1969, p.1093)، مقارن دوره صفوی. نقاشی دوم نیز به همان دوره مربوط و از یک مجموعه اشعار مصور اقتباس شده است (Patris, p.29). همان طور که دیدیم در این دوره، سیاح آلمانی، *ثاریوس*، هیچ گونه وسیله نقلیه اسب داری را در ایران مشاهده نکرده است و غیرواقعی بودن تصاویر پیش گفته نیز این موضوع را تأیید می کند. به این ترتیب، شواهد تصویری بولیه هیچ اطلاعات جدیدی درباره استفاده از وسیله نقلیه چرخ دار در ایران پیش از صفوی به ما نمی دهد.

مینیاتور سوم متعلق به قرن چهاردهم م/هشتاد و کلیشه D (Pope.V) و مکتب ایلخانی یا مغول است. این تصویر وسیله ای را نشان می دهد که به سبکی کلاً متفاوت ساخته شده است: ارابه ای است با دو چرخ پره دار که توسط یک اسب کشیده می شود. اسب بین دو بازوی چوبی (brancard) قرار دارد و صندوقی که اسفندیار در آن مخفی می شود روی بازوها نصب شده است. این نقش با الهام از توصیف فردوسی کشیده نشده است و بدون شک نمایی از یک دنباله بند واقعی است. بولیه این تصویر را با دو تصویر دیگر همسان و وسیله نقلیه تصویر شده را غیرواقعی می انگارد؛ تلقی او نادرست است. این گاری در ایران وجود داشته است و ناتوانی نقاش در تصویر کردن آن به شکل دلخواه بولیه را باید بیشتر به حساب قابلیت و قریحة هنرمند گذاشت. مینیاتور دیگری (قرن پانزدهم م/نهم ه) موجود است که صحنه ای از زندگی روزمره را تصویر می کند. این اثر در ۱۴۶۷ م/۱۸۷۲ هـ<sup>۲</sup> (Kühnel, fig.51) و به قلم بهزاد ترسیم شده است و با دقت بسیار ارابه ای را تصویر می کند که دارای دو چرخ پره دار است و توسط یک اسب کشیده می شود که به دو بازوی چوبی بسته شده است. بار ارابه مصالحی است که برای ساختمان یک مسجد حمل می شود. بهزاد به مکتب تصویرگری هرات، پایتحت تیموری، تعلق داشت که از جمله قواعد آن به تصویر درآوردن دقیق جزئیات بود. به این ترتیب دلیلی وجود ندارد که هنرمند را از توان فنی بی بهره بدانیم یا فرض کنیم که واقعیت را نادیده

۱. بولیه در مقاله اش تنها به تاریخ یکی از مینیاتورها اشاره می کند و مشخصات آن با آنچه در کابش آورده است، انتباطق دارد.

۲. در مقاله رودنسون درباره عجله (در دائره المعارف اسلام، Rodinson.1960a, p.211) به این مینیاتور ارجاع داده شده است. هرچند بولیه این اثر را می شناخته اما شاید تصویر یاد شده را در کتاب Kühnel نیافر است.

گرفته است. این ارآبه دقیقاً شیه ارآبه‌ای است که در قرن نوزدهم م / سیزدهم ه توسط موزر توصیف شده است (کلیشه I).

در این زمینه به اطلاعات بیشتری نیاز است اما احتمال می‌رود که ارآبه‌ای که در قرن چهاردهم م / هشتم ه و پانزدهم م / نهم ه نقاشی شده، توسط قبایل ترک و مغول به ایران- یا بهتر است بگوییم به ایران شرقی (که مرکز آن هرات بوده) - آورده شده است. در واقع می‌توان با استناد "به نقاشی‌های دیواری‌ای که در ترکستان چین کشف شده‌اند" (Lefebvre des Noëttes, pp.128-129, fig.128, 129) نتیجه گرفت که وسیله نقلیه‌ای از همین نوع از قرن هشتم م / دوم ه به بعد در این منطقه وجود داشته است<sup>۱</sup>. کافی است کلیشه I این اثر را با شکل ۱۲۹ کتاب لفور دونوت مقایسه کنید تا شباهت کامل میان این دو وسیله نقلیه آشکار شود. ورود این نوع ارآبه با ظهور واژه ارآبه (در قرن سیزدهم م / هفتم ه) نیز مقارن است. احتمال بسیار دارد که این همان ارآبه‌ای باشد که رومنسون در پی توصیف آن بوده است؛ البته تأیید این فرضیه نیازمند شواهد دیگری است.

ممکن است که از این وسیله نقلیه در مناسبات‌های خاصی استفاده می‌شده است. در همان مینیاتور (Kühnel شکل ۵۱) می‌بینیم که از فیل نیز برای حمل مصالح ساختمانی استفاده می‌شود. بدیهی است که برای ساختمان مسجد و سایلی سنگین و نامعمول را به کار می‌گرفته‌اند. با توجه به تاریخ ورود واژه ارآبه به ایران، باید پذیرفت که بین قرن چهاردهم م / هشتم ه و پانزدهم م / نهم ه، و حتی بین قرن سیزدهم م / هفتم ه و پانزدهم م / نهم ه، این وسیله نقلیه را در دیگر ایالت‌های ایران نمی‌شناختند. رومنسون در توصیف مینیاتوری که در قرن پانزدهم م / نهم ه در تبریز کشیده شده است چنین می‌نویسد: یک جور خیمه مغولی است، که بی‌شک بر چرخ‌هایی سوار شده است و توسط چند اسب کشیده می‌شود و جسد غازان خان را (در سال ۱۳۰۴ م / ۷۰۴ ه) به تبریز حمل می‌کند (Rodinson.1960a, p.211). این امر که برای کشیدن این وسیله نقلیه از چند اسب استفاده می‌شده است نشان می‌دهد که با ارآبه پیش‌گفته تفاوت دارد. افزون بر این، هیچ تصوری از تعداد چرخ‌های این وسیله نداریم. در قرن سیزدهم م / هفتم ه، کماکان در تبریز، به گاری چهار چرخی بر می‌خوریم که توسط یک اسب کشیده می‌شده است (همان‌جا). وقتی این مینیاتور (Blochet، کلیشه XLI)

را، که رودنسون به آن ارجاع می‌دهد، بررسی می‌کنیم هیچ اثری از اتصال میان اسب و گاری به چشم نمی‌خورد و قرابتی با اربابه هرات ندارد.

به این ترتیب، در غرب ایران و در دوره‌ای که تبریز مرکز آن ولایات بود، تصویرپردازی‌ها از خصلتی برخوردارند که بولیه آن را به بی‌تفاوتو نسبت به جهان واقعی نسبت می‌دهد. اما نهايتأً يك پرسش باقی می‌ماند که به نحوی دکارتی است، و می‌تواند این فرضیه را قدری تغییر دهد: اگر نقاش هرگز وسیله نقلیه چرخداری در پیرامون خود ندیده است، چگونه می‌توانسته آن را تصور کند، حتی اگر زایده تخیلش با واقعیت انطباق نداشته باشد؟ دو پاسخ می‌توان در نظر گرفت: يكى اين که نقاش بر اساس شنیده‌هایش تصویری گمراه‌کننده از نوعی وسیله نقلیه چرخدار را در ذهن پرورانده است. در این صورت، آن "شنیده‌ها" باید از سرزمینی که در آن این نوع وسیله نقلیه به کار می‌رفته است، به گوش او رسیده باشد؛ به بیان دیگر، از غرب یا از گرجستان. پاسخ دیگر این است که نقاش از منابعی نزدیک‌تر و ملهم از زندگی روستایی بهره گرفته است که در آن اربابه‌ها را برای حمل بار در مزرعه به کار می‌بردند و به گاوها می‌بستند. در این صورت، با توجه به این که او با روش اتصال دنباله‌بند به گاو از طریق یوغ آشنا بوده است، به دشواری می‌توانسته است اتصال دنباله‌بند به اسب را به تصور درآورده باشد.

### كاربردهای دیگر چرخ

به طور کلی، می‌توان دید که چرخ نقش مهمی در حمل و نقل در ایران بازی نکرده است. در سایر حوزه‌های فنی که استفاده از آن می‌توانست مبسر شود، نیز نقش چندانی نداشته است. می‌دانیم که توپخانه صفوی برای نقل مکان از عراده استفاده می‌کرد. اما این امکان نیز وجود دارد که صفویان از روش‌های دیگر حمل توب هم استفاده کرده باشند. نادرشاه، سرسلسله جانشین صفوی، در ارتش خود ۱۲۰ قبضه توب داشت اما به این تعداد پایه توب در اختیار نداشت. این امر سبب شد که هر توب را بر پشت دو الاغ که دنبال هم حرکت می‌کردند بینندند<sup>۱</sup> (اشرفیان، ص ۱۵۰).

۱. این روش مشابه روشی است که ایرانیان برای حمل و نقل زنان اشرافی بر روی تخت روان از آن استفاده می‌کردند. دالمنی دو عکس از آن را در کاب خود آورده است (عکس II ص ۳۳ و عکس III ص ۱۶۲). گرو-گوران بر آن است که این روش حمل در اروپا و آسیا شاخته شده بود (Leroi-Gourhan, 1971, p. 131).

حتی اگر توب‌ها بر پایه توب سوار بوده باشند باز معلوم نیست که چرخ‌ها می‌توانستند در راه‌هایی که به این منظور تعییه نشده بودند، دوام بیاورند. چرخ‌های عراده‌هایی که هیأت نمایندگی دوکنشین شلسویگ-ھلشتاین (که التاریوس نیز همراه آن بود) در اردبیل ساخته بود، صدھا کیلومتر دورتر "در چنان وضعیت بدی قرار داشت که جناب سفیر بروگمن را متقادع کردیم که شش توب بزرگ‌تر را در محل باقی بگذارند" و فقط کوچک‌ترها را ببرند (Oléarius, p.650).

در حقیقت، مطمئن‌ترین راه حمل و نقل مثل همیشه استفاده از حیوانات باربر بود. بولیه احتمال می‌دهد که زنبورک یکی از نتایج این اقتصاد "بدون چرخ" بوده است. زنبورک (کلیشه II) سلاح معروف ایرانی بود که بر پشت شتر حمل می‌شد و از این نظر نسبت به غرب پیشرفته‌تر بود. به این ترتیب، توبخانه ارتش ایران علاوه بر حمل توب‌های سنگین به وسیله حیوانات باربر، توب‌های سبک را نیز بر پشت احشام نصب می‌کرد. در اوایل قرن نوزدهم م/سیزدهم ه و همزمان با اعمال اصلاحات در ارتش ایران "سلاح نحیفی که زُمبَرَک (zombarek) [زنبورک] نامیده می‌شد، جای خود را به توبخانه‌ای منظم و مجهز به اسب داد. تنها در این هنگام بود که به مرمت چند رشته راه اصلی پرداختند..." (Drouville.I, pp.II-III).

اما در مورد فرغون؛ این وسیله در قرن دوازدهم م/ششم ه در غرب ظهرور کرد (Lefebvre des Noëttes, p.12) و کار حمل انفرادی مصالح را آسان کرد. بولیه یادآوری می‌کند که امروزه در تهران فرغون را به عنوان اختراعی محلی نمی‌شناسند چرا که آن را وارد می‌کنند (Bulliet.1975, p.222). هیأت باستان‌شناسان فرانسوی که در قرن نوزدهم م/سیزدهم ه به شوش اعزام شد، به رغم تلاش بسیار، نتوانست نحوه استفاده از فرغون را به کارگران ایرانی بیاموزد: "فرغون قادری لنگ می‌زند. اما این موضوع مهمی نیست چرا که ما نتوانستیم کارگران خود را برای استفاده از این وسیله کوچک تربیت کنیم. آن‌ها فرغون را چهارنفری، مانند یک برانکارد، بلند می‌کنند: دو نفر دسته و دو نفر چرخ آن را می‌گیرند." (Dieulafoy.1990b, p.244). علت این است که برای انتقال مصالح در ایران از نوعی برانکارد استفاده می‌شود که به همین طریق حمل می‌شود. در یک مینیاتور، که توسط بهزاد در ۱۴۹۴ ه/۱۹۰۰ م (Kühnel) کلیشه ۵۲) کشیده شده است، دو مرد دیده می‌شوند که مصالح را در نوعی برانکارد، که به آن زیبه می‌گویند، حمل می‌کنند ولی فرغونی به چشم نمی‌خورد (کلیشه III). در معادن نیز نشانی از کاربرد گاری برای تخلیه سنگ معدن به چشم نمی‌خورد. ژ. ڈمورگان نمونه‌ای از روش استخراج معدن در قفقاز را نقل می‌کند که می‌توانسته

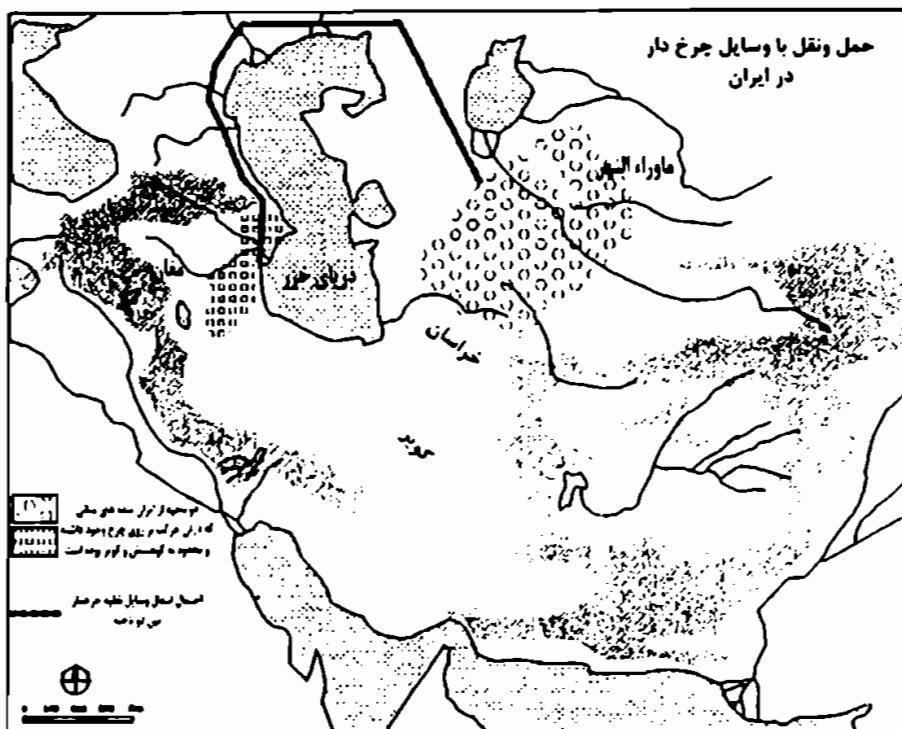
مورد استفاده ایرانیان نیز باشد: "استخراج به کمک زنیل (کیسه‌هایی از پوست گاو که کارگران بر پشت خود حمل می‌کنند) انجام می‌شد و کماکان نیز به همین روش عمل می‌شود". هر کارگر، در هر رفت و برگشت،... ۵۰ تا ۸۰ کیلوگرم کانی را جابه‌جا می‌کند. به آسانی می‌توان پی برد که بهره‌برداری از معادن با چنین روشی بسیار کند و نسبتاً پرهزینه بوده است" (Morgan. 1886, p.11).

چرخ در کشاورزی نیز حضور نداشت<sup>۱</sup>. خیش ایرانی صرفاً وسیله‌ای بود که روی زمین کشیده می‌شد، حال آن که در ارمنستان و گرجستان، خیش بر روی چرخ حرکت می‌کرد. در یک رساله کشاورزی به زبان فارسی، که در قرن چهاردهم م/ هشتم ه نگاشته شده، آمده است که این نوع خیش را کوتان می‌نامیدند و به قسمی ساخته می‌شد که یک گردون آن را همراهی کند (رشید الدین فضل الله همدانی. ۱۳۶۸، ۱۳۹). مؤلف این رساله احتمالاً رشید الدین فضل الله همدانی معروف، وزیر بزرگ ایلخان، بوده است که پس از ستایش بلندبالایی از کارایی این وسیله، می‌افزاید "و اگر معنی و طریقه ساختن و احوال آن بدانند، در همه ولایات بسازند" (همانجا، صص ۱۴۰-۱۴۱). ظاهراً، به رغم نیت خیر این وزیر، این نوع خیش هرگز از محدوده موطن خود پا فراتر نگذاشت.

اما، در کاشان گونه غریبی از کاربرد چرخ به چشم می‌خورد. گوسفندهای ایرانی زائده بزرگی از چربی دارند که ذنبه نامیده می‌شود و گاه رشد آن چنان چشمگیر است که گوسفندداران مجبور می‌شوند "از آبه کوچکی زیر آن بگذارند" (Dieulafoy. 1989, p.197). قطع نظر از این کاربرد نامتعارف، حیطه استفاده از چرخ به چند گونه وسیله نقلیه محدود باقی می‌ماند.

\*\*\*

۱. تصویر این زنیل‌ها نیز در کلبه III دیده می‌شود.
۲. ما خرمن کوب را در زمرة و سابل نقلیه چرخ دار به حساب نمی‌آوریم. چرا که خرمن کوب روی دو چوب خمیده حرکت می‌کند و چرخ‌های آن صرفاً برای کوییدن گندم به کار می‌روند و در حرکت نقشی ندارند.
۳. در شکل ۴ تصویری از این ماشین را مشاهده می‌کنید.



نقشه شماره ۲ - مکان جغرافیایی دو ناحیه‌ای که حرکت بر روی چرخ در آن وجود داشته و ارتباط ممکن بین آن دو.

خلاصه این که، در تاریخچه فنون در ایران، به جز ازابه‌هایی که توسط گاو کشیده می‌شدند، دیگر وسایل نقلیه چرخ دار نقش ناچیزی ایفاء کرده‌اند. از دوران باستان که بگذریم، وسیله‌ای موسوم به ازابه در فاصله قرن‌های سیزدهم ه/ هفتم ه و پانزدهم ه/ نهم ه در ایران پدیدار شد که به گونه دیگری از وسیله نقلیه، که در قرن هشتم ه/ دوم ه در آسیای میانه و چین ظهرور یافته و در دوران مغول به ایران آورده شده بود، شباهت زیادی داشت. در آغاز سلطنت سلسله صفویه (۱۷۲۲-۱۵۰۱ ه/ ۱۱۳۵-۹۰۷ ه)، و به رغم وجود چند راه سنگفرش، این وسیله از صحته حمل و نقل در ایران ناپدید شد. در همان دوران، گاری‌ای با منشا گرجی به شکل محدود در ایران به کار گرفته شد<sup>۱</sup>. در اواخر

۱. با این حال، واژه ازابه کماکان به کار می‌رفت، اما مورد استعمال آن به حمل و نقل توب محدود مانده بود. منشی، تاریخ‌نگار دوره صفوی، از این واژه فقط به این معنی استفاده کرده است (منشی، صص ۴۲، ۷۱، ۳۱۹، ۴۱۳، ۶۲۰ و مانند آن). ممکن است ازابه مورد استفاده صفوی‌ها برای حمل توب از روی همین ازابه‌ای که ادامه در صفحه بعد ←

قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه بود که در شکوه‌های اروپایی در خیابان‌های پایتخت به حرکت در آمد. تنها وسیله نقلیه‌ای که در سال‌های نخست قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه در ایران وجود داشت، "یک درشکه چهارنفره بود که سفارت فرانسه به شاهزاده هدیه داده بود. این درشکه در توقفگاه خود پوسید." (Drouville.I, p.57) (Benjamin, p.72). در ۱۸۸۷م/ ۱۳۰۵ه، بیش از ۵۰۰ درشکه اروپایی در تهران حرکت می‌کرد (Benjamin, p.72). به این ترتیب، چندین دهه پیش از آن که خودروهای اروپایی به ایران وارد شوند، درشکه‌هایی که توسط اسب کشیده می‌شدند مسیر حرکت آن‌ها را سنگفرش کرده بودند. در زیر نقشه تاریخی چرخ در ایران را می‌بینیم.

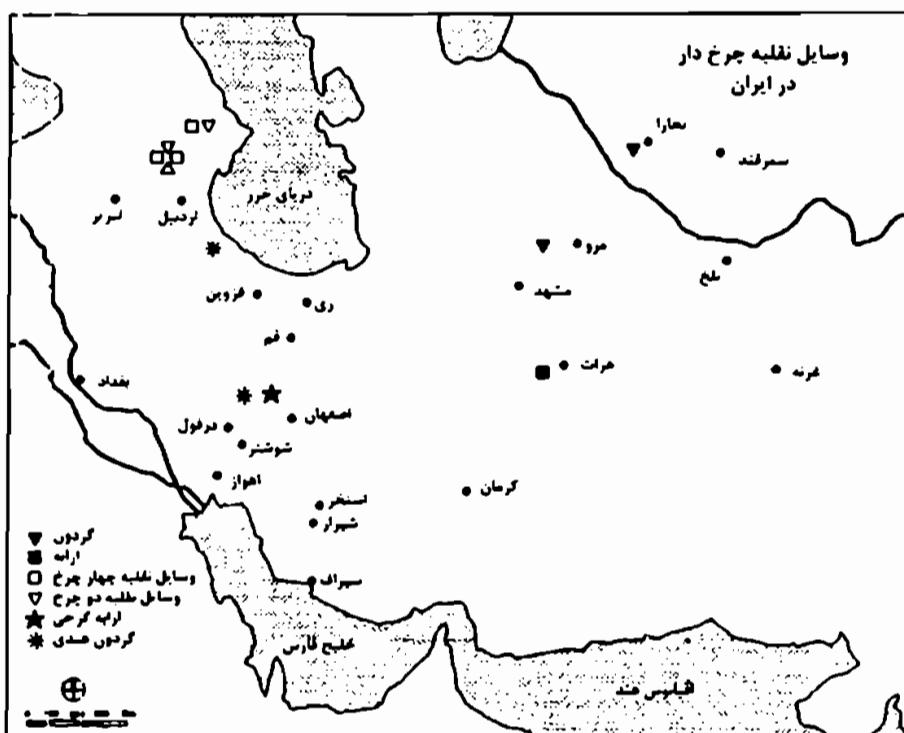
استفاده از چرخ در نواحی مختلف ایران به صورت یکنواخت توزیع نشده بود. فرض بر این است که گردون در ایران شرقی به کار می‌رفت؛ این ناحیه، از جنوب مستقیماً با هند و از شمال با آسیای میانه ارتباط داشت. از آبه از آسیای میانه به شرق ایران آمد. اما گاری گرجی و گونه‌ای از وسیله نقلیه چهارچرخ (که احتمالاً منشاء روسی داشته است) وسایل نقلیه‌ای بودند که در دشت‌های شمال غرب ایران از آن‌ها استفاده می‌شد. سرانجام، در جنوب، چرخ شناخته شده نبود. در نقشه شماره ۲ این دو ناحیه را (که حرکت بر روی چرخ در آن رایج بود) در میان کوهستان‌های اطراف که مانع از حرکت وسایل نقلیه چرخ دار به نواحی داخلی ایران می‌شدند، مشاهده کنید. در نقشه شماره ۳ گونه‌های مختلف وسایل نقلیه چرخ دار را در این دو ناحیه می‌بینید.

به نظر ما، به احتمال بسیار قوی، بین این دو ناحیه محصوره، به واسطه مسیری که ساحل دریای خزر را از شمال دور می‌زده است، ارتباط برقرار بوده است. می‌دانیم که این بطوره، از قسطنطینیه حرکت کرد و پس از عبور از مرز امپراطوری عثمانی به آستراخان، بر دهانه رود ولگا و ساحل غربی دریای خزر، رسید و توانست به وسیله از آبه مسیر خود را تا خوارزم که بر ساحل شرقی دریای خزر واقع است ادامه دهد. عبور از ولگا با از آبه طبعاً جز در زمستان که سطح رودخانه بخ می‌بست، میسر نبود. مسیر طی شده توسط این بطوره نشان می‌دهد که شرایط جغرافیایی در شمال دریای

→ ادامه از صفحه قبل

توسط مغولان به ایران آورده شده بود، گرته برداری شده باشد. اما احتمال دیگر نیز این است که ثباتت بین توپی که در دوران صفوی از اروبا به ایران آورده شد و از آبه مغولی چنان بوده است که ایرانیان آن را از آبه نامیده باشند ...

خزر برای جابه‌جایی بر روی چرخ مناسب بوده است و احتمال دارد که برخی وسایل نقلیه چرخ دار توانسته باشند از آسیای میانه تا دشت مغان طی طریق کنند.



نقشه شماره ۳ - توزیع جغرافیایی گونه‌های مختلف وسائل نقلیه چرخ دار

نحو چرخ در حمل و نقل موجب می‌شود که انسان‌ها و حیوانات باربر انرژی بیشتری مصرف کنند. بدینهی است که استفاده از دنباله‌بندهای جدید، ضمن کاهش این مصرف انرژی، امکان آن را هم فراهم می‌آورد که "اندازه وسایل نقلیه و وزن محمولة آن‌ها نیز افزایش یابد" (Lefebvre des Noëttes, p.124). اما در ایران، حمل و نقل اشیای حجمی فقط به وسیله نیروی انسانی میسر می‌شد. مثلاً، هدایای بزرگی که انگلیسی‌ها در اوایل قرن نوزدهم م/سیزدهم ه به پادشاه ایران تقدیم کردند، آن قدر دست و پا گیر بود که نمی‌شد آن را بر پشت شتر کنند. ناچار، در غیاب هر گونه وسیله نقلیه چرخ دار، این هدایا را از بوشهر تا تهران (حدود ۱۰۰۰ کیلومتر) بر شانه باربران حمل کردند. ناگفته بود که این اشیاء در چه وضعیت ناگواری به مقصد

رسیدند<sup>۱</sup> (Morier.1818, p.197). طرفه این که، هدایای تقدیمی به حضور ملوکانه از جمله شامل چندین درشكه نیز بود.

حمل و نقل اشیای جاگیر توسط باربرها<sup>۲</sup> فقط خاص اثناهه تجملی نبود. پیش از آن نیز نادرشاه چوبهایی را که برای ساختن کشتی‌های ناوگانش لازم داشت، به همین طریق از استان‌های ساحلی دریای خزر به سواحل خلیج فارس حمل کرده بود (همان‌جا، صص ۳۸-۳۹). البته این ناوگان هرگز ساخته نشد.

این‌جاست که محدودیت یک نظام حمل و نقل بدون چرخ آشکار می‌شود. در هر دو نمونه ذکر شده، برای سازمان دادن عملیات حمل و نقل به اتكای کار اجباری افرادی که باید نقش باربر را ایفا می‌کردند، دخالت دولت لازم بود. خشونتی که نادرشاه بر این افراد روا داشت چنان‌دهنده بود که وحشت آن هرگز از خاطره ساکنان مناطقی که محموله از آن می‌گذشت زدوده نشد (همان‌جا). از قضا، نادر قصد داشت برای انتقال چوب از شمال به جنوب ایران، دست به کار ساختن ارابه بشود (Lockhart.1938, p.214) اما ابتدا باید راه‌ها ساخته شوند و این به مراتب از ساختن ارابه و کشتی دشوارتر بود.

ج.ج.المر، که در اوآخر قرن نوزدهم م/سیزدهم ها ز ایران بازدید کرده است، بر آن است که فقدان چرخ در وسائل ارتباطی تأثیری مستقیم بر ذهنیت افراد گذاشته است که همانا انتقال نیافتن تبحرهاست. در گزارشی که المر از مأموریت علمی خود در ایران می‌دهد، آمده است: "ویژگی بدیع ایران در عصر حاضر، فقدان وسائل ارتباطی در آن است. همه‌چیز با کاروان حمل می‌شود. این قبیل حمل و نقل بسیار پرهزینه است و صنایع ایران نیز بسیار به ندرت از آن بهره می‌گیرند. در نتیجه، در هر ایالتی عملاً نوعی حمایت گرایی به چشم می‌خورد که تبعات خود را نیز در پی دارد"؛ و از آن جمله "تنوع وافری که در روش‌های تولید در شهرهای مختلف وجود دارد."

۱. درباره همین دشواری حمل و نقل اشیای حجمی بین بوشهر و شیراز، لئنی، حین سفرش به اصفهان، به زبانی شاعرانه‌تر چنین می‌نویسد: "سبس خانم وان ل. (Van L.) آرزوی همیشگی اش را با من در میان گذاشت: آوردن یک پیانو به شیراز؛ به او قول یک پیانوی چندتکه را دادیم که بتوان تکه‌هایش را بر پشت الاغ حمل کردا... یک پیانو در شیراز؟! چه بی‌ربط!... وقتی فکرش را می‌کنم، اصلاً نمی‌توانم این پیانو را، حتی به صورت تکه‌های از هم جدا، مجسم کنم که دارد شبانه بر پشت الاغ‌ها از تپه ماهورهای ناهموار ایران بالا و پایین می‌رود." (Loti, p.96).

۲. حرفة باربری همواره در ایران وجود داشته است. در اوآخر قرن نهم، در مأوراه‌النهر و در زمان سامانیان، از هر باربر یک درهم و از هر شتر دو درهم باج گرفته می‌شد (Barthold, pp.239-240).

المر دارهای نساجی یزد را شاهد می‌آورد که، از صد سال پیش از آن، از دارهای نساجی کرمان به مراتب کارآتر بوده‌اند (Olmer, pp.4-5) و کرمانی‌ها برای به کف آوردن این فنون پیشرفته‌تر به هیچ تلاشی دست نزدند.

اشارة‌المر درباره حمل و نقل با حمایت گرانی شهرها در ایران قطعاً درست است. اما نتیجه‌گیری او که اختلاف‌های فنی بین شهرهای ایران را وابسته به نبود وسائل حمل و نقل می‌داند، به نظر درست نمی‌آید. چرا که هر چند فقدان یک نظام حمل و نقل کارامد عاملی تعیین‌کننده است، اما به تنهایی نمی‌تواند تنوع یک فناوری را در ایران توضیح دهد. اولًا به این دلیل که با استفاده از همان وسائل نقلیه، در طول قرن‌ها کالاها و فنون جایه‌جا شده‌اند و حتی از ایران به کشورهای دوردست انتقال یافته‌اند و چیزی مانع از این تجارت نشده است. دیگر این که در یک منطقه، دو نوع فناوری مربوط به دو دوره متفاوت هم‌زمان با هم وجود داشته است، بی آن که یکی به طور قطعی جایگزین دیگری بشود. از آباهای که به نواحی شرقی ایران آورده شده بود، نمی‌توانست در سیستم فنی‌ای که به صورت محدود و جسته گریخته، آن هم فقط در روستاهای از چرخ بهره می‌گرفت، جاییفتند. لرو-گوران به درستی درباره انتشار فنون اشاره می‌کند که:

نمی‌می‌گذرد که انتشار فنون را دارای ارزشی ثابت یینگاریم. در راستای زمان و مکان روشن است که توده‌ای همگن از مضماین، به طور یکتاخت از یک نقطه مرکزی به سمت سرحدات متشر نمی‌شود: هر خطی که از این گروه در حال گسترش جدا می‌شود، وقی به گروه دیگری می‌رسد به طور مستقل عمل می‌کند. مثلاً، مشاهده می‌کنیم که چاقو در زمانی کوناه و بدون هیچ گونه تمايزی میان اقوام همه گیر می‌شود اما گاری گاوی نزد برخی اقوام فوراً مقبول واقع شده و نزد دیگران به کل مطرود می‌ماند. (Leroi-Gourhan, 1973, p.430).

در ایران نیز، گاری گاوی حفظ جایگاه خود را در سیستم فنی مدیون موققیتی است که به دست آورده بود؛ در حالی که از آباهه اسپی، از آن جا که نتوانست هیچ موققیت فنی‌ای کسب کند، به بوته فراموشی سپرده شد.

## فصل دوم

### چوب

چوب یکی از ارکان یک سیستم آغازه‌گفنی به شمار می‌آید: چوب هیزمی (یا سوخت) برای کار انداختن صنایع سرامیک و شیشه، ذوب فلزات، تولید شکر؛ و چوب صنعتی (یا ساخت) برای ساختن چرخاب‌ها، آسیاهای دارهای نساجی، کشتی‌ها، ساختمان‌ها، خیش و نمونه‌های بسیار دیگر.

در ایران سده‌های میانی، تهیه چوب کار آسانی نبود، زیرا به جز چند منطقه مشجر و جنگل‌های حاشیه دریای خزر، تقریباً در هیچ جای ایران چوب وجود نداشت. نقشه‌ای که اج.بیک از پوشش گیاهی ایران امروزی تهیه کرده است، نشان می‌دهد که "جنگل‌های سرو کوهی، در دامنه خشک داخلی کوههای البرز و خراسان، تا بیش از ۹۵٪ نابود شده است و ۱۰۰٪ ترکیب درختان پسته و بادام فلات داخلی از بین رفته است. نسبت جنگل‌های بلوط و سرو کوهی زاگرس که در وضعیت اولیه خود باقی مانده‌اند، حداقل ۱۰٪ است، حال آن که از بیشهزارها بیش از یک ششم باقی نمانده است. تنها جنگل‌های حاشیه دریای خزر هستند که نسبتاً حفظ شده‌اند" (Planhol.1969a, p.625). حال سؤال این است که در ایران سده‌های میانی چگونه چوب تهیه می‌شده است و این که آیا فضای جنگلی آن دوره به اندازه امروز تهی بوده است یا خیر. سعی خواهیم کرد به کمک داده‌های پراکنده‌ای که در اختیار داریم نخستین پاسخ‌های این پرسش‌ها را ارائه دهیم، اما این موضوع به هر حال نیازمند پژوهش‌های ژرف‌تر است.

## چوب ساخت (صنعتی)

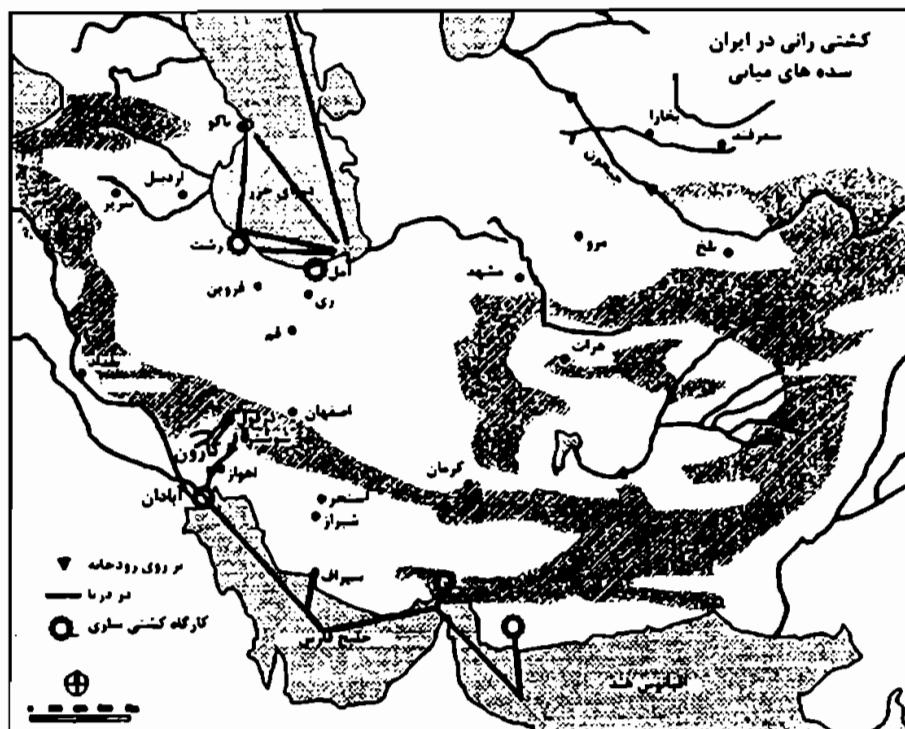
نادرشاه می خواست در سواحل خلیج فارس ناوگانی بسازد<sup>۱</sup> و دشواری های تهیه چوب ساخت برای این منظور او را واداشت تا از جنگل های حاشیه دریای خزر که تا آن موقع دست نخورده مانده بود، بهره گیرد. درختان این جنگل ها که در دامنه های شمالی رشته کوه های مرتفع البرز واقع اند، به دلیل دشواری دسترسی، از گزند قطع شدن در امان مانده بودند و "به منظور تولید انبوه زغال چوب برای مصرف مراکز شهری اصلی، که همگی در دامنه جنوبی کوه ها و در فلات داخلی ایران واقع شده اند، مورد استفاده واقع نشدند" (Planhol. 1969a, p.632).

علاوه بر فقدان امکان دسترسی از طریق جاده، عامل دیگری نیز به حفظ پوشش درختی جنگل های حاشیه دریای خزر کمک کرده، و آن از این قرار است که هیچ راه آبی ای این جنگل ها را به فلات داخلی مرتبط نمی کرد و به این ترتیب امکان حمل چوب از طریق رودخانه وجود نداشت. بدینهی است که ارزش تجاری جنگل منوط به این است که بتوان به آن داخل شد. نبود جاده های گاری رو و راه های آبی به طور قطع مانع از نابودی جنگل ها می شود. به این ترتیب بود که نادرشاه مجبور شد از "رودخانه انسانی" اش برای حمل چوب از سواحل دریای شمال به سواحل دریای جنوب بهره گیرد. قطع تدریجی درختان که بین دوره هخامنشی و سده های میانی صورت گرفته بود، باعث شده بود که در واقع ذخیره دیگری برای تهیه چوب در حد فاصل دو دریای شمال و جنوب باقی نماند و جنگل های حاشیه خزر یکی از تنها انتخاب های ممکن بود. نادرشاه کشتی های خود را از سورت (بندری در ساحل غربی هند) تأمین می کرد (Lockhart. 1938, pp.78-79, 213). آیا هدف نادر از اقدام به برپا کردن کارگاه های کشتی سازی، تأمین استقلال اقتصادی و نظامی خود بود یا صرفه جویی در هزینه واردات؟ به هر تقدیر چوب جنگل های شمال بعد از ۶۰ روز به خلیج فارس رسید (همانجا، ص ۲۱۴). مشکل بعدی این بود که نادرشاه کشتی ساز در اختیار نداشت و در نتیجه یک نفر اروپایی را که هیچ چیز از این فن نمی دانست به ساخت کشتی بزرگی در بوشهر واداشت. ساخت این کشتی هرگز به پایان نرسید و بدنه نیمه کاره آن سال ها در کارگاه بر جای ماند (همانجا، صص ۲۲۰-۲۲۱). بعد از این تجربه، دیگر از جنگل

حاشیه خزر برای انجام طرح‌های عظیم شاهانه هیچگونه بهره‌برداری صورت نگرفت و جنگل از اقبال حفظ تمامیت خود برخوردار شد.

با توجه به عدم جریان رشته رودخانه‌های قابل کشتی رانی در ایران مرکزی، تنها در ماوراء النهر، خوزستان و سیستان بود که کشتی رانی در آبراه‌ها صورت می‌گرفت (نقشه ۴). در ماوراء النهر، رود جیحون قابل کشتی رانی بود (مقدسی، ص ۳۲۳). در ایام رونق اقتصادی خوارزم تحت سلسله خوارزمشاهیان (۱۲۰-۱۲۴ هجری / ۱۱۹۴-۱۲۰ میلادی)، غله را از بلخ به وسیله کشتی وارد می‌کردند (حافظ‌ابرو، ص ۶۰). در سیستان رود هیرمند قابل کشتی رانی بوده و برای مرمت آن باج می‌پرداخته‌اند (تاریخ سیستان، ص ۳۴). در قرن نهم م/سوم ه، یعقوب لیث (متوفی در ۸۷۸ م/۲۶۵ ه) غنایم جنگی خود را با بیش از دویست قایق از بُست در افغانستان به سیستان ارسال کرد (همانجا، ص ۲۰۶). در قرن دهم م/چهارم ه/حمل و نقل رودخانه‌ای بر روی کارون (در خوزستان) از اهمیت زیادی برخوردار بود (مقدسی، ص ۴۱۲-۴۱۱). هر چند به دلیل اختلاف سطحی فاحش در نزدیکی اهواز، می‌بایست بار و مسافران را در یک طرف این سد طبیعی پیاده می‌کردند و در طرف دیگر بر قایق‌های دیگری سوار می‌کردند، تردد قایق‌ها زیاد بود و به زعم کسری شهر اهواز زایده همین پیاده و سوار شدن‌ها بوده است (کسری، ص ۱۹۵).

درباره ظرفیت و فنون ساخت این کشتی‌ها اطلاع چندانی در دست نیست. فقط این را می‌دانیم که کارگاه‌های کشتی‌سازی در سواحل دریای خزر و برخی شهرهای بندری خلیج فارس واقع شده بودند. در قرن دهم م/چهارم ه، در آبادان (ساحل خلیج فارس) دکل (تیر) کشتی می‌ساختند (حدود‌العالم، ص ۱۳۹) و این تیرها بر دو گونه بودند: آبادانی و سامانی و سازندگان کشتی این نوع دکل‌ها را خوب می‌شناختند (همانجا). درباره فنون ساخت این کشتی‌ها نیز اسناد قلیل چندی یافته‌ایم. مارکو پولو نوشته است که ساکنان هرمز (ساحل خلیج فارس) "سفاین متعددی دارند که بسیار نامناسب، سست و خطرناک‌اند و موجب هلاکت بسیاری از این ساکنان می‌شوند چرا که مانند سفاین ما با میخ‌های آهنی ساخته نشده‌اند. چوبی که برای ساختن آن‌ها به کار رفته است از نوعی سخت و همچون سفال شکننده است... به کمک مته‌های آهنی در تخته‌های بدنه سوراخ‌هایی کم و بیش دقیق ایجاد می‌کنند و سپس با استفاده از میخ‌های چوبی کوچکی آن‌ها را به هم بند می‌کنند. بعد تخته‌ها را به وسیله طناب‌هایی از جنس پوست درخت نارگیل هند، به هم می‌دوزند... این سفاین یک دکل، یک بادبان و یک سکان دارند ولی روباز هستند" (Marco Polo, p.104).



نقشه شماره ۴ – امکانات کشتی رانی در ایران سده‌های میانی

کلاویخو نیز که در فاصله سال‌های ۱۴۰۳/۱۴۰۶ و ۱۴۰۹/۱۴۱۰ به ایران سفر کرده است، همچون مارکو پولو، نقل می‌کند که قایق‌هایی که در خلیج فارس شناورند همگی از چوب ساخته شده‌اند. میخ‌های آن‌ها آهنی نیست و از چوب ساخته شده است؛ تخته‌های میخ شده در هم کلاف می‌شوند تا استحکام استخوان‌بندی بدن را افزایش دهند (کلاویخو، ص ۱۶۹). به زعم نویسنده دستنوشته فارسی شماره ۷۲۷ تخته‌ها از چوب درخت نارگیل یا خرما تهیه و قیراندود می‌شد. تیر کشتی را از چوبی نسبتاً محکم می‌ساختند<sup>۱</sup> و هدایت بادیان از طریق طنابی صورت می‌گرفت که بر گرد طوقة قرقه‌ای در بالای تیر می‌چرخید.

درخت نارگیل از هند به ایران آمده بود (Miquel, p.448) اما کاشت درخت خرما در جنوب غربی ایران بسیار رایج بود. بنابراین، روشی که در دستنوشته ما برای ساخت

۱. تیرهای کشتی می‌توانند ساخت آبادان بوده باشد.

کشتی‌ها ذکر شده، روش رایج در جنوب ایران است. این روش مشابه روشی است که اکنون در بحرین برای ساخت کشتی به کار می‌برند و الحسن و هیل به اختصار به شرح آن پرداخته‌اند (al-Hasan & Hill. 1988. p.123). از این کشتی‌ها برای تجارت با کشورهای آسیا، آفریقا و سایر کشورهای خلیج فارس استفاده می‌شد و به نقل از نزهت القلوب (۱۳۲۹م / ۱۷۳۰ھ)، این تجارت چنان پررونق بود که ساکنان بحرین به راهنمی دریایی روی آوردن (مستوفی، ص ۱۶۵). اما هرگز در خلیج فارس چیزی به نام نیروی دریایی ایران ایجاد نشد. در سال ۱۲۲۸م / ۱۶۲۶ھ، اتابک ابوبکر زنگی از آن جا که کشتی‌ای در اختیار نداشت از فتح جزیره کیش در خلیج فارس عاجز ماند و مجبور شد برای نیل به مقصد خود با حاکم هرمز که کشتی‌هایی در اختیار داشت پیمان بیند. حاکم هرمز جزیره را فتح کرد اما به پیمان خود وفا نکرد و اتابک ابوبکر زنگی، مانند نادرشاه در قرن هیجدهم م / دوازدهم ه، مجبور شد برای خود اقدام به ساخت کشتی کند (وصاف، صص ۱۰۵-۱۰۴)، اما معلوم نیست که موفق هم شد یا خیر.

کشتی‌رانی در دریای خزر نیز از نوع تجاري بود و هیچ نیروی دریایی وجود نداشت<sup>۱</sup>. در شمال نیز در قرن دهم م / چهارم ه کارگاه‌های ساخت کشتی دایر بود. به نقل از حدودالعالم، در آمل (مازندران) و در گیلان تیر کشتی تولید می‌شد (حدودالعالم، ص ۱۳۵، ص ۱۳۷). مقدسی نقل می‌کند که این کشتی‌ها "بزرگ بودند و پرچ شده و قیراندو" (مقدسی، ص ۳۶۲). در این ایالات با توجه به این که چوب نارگیل و خرما یافت نمی‌شد از انواع دیگر چوب که در جنگل‌های حاشیه خزر موجود بود استفاده می‌کردند.

ابن اسفندیار (۱۲۱۶م / ۱۶۱۳ھ) نقل کرده است که مازندران با بلغار (روسیه) و سقسین (بندری در شرق دریای خزر) تجارت می‌کرد. سه ماه طول می‌کشید تا کشتی‌ها به سقسین برسند و برای بازگشت هشت روز لازم بود (عین نقل قول). آمل بازار کالاهایی بود که از روسیه و سقسین وارد می‌شد و تجار هندی، سوری و ایرانی

۱. بار دیگر نادرشاه بود که حقیقتاً به برپایی یک نیروی دریایی اندیشید. این بار یک سازنده کشتی نیز در خدمت داشت و توانست چند کشتی بازد اما این ناوگان پس از مرگ او به حال خوبیش رها ماند (Lockhart. 1938, pp.204, 289).

برای خرید به آن جا می‌آمدند. در مقابل، اجناسی که از بغداد، خوزستان و فارس آمده بود، از طریق دریا صادر می‌شد (ابن اسفندیار، ص ۸۰).

بنا به گفته بعون، "ترک‌های آسیای میانه و مغول‌ها کشتی رانی نمی‌کردند. پس از تهاجم‌های قرن سیزدهم م/ هفتم ه و چهاردهم م/ هشتم ه، هیچ بندری در بخش ایرانی حاشیه دریای خزر احداث نشد (Bémont.II, p.106). اما تجارت دریایی در این فاصله متوقف نشد. به نوشته مستوفی (۱۳۲۹ه/ ۱۷۶۰م)، کشتی‌هایی که از روسیه و گیلان حرکت می‌کردند، در جزیره‌ای واقع در دریای خزر به نام نیم‌مردان (در ده کیلومتری استرآباد) لنگر می‌انداختند (مستوفی، ص ۱۹۹). همچنین، کشتی‌هایی از گرگان و شیروان به مقصد گیلان حرکت می‌کردند (همان‌جا، ص ۲۰۳). بنادر از محل تجارت داخلی و خارجی (ن.ک. نقشه شماره ۴) درآمد زیادی کسب می‌کردند (همان‌جا).

در عصر صفوی، "شاه عباس نخستین کسی بود که در جستجوی دادوستد با غرب برآمد اما فعالیت بنادر فرح‌آباد و اشرف که در شمال تأسیس کرد، نسبتاً محدود بود. در جریان حمله افغان (۱۷۲۲-۲۳ه/ ۱۱۴۴-۳۵م)، اشرف با خاک یکسان شد و فرح‌آباد نیز در نتیجه بی‌توجهی جانشینان صفویان به لنگرگاهی برای ماهیگیران بدل شد" (Bémont.III, p.106). بندر عباس نیز در همان حمله تخریب شد و "نادرشاه بار دیگر به جای مرمت آن تصمیم به تأسیس بندری در بوشهر گرفت" (همان‌جا، p.109). کشتی‌رانی در شمال و جنوب ایران ادامه داشت و ساخت کشتی نیز دنبال می‌شد. شاه صفی (۱۶۴۲-۱۶۲۸م/ ۱۰۵۲-۱۰۳۸ه) "با صرف هزینه بسیار تیرهای چوبی بزرگی را برای استفاده در ساخت کشتی‌هایش به ساحل (غربی) دریا (شماخی، در کنار دریای خزر) حمل کرد" (Oléarius, p.539). احتمالاً، چوب ساخت از گیلان می‌آمد. شاید سازندگان کشتی در این ایالت قادر به ساختن کشتی‌های شاهی نبودند و گرنه می‌شد کشتی‌ها را در همان گیلان ساخت و هزینه سنگین حمل و نقل را متحمل نشد.<sup>۱</sup> به هر تقدیر، شاه هرگز نتوانست کشتی‌هایش را بسازد.<sup>۲</sup>

۱. نادرشاه کشتی‌سازان اهل سورت را برای ساختن کشتی در ساحل خزر به کار گمارد. دست آخر هم یک انگلیسی، به نام التون، بود که از عهدۀ ساخت آن برآمد (Lockhart.1938, p.204).

۲. بعد، خواهیم گفت که عاقبت این تیرهای چوب چه شد.

استفاده از چوب ساخت برای احداث کشتی نباید از حجم چشمگیری برخوردار می‌بود و جنگل حاشیه خزر<sup>۱</sup>، به رغم پنهان‌پریش، از آن‌جا که از باقی سرزمین ایران جدا بود، از قطع و بهره‌برداری در امان مانده بود. قطعاً، چوب آن را به جاهای دیگر صادر می‌کردند اما نباید تصور کرد که این استفاده سودآور بوده است. به زعم آثاریوس، در اردبیل "دیگر چوب ساخت و حتی چوب سوخت را نیز تولید نمی‌کنند و ساکنان مجبورند که چوب را از کیلان [منظورش گیلان است] بیاورند که شش روز تمام تا اردبیل راه است" (Oléarius, p.632). مافروخی، در قرن چهاردهم م/ هشتم ه، در میان اجنبیان که در بازار اصفهان به فروش می‌رسیده از "چوب طبرستان" نام می‌برد (مافروخی، ص ۴۳۴). از آن‌جا که چوب جنگل‌های حاشیه خزر، برای عرضه در اردبیل یا اصفهان می‌باشد مسافت زیادی را برابر پشت حیوانات باربر<sup>۲</sup> طی می‌کرد، قطعاً بسیار گران و در اندازه‌های کوچک بوده است؛ به همین خاطر استفاده از آن احتمالاً محدود به آثار هنری چوبی بوده است.<sup>۳</sup>

آثاریوس تنها کسی است که درباره حمل و نقل قطعات بزرگ چوب سرح مختصری داده است: روستاییان ایرانی "برای کشیدن تنه‌های بزرگ درختان و تخته یا تبرهای بزرگ چوبی یا دیگر اشیاء سنگین از گاو‌میش زیاد استفاده می‌کنند" (Oléarius, p.531). این شیوه حمل و نقل محدود به زندگی روستایی است و نیروی محركة آن را گاوها تأمین می‌کنند، همچنان که در مورد گردون نیز چنین است. بدیهی است که این روش حمل و نقل برای مسافت‌های طولانی نامتناسب است و به همین لحاظ بُرد محدودی دارد.<sup>۴</sup>

قطع درختان جنگلی در دیگر مناطق مقارن با رونق اقتصاد ساسانی است:

"در زمان ساسانیان که دوره افزایش رونق و قدرت ایران بود، نیاز روستاییان به زمین قطعاً شدید بوده است و توسعه چشمگیر زندگی شهری یقیناً منجر به درخواست قابل ملاحظه

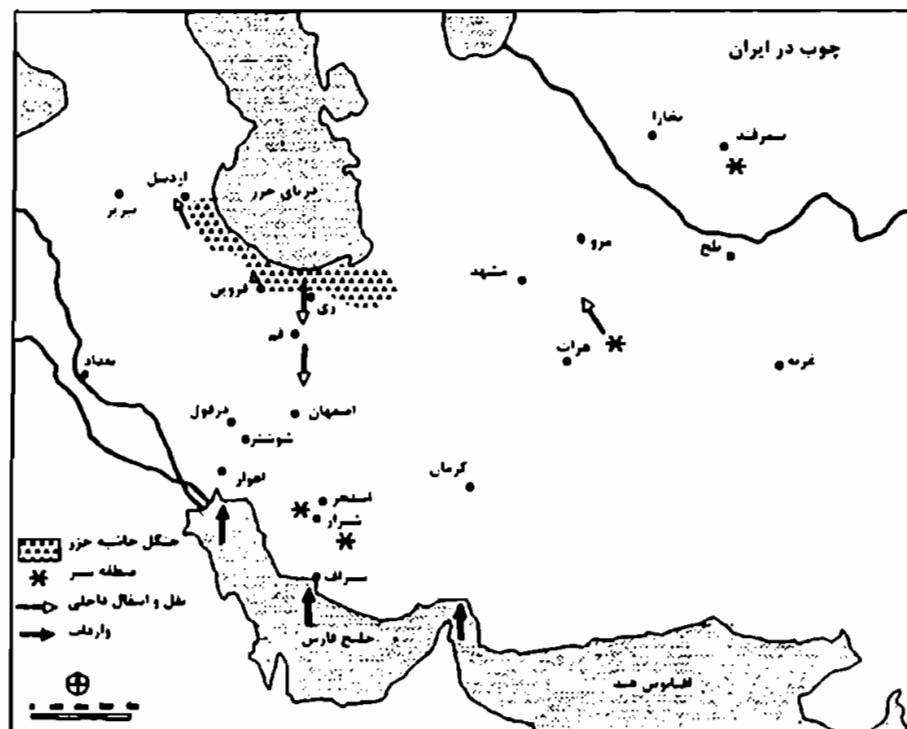
۱. ولف فهرست نسبتاً کاملی از درختها و درختچه‌های جنگل‌های حاشیه خزر ارائه می‌دهد (Wulff, p.8-75).

۲. همان طور که دیدیم، ساکنان ایالات حاشیه خزر حیوانات خانواده شتر را نمی‌شناختند و از خانواده اسب که حیوانات ضعیف‌تری اند استفاده می‌کردند. این نکته مانع از حمل چوب‌های حجیم می‌شد. زن دیلافوار در حوالی تبریز کاروانی از الاغ‌های کوچک را که چوب حمل می‌کردند مشاهده کرده است (Dieulafoy, 1989, P. 67).

۳. در قرن دهم م/ چهارم هادوات چوبی نیز از طبرستان صادر می‌شد (Istaxri, P. 100).

۴. ن. ک. به فصل اول، درباره گاو باربر.

شهرها به زغال چوب شده است؛ به این ترتیب دوره ساسانی مرحله‌ای مهم در قطع درختان سرزمین بوده است" (Planhol, 1969a, p.629).



نقشه شماره ۵ - مناطقی که منشاء چوب مورد استفاده در ایران بوده‌اند

چنان که بعد خواهیم دید، در ایران گرم کردن خانه‌ها به وجود زغال چوب، و درنتیجه چوب، وابسته بود. از سوی دیگر، ذوب فلز در دوره ساسانی رونق بسیار داشت، هر چند که طلا از جایگاه مهمی برخوردار نبود. با توجه به نبود معادن طلا، بهره‌برداری از معادن نقره نقش بارزی داشت: سکه‌های ساسانی از نقره بود و به همین دلیل چنان که خواهیم دید پس از سقوط امپراتوری ساسانی غالب معدن‌های نقره دیگر سودآور نبودند. اما، بر خلاف طلا که به شکل تقریباً خالص یافت می‌شد، استخراج نقره از سنگ آن نیازمند مصرف سوخت فراوان است و کمبود چوب می‌تواند برای تهیه آن مشکل‌ساز بشود. این نکته می‌تواند نیاز فزاینده‌ای را که همزمان با رشد اقتصادی و گسترش زندگی شهری بروز کرد، توجیه کند و دلیلی باشد برای مطالعی که پلاتول ابراز کرده است. لیکن، باید توجه نیز کرد که اقتصاد ساسانی در نهایت به صورت اقتصادی روستایی باقی ماند. این بخش اقتصادی نیز به رشد خود

ادامه می‌داد و گسترش مزارع به قیمت از بین رفتن جنگل‌ها صورت می‌گرفت. علاوه بر این، رشد جمعیت در دوره ساسانی نیز می‌تواند علت افزایش مصرف چوب و زغال چوب بوده باشد. اما از آن‌جا که تاریخ جمعیت‌شناختی ایران هنوز تدوین نشده است، اشاره به افزایش جمعیت در آن دوره جز بر مبنای حدس و گمان استوار نخواهد بود. به این دلایل بود که نیاز به چوب افزایش یافت و بنا به قول لمبار، باعث شد که ساسانیان دست به کار سازمان‌دهی شبکه‌ای برای تهیه آن شوند و به این منظور حتی از حمل و نقل چوب از طریق رودخانه دجله نیز استفاده کردند. به مجرد آن که کمبود چوب، به ویژه چوب ساختمانی، بروز کرد به وارد کردن آن از هند پرداختند و این راهی بود که اعراب نیز برای تهیه چوب بی‌گرفتند (نقشه ۵):

”در زمان ساسانی، جنگل‌ها مانند یک آمفی‌تاتر امپراتوری را در بر گرفته بودند: حوزه بین النهرين در شمال غربی، طبرستان، آذربایجان، شمال سوریه، قفقاز و ارمنستان. چوب را در شهرهای بالادست دجله (سلوکیه، تیسفون و بابل) قطعه قطعه می‌کردند و به شکل گلک بر روی مشک به رودخانه می‌انداختند. در بغداد برای پوشاندن سقف از چوب نخل استفاده می‌شد که کیفیت نازلی داشت و زغال چوب را از نقاط دوردست می‌آوردند چون به ازای وزن کمتر انرژی بیشتری تولید می‌کرد. تنها چوبی که در سرتاسر سرزمین‌های ماین کویر ایران و استپ‌های آسیای میانه یافت می‌شد، چوب درختان میوه‌ای بود که در واحدهای می‌رویدند؛ جنگل‌های واقع در کوهستان‌ها به علت فعالیت‌های ذوب فلز از بین رفتند. قطعات بزرگ چوب که برای ساخت ماشین‌های آبی مورد نیاز بود، انواع چوب ساخت و چوبکاری کشته‌ها، جملگی را از جنگل‌های ساج در هند وارد می‌کردند. این چوب‌ها از طریق سواحل مالابار (Malabar) و گُرومادل (Coromandel) به خلیج فارس و دریای سرخ حمل می‌شد.“ (Lombard.1959, p.39)

این چوب وارداتی قاعدتاً گران تمام می‌شد. این حوقل نقل می‌کند که بازرگانان متعم سیراف که در قرن دهم م/ چهارم ه "از اعتبار والایی برخوردار بودند"، خانه‌های خود را "با چوب ساج و با گونه دیگری از چوب که از سرزمین زنگستان (Zinj)- در آفریقا- وارد می‌شد، بنا می‌کردند". یکی از این بازرگانان بیش از ۳۰۰۰۰ دینار صرف بنای منزل خویش کرد (Ibn Hawqal, p.277). از آن‌جا که سیراف در حاشیه خلیج فارس واقع بوده است، وارد کنندگان در هزینه حمل و نقل زمینی که باعث گران‌تر شدن چوب می‌شد، صرفه‌جویی می‌کردند.

از این بازرگانان مرفه که بگذریم، فقط پادشاهان و حکام امکان خرید چوب ساختمانی (یعنی تیرهای بلند) برای بناهای بزرگ را داشتند اما، در همان قرن دهم م/ چهارم ه، در شهری واقع در گوشه دیگر ایران، به روش دیگری برای تهیه چوب

بر می‌خوریم. درباره تاریخ بخارا به متنی بر می‌خوریم که از قرن دهم م/ چهارم هجری مانده و در آن نقل شده است که امیر اسماعیل سامانی (۹۰۷-۹۷۴ م/ ۲۶۱-۲۹۵) برای ساختن خانه خود چوب‌های یک قصر قدیمی واقع در ورخش را به بخارا منتقل کرد (ترشخی، صص ۲۵-۲۴). همچنین، پس از مرگ عَضُدالدُولَة، پادشاه آل بویه (متوفی در ۹۸۲ م/ ۳۷۲ هـ) از چوب خانه او در احداث قلعه‌ای در فارس استفاده کردند (ابن بلخی، ص ۱۳۳). در قرن دوازدهم م/ ششم هنری حاکم شرق در ماوراءالنهر چوب مسجدی متروک را که در شهر دیگری واقع بود برای بنای یک مدرسه مذهبی خریداری کرد. (ترشخی، صص ۲۰-۱۹).

این حکام قادر تمند فقط خرابه‌ای بازمانده گذشته را به چنگ آورده‌اند. این در شرایطی است که در سمرقند و جنوب ماوراءالنهر، در اطراف هرات، درخت به وفور یافت می‌شود؛ به ویژه انواع سرو کوهی. بنا بر مشاهدات هیونن تسانیانگ، در ۶۲۹ م/ ۸ هـ، جنگل ساموکین (سمرقند) نسبتاً آبیه بوده است (Hiuen Tsiang.I, p.32). در قرن دهم م/ چهارم هـ، در بوشنج (شمال هرات) آب و درختان به وفور یافت می‌شود، از جمله درختان سرو کوهی<sup>۱</sup> که در هیچ شهر دیگری از ایالت خراسان پیدا نتوان کرد و چوب آن به دیگر مناطق صادر می‌شود" (Ibn Hawqal, p.425). مستوفی (۱۳۲۹ م/ ۷۳۰ هـ) نیز نقل می‌کند که در بادغیس<sup>\*</sup> (شمال بوشنج) منطقه‌ای به طول و عرض ۵ فرسخ هست که در آن پسته کاری کرده‌اند (مستوفی، ص ۱۸۹). بنا به یک روایت محلی مربوط به هرات در قرن پانزدهم م/ نهم هـ، در همان منطقه نوعی سرو کوهی، به نام آرس، یافت می‌شود که چوب نسبتاً سخت و سبکی دارد و از قرن‌ها قبل در تمام خانه‌های هرات از آن استفاده می‌شده است (اسفزاری، صص ۱۳۴-۱۳۳). نویسنده همچنین اضافه می‌کند که دهقانان با کاشت مجدد درختان در امر مشجرنگاه داشتن منطقه مشارکت می‌ورزیدند.

اما این نوع چوب گران بود و با توجه به هزینه حمل، از آن فقط در بناهای شهری که توسط قدرت مردان ساخته می‌شد استفاده می‌کردند. خانه‌های بوشنج در قرن دهم م/ چهارم هـ همگی از گل و گچ ساخته می‌شد (Ibn Hawqal, p.243) و خانه‌های هرات،

۱. در کتاب جغرافیایی به فارسی، حدودالعالم، آمده است که به این گونه سرو کوهی غریر می‌گویند (حدودالعالم، ص ۱۰۴).

\* گویا این منطقه بسیار بادخیز بوده و نام آن نیز از همین رو بادخیز بوده است. بادغیس و بادغیش نیز گفته‌اند. در اوستا *vâiti gaësa* و در بندھمن *vâtgêš* نام کرده است که در فارسی بادغیس شده است (از لغت‌نامه دهدزا). (م)

مانند غالب شهرهای ایران، با گل<sup>۱</sup> بنا می‌شد. قطعات چوبی‌ای که احیاناً در خانه به کار رفته است، برای مالک خانه بسیار ارزشمند است. دالمانی در آغاز قرن بیستم م/ چهاردهم هدر مشاهدات خود از مهاجرت دهقانانی که به علت فقر مجبور به ترک دیار خود شده‌اند تا اربابی دیگر جستجو کنند، می‌نویسد: "از آنجا که این روساییان هرگز مالک زمینی نبودند که خانه‌شان بر آن بنا شده بود، بی‌هیچ غبطه‌ای آن را ترک می‌کردند؛ دیوارهای محقر گلی را رها می‌کردند و غالباً چوب‌های بام و در خانه را با خود می‌بردند" (d'Allemagne.I, p.51). در ساخت خانه‌های ایران عموماً چوب زیادی به کار نمی‌برند و هم از این روست که در ایران سفتکاری چوبی، بر خلاف نازک کاری<sup>\*</sup> که به قطعات بزرگ نیازی ندارد، چندان رشد نکرده است: "ایرانی‌ها کارگران خیلی ماهری در زمینه سفتکاری چوبی ندارند که این ناشی از کمی چوب در ایران و قلت استفاده از چوب‌بندی در بناهاست" (Chardin.II, p.80).

در مورد قطعات چوبی دستگاه آبی نیز مشکلی از همین نوع در میان بوده است. تیر آسیاب اولین قطعه‌ای است که باید تهیه شود و گاه دو متر طول دارد و به دست آوردن آن مستلزم صرف وقت و انرژی بسیار است. هنگامی که حافظ اصفهانی، در قرن پانزدهم م/نهم ه، تصمیم گرفت در سرخس، که در نزدیکی آن آسیابی آبی وجود نداشت، یک آسیاب برای تهیه آرد بسازد، اولین مشکلی که با آن مواجه شد یافتن چوب لازم برای اجرای طرح خود بود. اما از آنجا که چوب در این شهر نایاب و نزدیک‌ترین محل برای تهیه آن شهر مرو بود (که تا سرخس پنج منزل

۱. البه به استنای خانه‌های استان‌های حاشیه دریای خزر. در طبرستان "غالب بناها از چوب و خیزران ساخته شده است... سقف‌ها برآمده ساخته شده‌اند و روی آن‌ها را با سفال پوشانیده‌اند" (Ibn Hawqal, p.243). از زمان مادها "خانه‌های مردم، اعم از پیشور و بازارگان یا مردم کم درآمد که حرفة مشخصی نداشته‌اند، تقریباً همگی با دیوارهایی از کاه‌گلی یا خشت خام بنا می‌شده‌اند و در بنای خانه‌های شاهزادگان و نجایه جای سنگ، خشت پخته به کار می‌رفته است" (Béumont.I, p.42). درباره خشت، ن.ک. به فصل مربوط به سنگ.

۲. زن دل‌افوا نیز بدیده مشابهی را در تبریز مشاهده کرده است: "پرسها پس از ازدواج خانه پدری را ترک می‌گویند تا در محطة باب روز شهر برای خود خانه جدیدی بسازند. پس از مرگ والدین، اگر بتوانند خانه موروثی را اجاره می‌دهند، و گرنه چوبکاری‌های آن را بر می‌دارند و دیوارها و حیاطهای کاه‌گلی را رها می‌کنند" (Dieulafoy, 1989, p.60).

\* سفتکاری چوبی (ساخت چوب داربست، خرباکوبی، ساخت اسکلت شیرواتی و مانند آن) را معادل sharpenerie و نازک کاری چوبی (درسازی، فرنگی‌سازی، مبل‌سازی، آلت‌سازی و مانند آن) را معادل menuiserie قرار داده‌ام. (م)

راه بود<sup>۱</sup>، او به جستجوی مصالح مناسب در روستاهای اطراف سرخس پرداخت. در یکی از روستاهای درختی<sup>۲</sup> را که برای منظورش مناسب بود پیدا کرد. نهایتاً حافظ اصفهانی با پرداخت وجهی به یکی از دو مالک درخت (در غیاب مالک دیگر که بیشک با این معامله مخالفت می‌ورزیده است) و با کمک بلاعوض چند هیزم شکن که تصادفاً از آنجا می‌گذشتند، توانسته است چوب لازم را تهیه کند (حافظ اصفهانی، صص ۱۳۹-۱۳۸).

آنچه باعث می‌شد چوب را عزیز بدارند همین دشواری دستیابی به چوب برای ماشین‌های آبی است. ترخان خاتون، حاکم کرمان در قرن سیزدهم م/ هفتم ه، در وقفا نامه یک آسیاب ذکر کرده است که این وقف شامل چرخها و ادوات چوبی، سنگی و آهنی آسیاب نیز می‌شود (bastani parizi، ۱۳۶۴، ص ۲۷۷)؛ شاید از ترس این که چرخها و ادوات مورد معاملة دیگری قرار گیرد. حتی در عصر ساسانی نیز میان آسیاب و قطعات مکانیکی آن تمایز قائل می‌شدند. در ماتیکان هزاردادستان<sup>۳</sup>، که مجموعه‌ای از مباحث حقوقی مطرح در دوره ساسانی محسوب می‌شود، آمده است که قیمت رخت چرخها و ادوات آسیاب، بیشک از جنس چوب) باید جداگانه محاسبه شود (Matikan-e Hazar Datastan, p.378) و احتمالاً به این دلیل که این قطعات، اصل آسیاب را تشکیل می‌دادند و نهیه آن‌ها دشوار بود.

تشريع روش‌های قطع درختان دشوار است. حافظ اصفهانی وقتی درخت مورد نظرش را پیدا کرد از نجار ده خواست تا او را در انداختنش کمک کند. اما نتوانستند با اره آن را ببرند (اره‌هایی که استفاده کردند در واقع برای بریدن درختچه‌ها به کار می‌رفت: Dieulafoy. 1990b, p.255). بالاخره هم درخت را با تبر و به کمک هیزم شکن‌هایی که از راه رسیدند قطع کردند. اما قطع درختان بزرگ نسبتاً دشوار بود. فریزره روش دیگری را که در قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه به کار می‌رفته شرح داده است که بازن چنین نقل می‌کند:

۱. فاصله دو شهر را ابن حوقل ذکر کرده است (Ibn Hawqal, p.438).

۲. این درخت قطعاً یکی از آن "تک درخت"‌هایی است که به زعم پلاتول گواهی بر وجود پیشین جنگلی در منطقه است (Planhol. 1969a, p.629).

۳. به زعم اس. جی. بولسرا که این متن را از بهلوی به انگلیسی ترجمه کرده است، "خلاصه هزار نکته قانون" مربوط به قرن ششم میلادی است.

"درخت‌هایی که قطع کردن شان دشوار بود از گزند نابودی در امان می‌ماندند. من به نمونه‌هایی از سطح ناقص زمین‌ها برخورد کرده‌ام که نتیجه این دشواری در بریدن برخی درخت‌ها بوده است کما این که فریزر در غرب مازندران و زَدُمورگان در طالش روسیه، نیز در مشاهدات خود در قرن گذشته چنین نقل می‌کنند که درخت‌های درشت‌جنه‌تر را به جای قطع، از طریق جدا کردن پوست می‌کشند، سپس آن‌ها را همانطور سرپا آتش می‌زند و تنہ سوخته یا در حالِ تجزیه آن‌ها ممکن بود تا بیش از ده سال در مزارع باقی بماند".  
(Bazin, 1980b, p.17)

در همه جای مازندران از "این اسکلت‌های عظیم" (به قول فریزر) یافت می‌شود و منظرة چشم‌آزاری پدیدار می‌آورند (Fraser, p.115). از سوی دیگر، این نکته نیز بدیهی است که سوزاندن درخت‌ها موجب اتلاف چوب می‌شود.

مشکلاتی که بر سر راه ساخت دستگاه‌های آبی، سازه‌های چوبی و کشتی‌ها وجود داشت از آن رو بود که همگی نیازمند چوب ساختمانی بودند و تهیه این نوع چوب دشوار بود. همچنین، می‌توان تصور کرد که نایابی چوب ساختمانی بر تولید وسایل نقلیه چرخ‌دار نیز تأثیرگذار بوده است، چرا که این وسایل نقلیه تماماً از چوب ساخته می‌شدند. نایابی چوب باعث شد که در حمل و نقل یا در ارتش، چرخ را با شتر یا سواره‌نظام جایگزین کنند. گاری گاوکش هم بیش‌تر به این دلیل در نواحی شمال غربی ایران (و حتی تا روزگار ما) بهره‌برداری شده است که در آن منطقه چوب چندان نایاب نیست.

معدلک، حتی در این قسمت ایران نیز چوب در دسترس همگان نبود و چوب ساخت به آسانی در بازارهای شهر یافت نمی‌شد. چنان که دیدیم، شاه صفی اول (۱۶۴۲-۱۶۲۸م) / (۱۰۳۸-۱۰۵۲ه) برای ساخت کشتی‌هایش مجبور شد تیرهای بزرگ چوبی را از جای دیگر به شماخی حمل کند. این همان تیرهایی است که بروگمن [سفیر دوکنشین شلسویگ-ھلشتاین] تصمیم گرفت پایه‌های توب توبخانه خود را با آن بسازد و این به رغم تحدیرهای ایرانیان بود که می‌گفتند مصرف این تیرها باعث خواهد شد که شاه نتواند در آن سال کشتی‌هایش را به پایان برساند. در اردیل در سال ۱۶۳۷م / ۱۰۴۷ه، همان هیأت نمایندگی و کماکان برای ساختن پایه توب، مجبور شدند "درختان زیستی شهر" (Oléarius, p.648) را قطع کنند. حمل چوب ساخت پرهزینه و در نتیجه دادوستد این نوع چوب محدود به قدر تمردان و ثروتمندان بود.

## چوب سوخت (هیزمی) و درختچه‌ها

برای چوب سوخت نیز همان چشم‌انداز عریان در برابر دید گانمان گسترده می‌شود؛ اما گاه‌گاه تفاوت‌های اندکی به چشم می‌آید. برای نمونه، دیدیم که وقتی حافظ اصفهانی درختش را یافت، چند هیزم‌شکن او را در قطع آن کمک کردند. اگر هیچ درختی در اطراف نبود پس این هیزم‌شکن‌ها از کجا می‌آمدند؟ به زعم حافظ اصفهانی، ایشان از جنگلی می‌آمدند که در آن ریشه‌های درختان را باز الاغ‌های خود کرده بودند تا برای کاسه‌تراشی ببرند (حافظ اصفهانی، ص ۱۳۹). هر چند از وجود جنگل در آن منطقه بی‌خبر هستیم اما به استناد اطلاعات مندرج در یک متن جغرافیایی مربوط به قرن پانزدهم م/نهم ه، می‌دانیم که در خراسان از چوب زبان‌گنجشک کاسه و بشقاب می‌ساختند (حافظ ابرو، ص ۴۱). در خوزستان نیز زوج دیلافوا برای ساختن جعبه از "درختچه‌های گرد و گونه"‌ای که از جنگل به دست آمده بود استفاده کردند. در جنگل مجاور رود کرخه درختچه‌های صد ساله‌ای پیدا کردند که برای بسته‌بندی یک سرستون دوسر مورد استفاده قرار گرفت (Dieulafoy, 1990b, p.244, 253). احتمال می‌رود که اشاره حافظ اصفهانی به یک باغ زبان‌گنجشک یا درختچه‌های بیشهزارها بوده باشد.

به زعم ورتایم، سابقاً در مناطق خشک به فضاهایی که با درختچه مشجر بوده است، جنگل می‌گفته‌اند (Wertime, p.932). یک گونه از این درختچه‌ها به نام تاغ (Haloxylon Amondendron) به ارتفاع ۳ تا ۵ متر و قطر ۰/۶ متر می‌رسد (همان‌جا). از این گونه بیش‌تر به عنوان چوب سوخت یا همیه، استفاده می‌کنند. خنجی اصفهانی، در سال ۱۵۰۹ هـ/۱۹۱۵ م، تأیید می‌کند که در مواراء النهر درخت تاغ یا غزه را به مصرف سوخت می‌رسانند (خنجی اصفهانی، صص ۱۰۹، ۱۱۱ و ۱۹۹) و ورتایم نیز مشاهده کرده است که در مناطق کویر مرکزی ایران از این چوب برای ذوب فلزات استفاده می‌کنند.

فلات مرکزی ایران، گذشته از تاغ، از نظر درخت و درختچه‌های دیگر نیز غنی است. چوب پسته یا آبه (پسته وحشی) از جمله چوب‌های رایجی است که برای سوخت به کار می‌رود. ارتفاع درخت پسته نیز مانند تاغ ۴ تا ۵ متر می‌رسد (معین) و ۳۶۰ کیلوگرم چوب سوخت از آن به دست می‌آید که در کوره‌ها (Wertime, p.932) یا به عنوان میمه (اسفاری، ص ۱۳۴) به کار می‌رود.

استفاده زیاد از این شکل پوشش‌های گیاهی در یک منطقه خاص، باعث می‌شود که آن منطقه کاملاً خالی بشود. فعالیت ذوب فلز در صدر مصرف کشندگان عمدتاً چوب قرار دارد<sup>۱</sup>. گاه کوره‌ها را در جایی بنا می‌کشند که در آنجا پوشش گیاهی پرپشتی روییده است و مواد معدنی را با شتر یا قاطر به آنجا می‌آورند. ورتایم نمونه بهره‌برداری معدنی در نخلک (ایران مرکزی) را شرح می‌دهد (Wertime, p.931). آن نیز در پی کاوش‌های گلدوی در ایران و گلینز در افغانستان، این پدیده را در سایر مناطقی از فلات ایران که فعالیت ذوب فلز در آن جریان داشته است، تأیید کرده‌اند:

"به نظر می‌رسد که کمیابی مواد سوختی سبب شده باشد که کوره‌های ذوب مس را دور از معادن بازند. مثلاً، تل روباره‌ها<sup>\*</sup> (scories) در منطقه ترس و انارک نشان‌دهنده آن است که سنگ سرب را به حاشیه کویر آورده‌اند. در آنجا درختچه‌ها به اندازه‌ای بوده است که بشود تمام گنجایش کوره را ذوب کرد. در غوربند افغانستان هم تنها یک چهارم تولید معدن را از طریق ذوب در محل استخراج کردند و باقی را به کوره‌های کوچک‌تری که در نزدیکی منابع سوختی بود منتقل می‌کردند" (Allan, p.31).

در نمونه‌ای که از افغانستان نقل شده است، سوخت اصلی نوعی خار و خاشاک تیغ‌دار بوده است؛ اما از تپله خشک‌شده شتر هم بهره می‌گرفته‌اند. آن نشان می‌دهد که این منبع سوختی دائمی نیست و بهره‌برداری معادن تا زمانی می‌تواند ادامه یابد که زمین خالی نشده است. سپس اجباراً باید فعالیت معدن را متوقف کرد تا پوشش گیاهی باز روییده شود<sup>۲</sup>. به این ترتیب آن چه گلدوی درباره ابعاد کوچک و موقعیت

۱. در غوربند افغانستان، از ۲۰ کیلو ماده معدنی و ۲۴ کیلو چوب خشک، ۷/۵ کیلو سرب تهیه می‌شد. در کوره‌های ذوب فلزی که در زمان‌های قبل در نخلک (ایران مرکزی) از آن استفاده می‌شد، حدود ۱۰۰ کیلوگرم سنگ سرب، ۲۰ کیلوگرم سنگ آهن و ۲۵ کیلوگرم زغال چوب می‌ربختد. پس از ۱۲ ساعت گذاش، ۱۵ کیلو سرب به دست می‌آمد (Allan, p.31). "روش تولید فولاد هندی" با استفاده از بوته به مقدار بیشتری چوب نیاز دارد؛ بیش از چهل تن ماده سوختی (چوب و زغال چوب) لازم است تا کمتر از ۸۰۰ کیلوگرم آهن خالص به دست آید" (Lombard, 1959, p.251).

★ نفاذ فلزات بعد از ذوب. (م)

۲. این پدیده در سرتاسر قرون وسطای ایران به چشم می‌خورد و تقریباً تمامی جهانگردان آن را تأیید کرده‌اند. مشاهدات ایشان حاکی از وجود معادنی است که به دلیل کمیابی چوب و زغال چوب و یا به دلیل قیمت بالای ناشی از نمرت این مواد سوختی، به حال خوبیش رها شده‌اند. در خصوص معادن متوجه نقره در شیز آذربایجان، ن.ک. ابوذلف، ص. ۴، در قرن دهم م/ چهارم ه و یاقوت، ص. ۲۸۶، در قرن سیزدهم م/ هفتم ه شرح توقف فعالیت معادن "کوه سیمین" در خراسان را می‌توان در حدودالعالم، ص. ۱۰۴؛ Ibn Hawqal, p.426 در قرن دهم م/ چهارم ه و Idrisi.I, p.465 در قرن دوازدهم م/ ششم ه، یافت. درباره توقف معادن در اصفهان، باید از ادامه در صفحه بعد ←

محلی معادن در ایران مشاهده کرده است، توضیح مناسی می‌باید (همان‌جا، ص ۳۵). این پدیده در عین حال تأثیر ماده سوختی بر نوع کوره را نیز توضیح می‌دهد. به قول آلن، با توجه به این که عمر کوره‌ها به کوتاهی زمان لازم برای استفاده از خار و خاشک و درختچه‌های اطراف بود، هیچ دلیلی وجود نداشت که کوره‌های پیشرفته و پیچیده بازند (همان‌جا، ص ۳۷). این نکته به خوبی نشان می‌دهد که مواد سوختی تا چه اندازه بر فن ذوب فلز در ایران، هم از نظر سازمان‌دهی محلی و هم از نظر شکل کوره، تأثیر نهاده است<sup>۱</sup>.

نتیجه مستقیم کمیابی چوب بهای بالای آن است. حتی در جاها بی‌هم که چوب موجود باشد، قیمت آن زیاد است: در دریند (قفقاز) "گونه‌های مختلف درختانی که در ناحیه سبز می‌شوند به این شرح‌اند: بلوط، غان، تبریزی (سیاه و سفید)، اشنگ، توت (سفید و سیاه)، فندق و انواع بید؛ با همه این احوال چوب فوق العاده گران است" (Gmelin. I, p.366).

این چوب، با همه گرانی‌اش، به صورت کارنشده عرضه می‌شود و تشکیل شده است از شاخه‌های خشک درختان که بر پشت حیوانات باربر از کوهستان به شهرها می‌آورند (Kämpfer, p.148). جمع‌آوری شاخه‌ها و قطع درختان و درختچه‌ها و حمل آن به شهر را همیه کش (اسفاری، ص ۲۷۸) انجام می‌دهد. همیه کش در شهر چوب را کیلویی می‌فروشد و این امر برای اروپاییان عجیب است: کمپفر می‌نویسد که با توجه به قیمت گزاف چوب، هنگام فروش آن را روی ترازو وزن می‌کنند (Kämpfer, p.148) و (Bruyn.IV, p.216).

حرفة همیه کشی نیز مانند دیگر حرف مشمول مالیات است و باید همان سخت‌گیری‌هایی را که سایر مشاغل از جانب قدرتمردان متحمل می‌شوند، تحمل کند. در سال ۱۵۶۸م / ۹۷۶ه شاه طهماسب اول (۱۵۲۴-۹۸۴م / ۹۳۱-۹۴۱ه) در

→ ادامه از صفحه قبل

منابع زیر نام برد: این رست، ص ۱۵۶، در قرن دهم م / چهارم ه، Chardin.II, pp.22-33 و R. du Mans, p.13 در قرن هفدهم م / یازدهم ه به نقل از جهانگرد اخیرالذکر فعالیت معادن در اصفهان از سرگرفته ولی به دلیل هزینه بالای بهره‌برداری، بلافاصله متوقف شد.

۱. این کوره‌ها که گلدول و کالیز به شرح آن پرداخته‌اند و در ایران و افغانستان امروز نیز از آن‌ها استفاده می‌شود، شاخص بسیاری دارند به کوره‌هایی که همدانی در قرن دهم م / چهارم ه توصیف کرده است. به زعم آلن می‌توان فرض کرد که این کوره‌ها نوع متداول کوره در ایران قرون وسطی بوده است (Allen, p 30).

سنگنوشه‌ای (نسخه برداری شده توسط رایینو) خطاب به حکام استرآباد از ایشان می‌خواهد تا از این افراد تهیدست، یعنی هیمه‌کش‌ها، باج نگیرند. هر هیمه‌کش می‌باشد سالانه ۱۲ خروار (بیش از سه تن و نیم<sup>۱</sup>) هیزم باج بپردازد (رایینو، صص ۳۲-۳۲ متن فارسی). در تاریخ محلی شهر قم آمده است که در قرن دهم م/ چهارم ه باست هر اصله درخت بی‌ثمر می‌باشد ۵ درهم باج می‌پرداختند، در حالی که هر اصله فندق فقط ۱/۵ درهم مالیات داشته است (تاریخ قم، ص ۱۱۲-۱۱۳).

با توجه به گرانی چوب، استفاده از آن برای گرم کردن یا پخت و پز منحصر به افراد مرغه بود و فقرا چاره‌ای جز استفاده از خار و خاشاک بیابان یا مدفوع خشک شده احشام نداشتند (Kämpfer, p.148). نوعی خار به نام خار شتر هست که در همه روستاهای یافت می‌شود و روستاییان آن را جمع‌آوری و برای مصرف در زمستان انبار می‌کنند (Wilson, 1818, p.271 و Morier, 1818, p.272). حمل و نقل خار هم به دست انسان و هم به کمک حیوانات انجام می‌گیرد.

در کوره‌های سفالگری در میبد (ناحیه مرکزی ایران) نیز از خارهای کویر، که میزم می‌نامند، به عنوان سوخت استفاده می‌کنند:

”میزم شامل انواع خار می‌شود: گز، گزون (گونه‌های مختلف Artemisia)، خار شتر (Hedysarum Alhagi) و دیگر گونه‌های شناسایی نشده... هر چهار روز یک بار، چهار شتر بان از حسین‌آباد، قریه‌ای در حدود ۷۰ کیلومتری غرب میبد، به اینجا می‌آیند. زن و فرزندانشان درختچه‌های خشک را بادس می‌برند و به شکل نل بزرگی در می‌آورند. سپس آن را بار شترها و الاغ‌هایشان می‌کنند. در میبد بار را به کمک ترازوی شاهین‌داری که نهن<sup>\*</sup> می‌نامند، وزن می‌کنند“ (Centlivres-Dumont, p.30).

شاید توزین چوب نیز به وسیله ترازووهایی از همین نوع انجام می‌گرفته است. سان‌لیوزْمُون نقل می‌کند که امروزه ”در زمستان که از میزم برای گرم کردن منازل استفاده می‌شود، تقریباً همه سفالگرها با نفت خام کار می‌کنند“ (همان‌جا). پیش از این اگر نمی‌توانستند سوخت دیگری پیدا کنند مجبور بودند کار را متوقف کنند. قیمت گراف حمل و کمیابی سوخت یقیناً باعث می‌شد که تولید بسیار پرهزینه تمام شود.

۱. خروار معادل ۱۰۰ من تبریز یا ۳۰۰ کیلو گرم است. اما خروار- به عنوان کلمه مرکب- به معنی ”یک بار الاغ“ یا ۹۰ تا ۸۰ کیلو است. ما در این متن این واحد را به معنای اول استفاده می‌کنیم مگر آن که مضمون جمله تصریحاً معنای دوم را منتظر کند.

\* همان قبان است. (م)

در روستاهای تپله‌گاو به شکل هرم به چشم می‌خورد که سوت زمستانی روستاییان فقیر است. دیوار خانه‌هایشان نیز پوشیده از گرده‌های بزرگی از همان جنس<sup>۱</sup> است که خشک و انبار می‌کنند. همه بچه‌ها تپله جمع می‌کنند (Morier.1812, p.272-273). ویلسون می‌نویسد که "تپله را به شکل گرده‌هایی در می‌آورند و سپس به دیوارها می‌چسبانند تا خشک شود. این گرده‌ها در همه روستاهای به چشم، و بوی آنها به مشام می‌خورد" (Wilson. p.268)<sup>۲</sup>.

می‌توان سه قسم مختلف از این فضولات احشام را بر حسب روشی که در آماده‌سازی آن به کار گرفته می‌شده، بر شمرد:

"در زمستان که احشام بیشتر در اسطبل هستند، فضولات فراوانی فراهم می‌آید که به صورت قشری ضخیم (۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر) در هوای آزاد پهن می‌کنند... بعد از چند ماهی که تپله‌ها خشک شد با بیل آن را به قطعات بزرگی به شکل خشت در می‌آورند. این همان کرمه است که با آتشی یکنواخت می‌سوزد. خردنهایی را که از قطعه‌کردن کرمه باقی می‌ماند با دقت جمع آوری می‌کنند و به آن سجه می‌گویند که ماده بسیار خوبی برای گیراندن آتش به شمار می‌رود. در فصل گرما گرده‌های تپله را روز به روز و با دست درست می‌کنند. این‌ها همان یاپای ترکی یا سور (Dileman) است که برای آشپزی طالب بسیار دارد. کرمه و یاپا را غالباً به شکل هرم و در نزدیکی منازل یا در حاشیه ده تل می‌کنند (دشت اردبیل)، (Bazin.1980all, p.91 و Bazin & Bromberger, p.50)"

استفاده از خار و خاشاک و فضولات محدود به روستاهای ایران نیست. در شهرهای کوچک و بزرگ ایران نیز تولید گرما با استفاده از انواع مواد سوختی صورت می‌گیرد. دُبروین در سفر خود به اصفهان (در سال ۱۷۰۴ م/ ۱۱۱۶ ه) تصویر خوبی از روش‌های تأمین گرما ارائه می‌دهد:

"در این خطه چوب بسیار گران است و آن را کیلویی می‌فروشنند. در نتیجه، از گلوله‌هایی استفاده می‌کنند که از فضولات شتر، گاو، گوسفند، اسب یا الاغ به دست می‌آید. ارمنی‌های مرفه جلفا هم مانند دیگران مجبورند از آن استفاده کنند و گرنه تأمین

۱. آن شب در روستایی به نام زانلو (Tzanlu) سکنا گزیدیم که باغ‌های بسیار زیبا و مقادیر معتبره درخت میوه داشت اما هیچ چوبی برای گرم کردن نبود. از این رو مجبور شدیم از تپله گاو، اسب و شتر استفاده کنیم". (Oléarius, pp.608-609)

۲. زالونکمنی نیز، در سال ۱۶۰۲ م/ ۱۰۱۱ ه، درباره جایگزین کردن چوب با دیگر مواد سوختی برای پختن غذا می‌نویسد: "در سرزمین پارت‌ها، ماده‌ها و در ایران قحطی چوب است و مردم مجبورند غذاهای خود را با گاه، تپله گاو و دیگر فضولات که در آن‌تاب خشک شده بینند" (Zalonkemeny, p.60).

آتش اجاق از هزینه گوشت هم گران‌تر نیام می‌شود. از این گلوله‌ها عمدتاً برای گرم کردن اجاق استفاده می‌کنند و لذیذترین غذاهای این سرزین بدون رحمت و با هزینه‌ای مختصر در این اجاق‌ها پخته می‌شود. این نوع استفاده از فضولات باعث می‌شود که به نظافت راههای اصلی نیز کمک شود: هر نوع آشغالی را که برای تهیه پهن مناسب باشد جمع آوری می‌کنند و به عنوان کود برای تقویت زمین به کار می‌برند." (Bruyn, IV, p.216).

در طول سده‌های میانی و تا قرن نوزدهم م/سیزدهم ه سوخت اصلی حمام‌های عمومی ایران خار و خاشاک و تپاله بود. "حمام‌ها را با تپاله (که با خاک مخلوط و در آفتاب خشک کرده‌اند)، استخوان‌های مانده و هر چیزی که قابل سوختن باشد گرم می‌کنند." (Morier, 1818, p.155-272-273). دود حاصل از سوختن فضولات در دودکش حمام‌ها نوشادر تشکیل می‌دهد. که پدیده‌ای شناخته‌شده در دوران میانی است (اسدی طوسی، ص ۲۰۸). به نظر می‌رسد که فضایی را در مجاورت حمام‌ها برای ذخیره و خشک کردن تپاله اختصاص می‌داده‌اند. در فرهنگ واژگانی که اسدی طوسی در قرن یازدهم م/پنجم ه تدوین کرده است، تحت مدخل شوله می‌خوانیم: "مکانی است که کارگران حمام پهن را خشک می‌کنند" و از شعری که در تشریح این تعریف آورده است بر می‌آید که مسئول این کار را شوله‌روب و ابزار کار او را گلچیع می‌گفتند. در فرهنگ واژگان دیگری که شمس فخری در قرن چهاردهم م/هشتم ه نوشته است، گلچ، که قطعاً شکل دیگری از گلچیع باید باشد، به عنوان "کبیسه‌ای که کارگران حمام برای جابه‌جا کردن پهن از آن استفاده می‌کردند" آمده است و شعری نیز همراه این تعریف نقل شده است.

برای آن که از انرژی گرمایی ای که به منظور گرم کردن آب فراهم می‌شد حدّاً کثر بهره را بردازند. دود حاصل از اجاق حمام را قبل از خروج از دودکش از داخل کانال‌های زیرزمینی می‌گذرانند و به این ترتیب تمام محوطه حمام گرم می‌شد. ساسانیان (Reuther, p.545) این روش را که در حمام‌های رومی (*hypocauste*) به کار می‌رفته است (Forbes, 1955-58, IV, p.36-38) می‌شناختند. بقایایی از این روش را در حمامی مربوط به قرن دهم م/چهارم ه در نیشابور (خراسان) که به وسیله باستان‌شناسان موزهٔ متropolitn نیویورک کاوش شده است (Hauser & Wilkinson, p.85-86) و حمام دیگری که در اواخر قرن هفدهم م/یازدهم ه در اصفهان ساخته شده است (تابش، ص ۶۶۲) می‌توان مشاهده کرد.

به این ترتیب، در جاهایی که با کمبود چوب سوخت مواجه بودند، به جای آن از بوته یا فضولات خشک شده احشام استفاده می‌گردند. اما چوب ساختمانی را که در ماشین‌های آبی مصرف می‌شد، نتوانستند با مصالح دیگر جایگزین کنند و مجبور بودند به هر ترتیب که شده آن را تهیه کنند؛ کما این که حافظ اصفهانی چنین کرد.

معماری شهری و روستایی نیز خود را با نبود چوب ورق می‌داد. به وقت نیاز (به خصوص در بناها) چوب ساختمانی را وارد می‌کردند یا از ساختمان‌های مخروبه به دست می‌آوردنده. گاه هم از چوب درختچه‌ها برای کار استفاده می‌کردند. اما به هر حال تولید زغال چوب بدون چوب ممکن نبود.

## زغال چوب

ویلکینسون بر اساس فعالیت‌های باستان‌شناسی یاد شده در بالا در نیشابور، روش‌های تولید گرما و پخت غذا در سده‌های میانی را کشف کرد. او ابتدا این نظر این بطوره را که "استفاده از زغال در تمام این منطقه (خوارزم)، در هند، خراسان و ایران ناشناخته است" رد می‌کند (Wilkinson, p.268 Ibn Battūta. II, p.268). به نظر ویلکینسون با توجه به سیستم گرم کردن خانه‌ها در نیشابور، استفاده از سوخت دیگری جز زغال چوب چندان ممکن نبوده است<sup>۱</sup>:

"خیلی از اتاق‌های داخلی خانه یک اجاق مرکزی داشت که دور آن را مستطیلی گچی به طول ۷۵ سانتیمتر و عرض ۶۰ سانتیمتر گرفته و قدری از کف اتاق بالا آمده بود. کوزه با کاسه‌ای سنگی در مرکز اجاق جاسازی شده بود تا مانند منقل، زغال را در آن بریزند. در ۶۰ سانتیمتری اجاق حفره‌ای قرار داشت که از طریق یک لوله گلی به کف کوزه متصل می‌شد تا هوای لازم را به آتش برساند. ایجاد جریان هوا برای حفظ تداوم آتش می‌توانست بر عهده نوکری باشد که به کمک یک دم در لوله بدمد یا بادبزنی از پر خروس را به شدت در مقابل حفره حرکت دهد. گاه هم اجاق مرکزی به این کاملی نبود و لوله نداشت. در این حالت اجاق صرفاً مرکب بود از یک گودی در کف گچی اتاق که داخل و اطراف آن را با خشت پخته می‌پوشاندند."

و نتیجه می‌گیرد "بدیهی است که چوب برای کوزه کوچکی که به این صورت در خاک کرده‌اند سوخت مناسبی نیست و این نکته که در بسیاری از این ظرف‌ها زغال چوب پیدا شده است هیچ عجیب نیست". بنابراین، گفته‌های این بطوره درست نیست. از سوی دیگر، "امکان ندارد که تا قرن دوازدهم م/ششم ه از زغال چوب استفاده شده باشد، سپس در قرن چهاردهم م/هشتم ه استفاده از آن منسوخ و مجدداً در قرن شانزدهم م/دهم ه مورد استفاده قرار گرفته باشد. به ویژه، در حالی که در

۱. رازی (۸۶۵ تا ۹۲۵ یا ۹۳۵) در آزمایش‌هایی که روی خصوصیات فلزات انجام می‌داد، به دفعات از زغال چوب استفاده کرده است. او حتی برخی شیوه‌ها، نوع زغال چوبی را که باید به کار برد نیز ذکر کرده است (رازی، صص ۳۷-۳۸).

مینیاتورهای ایرانی قرن‌های چهاردهم م/ هشتم ه و پانزدهم م/ نهم ه تصاویری از منقل دیده می‌شود” (Wilkinson, pp.285-286).

اگر کوزه را پایین‌تر از سطح زمین چال کنند تابش گرم‌ما کم‌تر از وقتی است که آن را روی کف اتاق قرار دهن. کرسی از آن جهت که بهتر می‌تواند گرمای تولیدی کوزه یا چال را حفظ کند، برای این مشکل راه حل خوبی است (همان‌جا). در متن‌های اروپایی اشاره‌هایی به کرسی به چشم می‌خورد و پیترو دلا واله در قرن هفدهم م/ بازدهم ه می‌نویسد:

”مایلم چیزی را برایتان نقل کنم که در آن جا مشاهده کردم و از آن پس هم نه تنها در تمام کردستان که در تمام ایران حتی در خانه‌های مجلل به چشم خورد. در اتاق‌ها آتش را مانند ما در زیر دودکش روشن نمی‌کنند، بلکه در داخل زمین روشن می‌کنند و در کوره‌ای که به آن تور (Tennor) می‌گویند و عبارت است از حفره‌ای گرد یا چهارگوش به عمق تقریبی دو و جب و حدوداً به شکل بشکه‌های رُمی؛ برای آن که این حفره گرد حرارت را از خود بیرون دهد در داخل آن کوزه‌ای از گل پخته قرار می‌دهند که هم‌شکل و هم‌گنجایش حفره است، سپس درون آن زغال تفته می‌گذارند، آتش روشن می‌کنند یا زغال یا هر ماده‌ای که بتواند به زغال تفته و سریع الاشتغال تبدیل شود می‌ریزند. بعد روی کوره تخته‌ای مانند یک میز کوچک قرار می‌دهند که آن را تماماً می‌پوشانند. روی میز لحاف سوزن‌دوزی شده‌ای می‌اندازند که از هر طرف تاروی زمین می‌آید و قسمتی از زمین را هم می‌پوشاند و مانع از آن می‌شود که گرمای یک مرتبه بخار شود. گرمای چندان نامحسوس و مطبوع در تمام اتاق منتشر می‌شود که اتاق بخار را در ذهن من تداعی می‌کند... مجرای کوچکی برای هوادادن به داخل تور تعیه کرده‌اند و موقعی که از آن استفاده نمی‌کنند ورودیش را می‌بندند... در روستاهای آشپزی و پخت نان رانیز در همین تور انجام می‌دهند“<sup>۱</sup>. (Tavernier.III, pp.86-87; Valle.II, pp.16-17).

با توجه به کمیابی مواد سوختی، به نظر می‌رسد بتوان پذیرفت که در نیشابور از اجاق مرکزی برای آشپزی استفاده می‌کردند (Wilkinson. p.288). اما بد رغم این که کرسی تنها طریقه معقول برای استفاده از این اجاق مرکزی است، عجیب است که هیچ تصویری از آن در نقاشی ایران یافت نمی‌شود (همان‌جا، ص ۲۸۷). از اجاق دودکش‌دار

۱. توضیحات فلاندن توصیف پیترو دلا واله را درباره کرسی کامل‌تر می‌کند. فلاندن می‌نویسد که در صوفیان، روستایی واقع در آذربایجان، کرسی را ”صیغه‌ای با عنوان اجاق به کار می‌برند؛ آن را با گلوله‌های پهنه یا ترکه‌های بیار نازک گرم می‌کنند و نان خانه را در آن می‌پزند. بعد از پخت، دهانه آن را با یک چهارچوب چوبی می‌پوشانند و رویش مقادیر زیادی روانداز پهنه می‌کنند تا حرارت را در خود متمرکز کند و تبدیل به وسیله گرمادهی شود“ (Flandin & Coste.I, pp.128-129).

نیز هیچ تصویری موجود نیست و چگونگی ورود آن به ایران نامعلوم است (همانجا، ص ۲۸۸). تاولریه می‌نویسد که "در برخی اتاق‌ها بخاری‌های دیواری‌ای وجود دارد که بسیار باریک است، چرا که در ایران چوب را، برای پرهیز از دودکردن، ایستاده می‌سوزانند و با توجه به گرانی و ندرت مواد سوختی آتش بزرگ روش نمی‌کنند" (Tavernier.II, p.97). در جای دیگری اضافه می‌کند که "در خانه بزرگان اتاق‌هایی با بخاری دیواری هست که در آن چوب را نمی‌خوابانند و ایستاده می‌سوزانند" (Tavernier.III, p.87). شاردن نیز همین صحنه را مشاهده کرده و اضافه می‌کند که این گونه بخاری ۳ پا (۹۰ سانت) ارتفاع و ۲ پا (۶۰ سانت) عرض دارد و نیم دایره‌شکل است. نمونه‌ای از چنین بخاری دیواری را در یک مینیاتور ترکی قرن هفدهم م/یازدهم ه می‌توان دید (Wilkinson, pp.285-286, fig.p.290). در کاوشهای نیشابور، نشانی از این گونه اجاق دودکش دار در خانه‌های این شهر در قرن دهم م/چهارم ه به چشم نمی‌خورد (همانجا، p.285). هم‌چنین، هیچ نوع منقل فلزی و قابل حملی در این شهر یافت نشده است. اما به زعم ویلکینسون احتمال دارد سوانح طبیعی در آن دوره و تهاجم‌های ترکان بقایای این منقل‌ها را که نشانه‌هاییش در ادبیات قرن‌های نهم م/سوم ه و دهم م/چهارم ه دیده می‌شود، از بین برده باشد (همانجا، p.288).

به این ترتیب، از بین سه وسیله‌ای که برای گرم کردن خانه استفاده می‌شده است - یعنی کرسی، منقل سیار و اجاق دودکش دار - وسیله اخیر در نیشابور قرن دهم م/چهارم ه ناشناخته بوده است. هنوز ثابت نشده است که این نوع اجاق در هیچ جای ایران قرن دهم م/چهارم ه مورد استفاده نبوده، اما شایان ذکر است که استفاده از دودکش (البته از نوع دیگر و به طریقی متفاوت) در حمامی در همین نیشابور و در همان دوره مشاهده شده است.

آلمر در خصوص منشأ زغال نقل می‌کند که زغال تهران از مازندران و شیراز می‌آمد (Olmer, p.93)؛ روپرسون در سال ۱۸۴۳م/۱۲۵۹ه می‌گوید که آن را از قره‌داغ، نزدیک تبریز، می‌آوردند (Roberston.1843, p.84). معلوم نیست که پیش از قرن نوزدهم م/سیزدهم ه نیز این مرکز تولید زغال وجود داشته‌اند یا خیر. اما چنان که دیدیم استفاده از زغال در دوره‌های قدیم شناخته شده بوده است.

تولید زغال به روی بسیار معمول صورت می‌گیرد و با آنچه در اوایل قرن بیستم م/چهاردهم ه در فرانسه متداول بوده است تفاوت زیادی ندارد (Olmer, p.93). روپرسون این روش را طی بازدیدی که در سال ۱۸۴۳م/۱۲۵۹ه از معادن آهن در قره‌داغ به عمل آورده، دیده و نقل کرده است: چاله چهارگوشی به طول حدود

چهار، عرض حدود ۲، و عمق حدود ۵ متر می‌کنند. دریچه شب‌داری در یک انتهای چاله و دودکشی به ارتفاع حدود ۲ متر در انتهای دیگر تعییه می‌کنند. چاله را با شاخه‌های درختان در ابعاد مختلف پر می‌کنند و رویش را با خاک می‌پوشانند. تنها راه ورود هوا از طریق سوراخ دریچه است. از همان سوراخ شاخه‌ها را آتش می‌زنند و ۲ تا ۳ روز بعد زغال را بر می‌دارند. از چنین چاله‌ای می‌توان یک تن زغال به ارزش ۱۳ شبلینگ به دست آورد (Roberston.1843, p.84).<sup>۱</sup> موخر نرخ تبدیل چوب به زغال چوب در آسیای مرکزی را چنین برآورد کرده است: "از ۵ درخت به وزن ۱۲۰ پود (۱۹۲۰ کیلوگرم) معادل ۴ پود (۶۴ کیلوگرم) زغال چوب به دست می‌آید" (Moser, p.297). بنابراین، برای هر تن زغال چوب حدود ۳۰ تن چوب لازم است.

البته، آهنگرها ندرتاً از این نوع زغال استفاده می‌کنند و ترجیح می‌دهند زغال را به روش خودشان درست کنند: تلی از شاخه‌ها را به صورت افقی روی زمین قرار می‌دهند. سپس آن را از زیر آتش می‌زنند و تا زمانی که دود و شعله می‌کند می‌گذارند بسوزد. بعد روی آن آب می‌پاشند تا خاموش شود. به این طریق زغالی به دست می‌آید که از نوع قبل سبک‌تر است (Roberston، همانجا). با توجه به قدمت فعالیت‌های معدنی در قره‌باغ، محتمل است که این روش از خیلی وقت پیش در ایران متداول بوده باشد.

### قیمت‌ها

در طول صفحات قبل، چندین بار اشاره کردیم که قیمت چوب زیاد بوده است. اما جز چند داده پراکنده که از جهانگردان اروپایی در قرن‌های اخیر در دست است، اطلاعی از قیمت مواد سوختی پیش از قرن هفدهم م/ یازدهم هنداریم. از این گذشته این قیمت‌ها فقط مربوط به شهرهاست و هیچ تصویری از قیمت‌ها در مناطق روستایی در دست نیست. در روستاهای بدیهی است که بخشی از مواد سوختی مانند تپاله و خار و خاشک را روستاییان به رایگان به دست می‌آوردن. دُبرویین نقل می‌کند که بهای نیم کیلو چوب یا زغال یک سوم پول<sup>\*</sup> و بهای نیم کیلو تپاله برابر یک هفتم پول بوده است. به عبارت دیگر، با یک پول بین ۱/۲ و ۱/۵ کیلو چوب یا زغال و بین ۳/۶ تا ۳/۳

۱. درباره قیمت، ن. ک. بخش بعد.

\* پول را معادل سو (sou) گذاشتم که برابر ۵ سانتیم و واحد قدیمی پول در فرانسه است. (م)

کیلو گلوله حاصل از تپاله شتر، گاو، گوساله یا الاغ می‌شد تهیه کرد. به این ترتیب، قیمت چوب یا زغال تقریباً  $\frac{2}{5}$  برابر قیمت گلوله بوده است (Bruyn, IV, p.216). یک قرن بعد، موریه نیز تصویری از قیمت مواد سوختی در همان شهر ارائه می‌دهد و مانند دیگران بر کمبود چوب در ایران تأکید می‌کند:

"در اصفهان مواد سوختی بسیار گران است و در نتیجه فقرا تپاله گاو، الاغ و اسب را می‌سوزانند. عموماً حین گردش صبحگاهی به دسته‌هایی از احشام برابر برمی‌خوریم که این محصول را حمل می‌کنند و یک بار قاطر آن به قیمت نیم ریال یا شیلینگ به فروش می‌رسد. یک من، ۱۵ کیلوگرم، چوب توت، چنار و مانند آن که برای سوخت تهیه شده است چهار شاهی یا چهار پنس ارزش دارد و یک من زغال چوب نیم ریال می‌ارزد" (Morier, 1818, p.155).

یک بار قاطر ۱۵۰ کیلوگرم وزن دارد و یک شیلینگ معادل ۱۲ پنس یا ۲۴ پول است. به این ترتیب با یک پول می‌شود یا  $\frac{6}{5}$  کیلوگرم تپاله خریداری کرد یا ۱۷۵ کیلوگرم چوب یا  $\frac{9}{5}$  کیلوگرم زغال. در این مورد چوب از تپاله احشام چهار برابر گران‌تر است<sup>۱</sup>.

به زعم دُبروین، زغال چوب و چوب ساخت همارزش‌اند و با توجه به هزینه قابل ملاحظه تهیه زغال، این گفته تعجب‌برانگیز است. احتمال دارد هزینه حمل چوب، نظر به حجم زیاد آن، از زغال افزون‌تر بوده باشد. قیمت زغال به نوع درختی که برای تهیه آن استفاده می‌شده است نیز بستگی داشته است. موزر در آسیای میانه مشاهده کرده است که زغال "چوب معمولی به ازای هر پود ۱۶ کیلوگرمی ۱۵ کوبک (Moser) و زغال سرو کوهی ۱۰ کوبک (۳۰ سانتیم) قیمت داشته است" (p.297). چنان که دیدیم یک تن زغال ۱۳ شیلینگ به فروش می‌رفته است (Roberston, 1843, p.84). قیمت زغال در این مورد از قیمتی که موزر یا دُبروین داده‌اند پایین‌تر است، چرا که با یک پول می‌شود ۶ تا  $\frac{7}{5}$  کیلو زغال خرید. این اختلاف قیمت ناشی از فاصله و در نتیجه هزینه حمل و نقل و همچنین مربوط به در دسترس بودن چوب در اماکن تولید است.

\*\*\*

۱. این اعداد با آن چه آلمر در اوایل قرن بیست در خصوص تهران نقل می‌کند منطبق است: قیمت ۱۰۰ کیلوگرم تپاله  $\frac{1}{6}$  فرانک است و همان مقدار زغال ۲۰ فرانک ارزش دارد. اما باید توجه داشت که قیمت بالای زغال در تهران بعضًا ناشی از هزینه گران حمل و نقل است (Olmer, pp.22, 93).

از آن چه گفته شد می‌توان نتیجه گرفت که در ایران، به دلیل بهای گزاف چوب که خود ناشی از نایابی آن بود، چوب را، به استثنای مناطق حاشیه خزر، به عنوان کالایی تجملی استفاده می‌کردند. هنگامی که چوب در دسترس بود تنها افراد مرغه قادر به تهیه آن بودند. تهییدستان همواره به وسایل و مواد دیگری متولّ می‌شدند تا جایگزین چوب بشود و وقتی چوب نایاب بود بالادستی‌ها نیز به همین وضع دچار می‌شدند.

در نتیجه نبود چوب ساختمانی، غالب خانه‌ها از گل ساخته می‌شدند و در آن‌ها چوب کمی به کار می‌رفت. کیفیت مواد سوختی و محلی که در آن آتش روشن می‌کردند نیز بر معماری ایران تأثیر گذاشته است (Wilkinson, p.284). این که آتش را در اجاقی در مرکز اتاق روشن می‌کردند یا در فرورفتگی‌ای در دیوار یا در یک منقل سیار، و این که ماده سوختی دودزا بوده است و به دودکش (با یا بدون کلامک) یا حفره‌ای در تاق یا دیوار نیاز بوده است، همه عواملی است که معماری خانه را دستخوش تغییر می‌کرده است. تأثیرات دیگری نیز هست که ویلکینسون به آن اشاره نکرده است و از آن جمله می‌توان از تأثیر حجم و نوع ماده سوختی بر ساختمان انبارها یاد کرد؛ نحوه ذخیره تپاله و چوب متفاوت است و برای انبار کردن خار و ترکه‌های تیغ‌داری که در حمام‌ها استفاده می‌شد از روش دیگری استفاده می‌کرده‌اند. افزون بر این، وجود گرده‌های تپاله بر روی دیوار منازل یا به شکل هرم در داخل روستا نیز بر سامان و بهداشت روستا اثر می‌گذاشته است.

همچنان که دیدیم، در ایران مرکزی مواد سوختی شکل کوره‌ها را تعیین می‌کرده و آثار دیگری نیز بر نحوه ذوب فلزات در ایران می‌گذاشته است. اما، در خصوص چوب‌بست کردن و نگهداری سقف معادن اطلاعات ناچیزی در دست است. این رُسته در قرن دهم م/چهارم هزار بازمانده‌های یک معدن ساسانی توصیفی آورده است که محل تأمل است: "معدن قدیمی را می‌توان از روی آثاری چند شناسایی کرد که عبارت‌اند از چاههای عمیقی که برای استخراج مواد معدنی حفر شده‌اند، رگه‌های آشکار، مکان‌هایی که در آن چادر می‌زده‌اند، تیرکهای چوبی..." (Ibn Rusteh, p.1811).

شاید از این تیرکها برای بستن دیوارهای چوبی<sup>\*</sup> در چاههای عمیق استفاده می‌کرده‌اند. در این قبیل چاهها، تعییه سیستمی برای تهویه و تخلیه آن‌ها ضرورت قطعی بود. "در ایران چاههای مخصوصی یافت شده‌اند که به این منظور حفر شده‌اند و بعضی مربوط به دوران پیش از اسلام می‌شوند" (al-Hasan & Hill, 1986, p.972). این نوع بهره‌برداری معدنی تحت پوشش دولت انجام می‌شد (همان‌جا). لازم به ذکر است که معادن خصوصی عموماً به این اندازه عمیق نبودند و از نقطه‌ای که مشعل‌ها خاموش می‌شد پایین‌تر نمی‌رفتند (Yâqut, p.177) و این پدیده احتمالاً ناشی از نبود سیستم تهویه بوده است. تونل‌های این معادن را یقیناً حفاظت‌گذاری نمی‌کرده‌اند.

البته، کمبود چوب مانع از آن می‌شد که از معادن به صورت فشرده بهره‌برداری شود؛ اما عامل دیگر این بود که دولت نسبت به منابع معدنی خود کاملاً بی‌تفاوت بود و این عاملی است که یقیناً از کمبود چوب مهم‌تر بوده است؛ حتی هنگامی که چوب هم به وفور یافت می‌شود این بی‌توجهی به چشم می‌خورد. در ویل می‌نویسد "در آذربایجان معدن آهن زیاد است و قاعده‌تاً کوره آهنگری هم می‌ساختند. اطراف آهر (Aker) مملو از سنگ معدنی بسیار مرغوب است؛ یک رو دخانه و چوب نیز به وفور یافت می‌شود. با همه این احوال شاه آنقدر به امور سودمند بی‌توجه است که هنوز کوره‌ای در آن‌جا بر پا نشده است" (Drouville.II, pp.37-38). کمیتر نیز تحلیل مشابهی دارد. "در مازندران و کرمان معادن آهن، مس و نقره و در اطراف یزد، معادن سرب یافت می‌شود. اما این معادن مورد بهره‌برداری واقع نمی‌شوند و برخلاف باور غلطی که علت این امر را کمبود چوب می‌داند، این وضعیت بیشتر ناشی از بی‌توجهی است" (Kinneir, p.40).

هر چند چوب ساختمانی به آسانی قابل دسترس نبود، اما چنان که در پاره دوم خواهیم دید، دستگاه‌های آبی چوبی در ایران کم نبوده است. همچنان که فقدان وسایل نقلیه چرخ‌دار را نیز چنان که دیدیم باید بیشتر به حساب کمبود راه‌های ارتباطی گذاشت تا فقدان چوب.

**\*cuvelage**: پوشش داخلی چاه را گویند که به قصد عایق‌سازی یا تعکیم جداره ساخته شده باشد. هر چند متخصصان معدن در فارسی نیز به این کار کول‌لاز یا کول‌گذاری می‌گویند، اما در این‌جا عمدتاً یان عالم‌تری را به عنوان معادل برگزیدیم. (م)

## فصل سوم

### زغال سنگ و نفت

به نوشته دیودور سیسیلی (II,12): "در بین النهرين همیشه چوب کمیاب بوده و بابلی‌ها برای گرم کردن خود قیر می‌سوزاندند". به گفته استرابون (XVI, 1, 15) و پلینی (XXXI, 39, 7) در بابل به جای روغن حیوانی و گیاهی که سوخت متداول چراغ بود، از قیر و نفت خام برای تامین روشنایی استفاده می‌کردند (Ramin, p.13). شکی نیست که در ایران باستان یا سده‌های میانی، از نفت برای تولید گرما و روشنایی استفاده می‌شده است. اما احتمال این که نفت یا زغال‌سنگ به جای سوخت‌های غیرفیزیکی یا برای جبران کمبود آن به کار رفته باشد، ضعیف است. میزان تولید سوخت فیزیکی چنان‌اند که هرگز به نیازهای مردم و صنعت در ایران باستان یا سده‌های میانی پاسخ نمی‌داد.

### زغال‌سنگ

از دوران باستان تا سده‌های میانی ایرانیان نفت و زغال‌سنگ را مواد سوختی می‌شناختند؛ اما مصرف زغال‌سنگ از نفت کمتر بود. با این حال، در تفسیر ارجاعات به زغال‌سنگ باید احتیاط کرد چرا که جغرافی‌دان‌ها و جهانگردان هیچ‌گاه به نامی واحد از آن یاد نکرده‌اند و تنها از ورای توصیف‌هایی از قبیل "سنگی که می‌سوزد" یا "سنگ سیاه" می‌توانیم نتیجه بگیریم که از زغال‌سنگ حرف می‌زنند.

مثلاً، نویسنده حدود‌العالم، در قرن دهم م/چهارم ه، نقل می‌کند که در فرغانه، شهری در شمال شرقی ایران، چراغ‌سنگ وجود دارد و مینورسکی آن را به "شبست (یا پلمه‌سنگ) سوختی" ترجمه کرده است (حدود‌العالم، ص ۱۱۶) در حالی که لفظ فارسی آن احتمالاً گویای این است که در این منطقه از آن برای روشنایی استفاده می‌کردند. این حوقل نیز اشاره می‌کند که در فرغانه "سنگ‌هایی هست که آن را مانند زغال می‌سوزانند". (Ibn Hawqal, p.468)

در آسبره، شهر دیگری در مأواه النهر، نیز آثار زغال سنگ مشاهده شده است: "در کوهستان‌های آسبره سنگ سیاهی یافت می‌شود که مانند زغال می‌سوزد و قیمت سه بار الاغ آن یک درهم است. بعد از آن که کاملاً سوخت، از خاکستر ش برای سفید کردن البته استفاده می‌شود" (استخری، ص ۱۳۲؛ جیهانی، ص ۱۹۵). از این نکته که جغرافی‌دان‌ها قیمت زغال سنگ را ذکر کرده‌اند می‌توان نتیجه گرفت که در قرن دهم م/چهارم ه این نوع سوخت موضوع دادوستد بوده است. نمی‌توان یقین کرد که زغال سنگ در مقیاسی وسیع مصرف می‌شده است، اما احتمالاً، چنانکه با تولد نیز اشاره می‌کند، در فرغانه (که صادر کننده انواع اسلحه و شمشیرهای مسی و آهنی و غیره بوده است) صنعت ذوب فلز در نتیجه فقدان چوب به استفاده از زغال سنگ روی آورده است (Barthold, p.236). البته با توجه به بهای نازل زغال سنگ، باید نتیجه گرفت که این نوع سوخت ظاهرآ رونق چندانی نداشته است. حتی اگر یک بار الاغ را به جای ۹۰ کیلو گرم (که معادل بار بزرگ است)، ۵۵ کیلو گرم (بار کوچک) بگیریم، باز هم زغال سنگ سوختی ارزان محسوب می‌شود (همان‌جا، ص ۱۶۱)<sup>۱</sup>. این بهای نازل می‌تواند ناشی از این امر نیز بوده باشد که بهره‌برداری معدنی چندان پیشرفت نبوده است و تنها به جمع کردن سنگ‌هایی اکتفا می‌کردند که نیاز به تلاش زیاد و کار معدنی نداشته است.

به یقین می‌توان گفت که زغال سنگ از آن پس حدود نه قرن از صحنه تاریخ ایران محو شد و ظهور مجدد آن به قرن نوزدهم م/سیزدهم ه بر می‌گردد. س. بنجامین که در سال ۱۸۸۲ به ایران سفر کرده است حکایتی را شایان ذکر را نقل می‌کند:

"کشف جدید زغال سنگ در ایران نسبتاً اخیر است. در زمان‌های گذشته در این کشور زغال سنگ وجود داشته است اما معادن به شکل عجیبی ناپدید شده‌اند و به نظر می‌رسد که آگاهی درباره ثروت‌های معدنی ایران از بین رفته است. اما در زبان فارسی برای نامیدن زغال سنگ نام خاصی به جا مانده است؛ و از همین رو جهانگیرخان، وزیر سابق معارف

۱. بنا بر تخمین لترنج در قرن نهم و دهم م/سوم و چهارم ه ۱۰۰۰ درهم معادل ۴۰ لیره استرلینگ با ۸۰۰ شیلینگ بوده است (Le Strange, p.336). باریه ۵ متر درهم قرن نهم م/سوم ه را معادل ۰/۶۵ فرانک می‌داند (ابن خردابه، ص ۱۲۵). به این ترتیب هر شیلینگ یا هر فرانک برابر ۱/۲ درهم بوده است و بر حسب این که بار الاغ را کوچک یا بزرگ فرض بگیریم، با ۱ فرانک می‌شد ۱۵۰ یا ۲۷۰ کیلو گرم زغال سنگ خرید حال آن که چنان که قبلاً دیدیم این مبلغی است فقط برای خرید ۲۰ کیلو گرم چوب یا زغال چوب می‌باشد پرداخت. قطع نظر از نوسانات قیمت در فاصله قرن‌های دهم و هفدهم م/چهارم و یازدهم ه می‌توان نتیجه گرفت که زغال سنگ به مراتب ارزان‌تر از چوب بوده است.

معتقد است که وجود این کلمه در زبان فارسی باید دلیلی داشته باشد. او تحقیقات چندی در این زمینه به عمل آورد که هیچ یک به نتیجه‌های نرسید. اما در جریان یکی از سفرهایش به جنگل‌های مازندران متوجه شد که بعضی کولیان در اتراف گاههایشان از زغالسنگ استفاده می‌کنند و با تجسس در اعمالشان توانست اطلاعاتی را که می‌خواست به دست آورد. از آن هنگام به بعد در بسیار مناطق کشور معادن سرشار زغالسنگ یافت شده است.

(Benjamin, pp.44-45)

در اوایل قرن نوزدهم م/سیزدهم ه، موریه با استناد به اطلاعات صدراعظم ایران در خصوص سنگی که در مازندران یافت می‌شده و قابل سوخت بوده است، حدس زد که در آن منطقه باید زغالسنگ مرغوبی وجود داشته باشد (Morier.1812, p.231). در میانه قرن نوزدهم م/سیزدهم ه، آبوت از وجود معادن زغالسنگ در مازندران گواهی داده است. اما هیچ گونه بهره‌برداری مهمی از آن نمی‌شد. فقط از رگهایی که به سطح زمین نزدیک‌تر بودند بهره‌برداری می‌کردند و آن هم یا به مصرف ارتش روسیه می‌رسید یا برای تأمین نیازهای آهنگران چند روستا در اطراف لاریجان (در جنوب آمل) استفاده می‌شد. بهای ۱۰۰ کیلوگرم زغالسنگ، که در بندر گز (جنوب شرقی دریای خزر) ۵ شیلینگ بود، وقتی به آستراخان (در مصب ولگا) می‌رسید به ۵ برابر افزایش می‌یافت (Amânat, p.23). معقول به نظر می‌رسد که ظرف چند دهه‌ای که از سفر کنسول آبوت به ایران گذشته بود و با ورود ماشین بخار از غرب به ایران، بهره‌برداری از معادن زغالسنگ رونق گرفته باشد.

## نفت

برخلاف زغالسنگ، نفت در ایران شناخته‌شده‌تر و مصرف آن رایج‌تر بود. با توجه به این که در قرن بیستم م/چهاردهم ه نفت به منبع اصلی انرژی تبدیل شد و ایران نیز مقادیر معتبره از آن را در اختیار داشت، پژوهشگرانی چند را بر آن داشت تا به تدوین تاریخ نفت در ایران بپردازنند؛ از این رو تاریخچه آن تقریباً مدون شده است. از جمله لاکھارت که غالب متن‌های تاریخ و جغرافی دانهای دوران باستان و سده‌های میانی تا قرن هفدهم م/یازدهم ه را درباره نفت در ایران گردآوری کرده است. فوربس در چند مورد به تکمیل کار او پرداخت. با تجزیه و تحلیل این مجموعه و با مراجعت به آثار دیگر می‌توان طرحی از تاریخ نفت در ایران را، تحت چند سرفصل تهیه کرد.

### منشأ

استفاده از نفت برای منظورهایی به غیر از سوخت، به هزاره‌های پنجم یا ششم پیش از میلاد برمی‌گردد:

تمدن‌های قدیمی ایلام و انزان با زفت معدنی و قیر آشنا بودند و احتمالاً حتی پیش از قدیمی ترین سلسله‌های سومری و بابلی آن استفاده می‌کردند. در سال ۱۹۲۳/۱۳۴۲ هجر شوش استوانه‌هایی از دوران باستان کشف شد که تماماً از قیر تشکیل شده یا با لایه‌ای از قیر پوشانده شده بود. حکایت قیراندود کردن بیرون و درون کشتی نوح، هم در گیلگمش و هم در قصه آفرینش نقل شده است. امروزه می‌توان همین نوع استفاده را در قایق‌های روی رودخانه فرات مشاهده کرد. (Seguin, pp.3-8)

هر چند باستان‌شناسان به کشف این قبیل موارد استفاده از قیر (جامد) نائل آمده‌اند اما نتوانستند نشان دهند که در این دوره از نفت (مایع) نیز استفاده می‌شده است (Lockhart.1937, p.71). با این حال، به نظر می‌رسد که "در منطقه دزفول برای روشنایی" از نفت استفاده می‌کردند و در این شهر چراغ‌های نفتی‌ای یافت شده است که به هزاره دوم پیش از میلاد مربوط می‌شود (Seguin & Mercier, pp.11-12, 23-24). هرودوت سه نوع محصول مختلف چاه نفت در خوزستان را چنین برمی‌شمرد: قیر، نمک و روغن (نفت)... نمک و قیر فوراً منعقد می‌شوند و روغن که ایرانی‌ها به آن رادینکه (rhadinké) می‌گویند، سیاه است و بوی تندی دارد (Hérodote.VI, p.119). بدیهی است که منظور هرودوت از روغن همان نفت مایع است.

سُکن و مرسيه تفسیری را که لاکهارت از بخش دیگر نوشته هرودوت (Hérodote.VIII, p.52) ارائه داده است قبول دارند. بنا به تفسیر لاکهارت نیزه‌های نورانی‌ای که سربازان خشایار در محاصره آتن (در ۴۸۰ پیش از میلاد) از آن استفاده کردند، باید به نفت آغشته بوده باشد (Lockhart.1937, p.73). لاکهارت در جستجوی گواهی برای فرضیه خود ۹ قرن جلو می‌رود و در تاریخ آمین مارسلن (که زولین مرتد امپراتور روم<sup>\*</sup> را در لشگرکشی بر علیه شاپور دوم همراهی می‌کرد) همین استفاده از نفت را بازمی‌یابد:

"روغن مادی ساخته این قوم (ایرانیان) است. تبری که به این روغن آغشته باشد به هر شی‌مای که وارد شود آن را می‌سوزاند، به شرطی که تیر را به آرامی و از کمانی با زه شل

رها کنند چرا که پرتاب سریع تیر باعث می‌شود خاصیت این ترکیب از بین برود. اگر برای خاموش کردن چنین آتشی از آب استفاده شود بر شدت آن می‌افزاید و تنها راه این است که آتش را با خاک خفه کنند. این روغن را به این ترتیب درست می‌کنند که برگ‌های نوعی گیاه را در روغن غلیظ قوام می‌بخشند. این روغن فرآورده‌ای طبیعی است که از زمین ماده‌ای شیه روغن معمولی می‌خیسانند و وقتی محلول آماده شد تفاله آن را به کمک ماده‌ای شیه روغن غلیظ قوام می‌بخشند. این روغن فرآورده‌ای طبیعی است که از زمین می‌گیرند و به آن در زبان فارسی نفت می‌گویند.” (Ammien Marcellin. Lockhart. 1937, p.75).

ایرانیان حداقل از قرن ششم پیش از میلاد نفت مایع را به عنوان ماده سوختی می‌شناختند و شاید از آن برای ساختن نیزه‌های آتشین استفاده می‌کردند. بهره‌برداری از ذخائر نفتی، بنا به روایت هرودوت، از قرن پنجم پیش از میلاد در جریان بوده است. اما برای اهرتزفلد عجیب این است که به رغم وجود آتش جاودانی و مقدس، در هیچ‌یک از متون مذهبی ایرانی اشاره‌ای به واژه نفت یا «رادینکه» هرودوت وجود ندارد (Herzfeld, p.21). این نکته باعث می‌شود که هرتزفلد، آپام-نپت (Apam-nēpt) (خدای پیش-زرتشتی‌ای که نواحه آب‌ها و نشانه آتش جاودانی است) را با نفت یکسان بینگارد و چنین نتیجه بگیرد که نفت واژه‌ای ایرانی، از ریشه ناب به معنی نمناک بودن، است (همان‌جا، صص ۲۳-۲۴). لاکهارت با این نظر موافق است، اما سُگن و مرسیه آن را مردود می‌شمارند: ”دکتر لاکهارت بر آن است که واژه نفت از ریشه باستانی ناب، به معنی نمناک بودن، مشتق شده است و این را دلیل جدیدی می‌داند برای این که نفت از دیرباز در ایران شناخته شده بوده است. اما این لغتشناسی از چندین جهت قابل اعتراض است.“ در حقیقت، ”اکدی‌ها کلمه نپتو (naptu) را از فعل نپتو (napatu) و نابتو (nabatu) به معنی «سوختن» درست کردن و فراورده‌ای را که به آن شَمَن/ایدی (shaman iddi) (به معنی «روغن قیر») هم می‌گفتند به آن نامیدند. اکدی‌ها همزمان با انتقال این فراورده نام آن را نیز متنقل کردند. از آنجا که هم در آشوری و هم در بابلی ریشه قابل قبولی برای این کلمه وجود دارد و افزون بر این، فراورده یاد شده مشخصاً از مناطقی به دست می‌آید که تحت سلطه آشوری‌ها و بابلی‌ها بوده است، به نظر من نیازی نیست به دنبال یک لغتشناسی ایرانی، که بسیار هم مسئله‌دار می‌نماید، بگردیم. علاوه بر این که فعل نپتو («سوختن»)، بر عکس ریشه ناب («نمناک بودن») یکی از ویژگی‌های کاملاً خاص نفت را بیان می‌کند، از نظر آواشناسی هم گذار از ناب به نفت - که به قول لاکهارت در زبان اوستا به نپا بدل شده است - تقریباً ناممکن است.“ (Seguin & Mercier, p.8)

### ذخایر نفتی

شک نیست - و مثال‌های یادشده نیز گواه این مدعایند - که اقوام باستانی منطقه بین‌النهرین نفت را می‌شناخته‌اند. ولی چنان که آمین مارشل نیز نشان می‌دهد، نفت برای ایرانیان معادل روغن مادی است که از ماد در شمال غربی ایران به دست می‌آید و در سرتاسر سده‌های میانی همواره نامش در روایت‌های جغرافی‌دان‌ها و سیاحان به چشم می‌خورد. البته گهگاه نامی از ذخایر بین‌النهرین نیز برده می‌شود اما فعالیت اصلی بهره‌برداری نفتی عمدتاً در اطراف ذخایر ماد در باکو و دیگر شهرهای این منطقه و احتمالاً در همان مسیر تعریف شده توسط ساسانیان سازمان داده شده بود. همچنان که از نوشه‌های مسعودی، یاقوت (در حدود‌العالم)، مستوفی یا مارکوبولو برمی‌آید، و یا به نقل از سیاحانی که در قرن شانزدهم م/دهم هاز ایران گذشته‌اند - از آن جمله، ماجراجویان و سفرایی چند، چون گمپفر، آثاریوس، کارتراست، هنری - همواره نفت ماد است که موضوع اشاره‌های مختصر یا شرح مبسوط واقع شده است.

به جز این دو ذخیره نفتی در شمال غربی و در جنوب غربی ایران، جغرافی‌دان‌ها و سیاحان از مراکز دیگری نیز نام برده‌اند که دورافتاده‌تر و بعضاً بهره‌ورتر بوده‌اند، و در آن‌ها نفت یا فرآورده‌های نفتی تولید می‌شده است. استخراج از منابع نفتی کوهستان‌های ماوراء‌النهر نام می‌برد، اما نه نوع بهره‌برداری آن را مشخص می‌کند، نه موارد استفاده یا تجارت آن را (استخری، ص. ۱۳۰).

از ملاحظات فوربس چنین برمی‌آید که برای نخستین بار شاردن است که به وجود نفت در مازندران و استفاده از آن اشاره می‌کند: "در قسمتی از مازندران پترولیوم یا نفت یافت می‌شود. هم سیاه آن هست، هم سفیدش." (Chardin.II, p.24). (Forbes.1958, p.157) راینو نقل می‌کند که در مازندران، در روستایی به نام گیلاورد، بین بابل و ساری، نفت یافت شد (Rabino.1916, p.49). در مرکز ایران و در روستاهای "کوهستان‌های اطراف (اصفهان)"، از جمله روستایی به نام فریدن، ذخایر قیر با کیفیت تأیید شده یافت می‌شود. این قیر را از قیر فارس برتر و سودمندتر می‌دانند" (ابن رسته، ص ۱۸۲). این نخستین باری است که سیاحی از قیر اصفهان یاد می‌کند و از آنجا که جزئیات بیشتری از مشاهدات خود ارائه

نمی‌کند، دشوار بتوان ماهیت حقیقی و موارد مصرف این ماده را تشریح کرد؛ به خصوص که درباره قیر فارس نیز اطلاعاتی در اختیار نداریم.<sup>۱</sup>

ظاهرآ، روش بهره‌برداری از ذخایر در شمال و جنوب یکسان بوده است. هرودوت چگونگی بهره‌برداری ذخایر نفتی در جنوب ایران و فرایند پالایش نفت به طریق تهشیبی را (که احتمالاً در نوع خود اولین بوده) شرح می‌دهد. شرح او مربوط به چاهی است که ۴۰/ستاد<sup>\*</sup> با منطقه آردریکا (Ardericca) فاصله داشته و این منطقه خود ۲۱۰/ستاد با شوش فاصله داشته است. طبق برآوردهای لاکهارت و با این فرض که هرودوت مسافت‌های درست را ذکر کرده باشد، آردریکا باید یا قیراب یا مسجد سلیمان کنونی باشد (Lockhart. 1937, p.73).

اما شرحی که "پدر تاریخ" از این چاه می‌دهد:

"برای استخراج از چاه وسیله‌ای الکلنگ‌مانند (چرخ چاه) را که نیمه‌ای از یک خیک به مثابه سطل به آن متصل شده است، به کار می‌برند. این ظرف را در قشر نفت فرو می‌کنند و ماده نفتی را بیرون کشیده در مخزنی می‌ریزند. در خروجی این مخزن سه مجرای متفاوت وجود دارد که ماده نفتی از آن‌ها به شکل قیر، نمک و روغن بیرون می‌آید. قیر و نمک فوراً منعقد می‌شوند. روغن... سیاه است و بوی تندی دارد" (Hérodote. VI, p.119).

هرودوت تنها کسی است که به تشریح روش تهیه نفت در ایران دوران باستان و سده‌های میانی همت گمارده است؛ نوشه‌های کمپفر، بیش از ۲۰ قرن بعد، این امکان را فراهم آورد تا بتوان تصوری از جزئیات فنون بهره‌برداری از نفت در نواحی جنوبی ایران و در سرزمین مادها به دست آورد. کمپفر که در سال ۱۶۸۴م/۱۰۹۶هـ به باکو سفر کرده است، ذخایر نفتی شبه‌جزیره آبشوران (Apscheron) در نزدیکی باکو را به دقت توصیف می‌کند:

" تمام سطح زمین از نفتی که بیرون می‌جهد سیاه شده است. انگار که زمین را زفت گرفته باشد. چرا که نفت وقتی خشک می‌شود به صور جامد در می‌آید. بوی معفنی به مثام

۱. به استاد نوشتۀ استخری، می‌دانیم که در مرز فارس و خوزستان، در اطراف روستایی به نام اسد یا عسل، شعله‌هایی از یک منبع نفت در کوهستان زبانه می‌کند (استخری، صص ۵۸-۵۹). آیا این رُسته فارس را با استان هم مرز آن اشتباه گرفته است؟ محتمل است که منظور این رُسته از قیر فارس، نوعی موسم باشد که در این استان شناخته شده بوده است. در این صورت، محصول اصفهان احتمالاً باید از سکه افتاده باشد چون بعد از قرن دهم، که مقارن مشاهدات این رسته است، هیچ ردی از آن یافت نمی‌شود.

\* stadium (در زبان فرانسه) یا stade (در زبان انگلیسی): واحد درازا در یونان باستان معادل حدود ۱۸۰ متر. (م)

می‌رسد که حتی در فاصله زیاد هم افراد حساس را آزار می‌دهد. بعضی از چاه‌های پراکنده منطقه به طور ثابت و در تمام سال نفت تولید می‌کنند. بعضی دیگر تا زمانی که سفره‌های زیرزمینی پر نشده‌اند خالی می‌مانند و باقی هم به علت کمی نفت بلااستفاده هستند. عمق یک چاه بالغ بر ۳۰ ذرع<sup>\*</sup> یا بیشتر است. در طول شب نفت بالا می‌آید و در چاه جمع می‌شود و در طول روز توسط کارگران استخراج می‌گردد. بالآخر نفت به این دلیل است که از چاه عمیق‌تری مشغول برداشت هستند و نه به این خاطر که نفت در عمق چاه جاری باشد. برای حفر چاه به احتیاط‌های اینمی نیازی نیست چرا که خاک، رسی و محکم است و هیچ خطری ممکن را تهدید نمی‌کند. چاه هر قدر هم که عمیق باشد نیازی به تعیین استحکامات برای تقویت جداره‌ها نیست. مایع به صورت دستی و به کمک مشکی که با دست یا با چرخ به عمق چاه می‌اندازند استخراج می‌شود.<sup>(Forbes, 1958, p.158)</sup>

این روش استحصال نفت مشابه روشی است که هرودوت توصیف کرده و مورد استعمال رایج در منطقه است. گمپفر توضیح می‌دهد که تنها در یک مورد، آخرین مرحله بهره‌برداری با روش معمول تفاوت دارد:

”تنها یکی از چاه‌های است که بر روی آن حفاظ ساخته‌اند. این چاه از بقیه وسیع‌تر، عمیق‌تر و نسبتاً غنی است. نفت به طور مشخص به شکل تندآمی متلاطم در آن جریان دارد و به کمک دستگاهی که روی چاه ساخته شده است استخراج می‌شود. این دستگاه به وسیله دو اسب به حرکت در می‌آید که به نوبت دور می‌گردند. در این چاه نیز تنها چند ساعت در شب کار می‌کنند.“ (همانجا)

بالابری که برای بیرون‌کشیدن نفت به کار رفته یقیناً نوعی چرخ آبی بوده است<sup>۱</sup> و این اولین موردی است که می‌بینیم این ماشین برای بالا کشیدن مایعی به غیر از آب به کار رفته و با چنین کاربردی تطبیق یافته است. با توجه به این که در این چاه نفت بیش‌تری وارد می‌شده، طبعاً لازم بوده است که روش‌هایی با کارآیی بیش‌تر به کار گرفته شود. استفاده از چنین سیستمی همچنین نشان می‌دهد که در قرن هفدهم م/ یازدهم ه تولید نفت تا چه اندازه مقرر به صرفه بوده است. اما معلوم نیست آیا پیش از قرن هفدهم م/ یازدهم ه نیز از این چرخ در صنعت نفت استفاده می‌شده یا خیر؛ ضمن این که هیچ منبع دیگری نیز از دستگاه یاد شده نامی نبرده است.

<sup>1</sup> aune واحد قدیمی طول برابر ۱۸/۱۸۱ متر سپس ۲۰/۱۱۱ متر که در سال ۱۸۴۰ منسخ شد. تقریباً برابر یک ذرع یا گز. (م)  
۱. ن. گ. فصل اول، چرخ و ازابه.

هنری، بازرگان انگلیسی که در سال ۱۷۵۳م/۱۱۶۷هـ با کو سفر کرده بود، چگونگی فرایند پالایش نفت از طریق تهشینی را که در این منطقه به کار می‌رفت، به اختصار تشریح کرده است: ابتدا نفت را درون سطل‌هایی بالا می‌کشند و به مخزنی می‌ریزند. سپس به مخزنی دیگر ریخته می‌شود و به این ترتیب آب یا قسمت سنگین مایع در مخزن اول می‌ماند (Hanway, 1958, p.161؛ Forbes, 1958, p.368). احتمالاً مخزن‌های سه گانه شوش رانیز که پیش‌تر به آن اشاره شد، به همین طریق به کار می‌گرفتند.

کپنیر، در ابتدای قرن نوزدهم م/سیزدهم هـ در جنوب ایران همین روش استخراج نفت به وسیله دلو چرمی را مشاهده کرده است ولی هرگز اشاره‌ای به پالایش نفت از طریق تهشینی نمی‌کند و می‌نویسد که نفت را پس از استخراج در خمره‌های گلی حمل می‌کنند (Kinneir, pp.38-40).

شاردن ذکر کرده است که نفت مازندران دو رنگ مختلف دارد. نفت ماد نیز به استناد منابع مربوط به سده‌های میانی به دو رنگ سفید و سیاه بوده است. به نقل از یاقوت "در باکویه (باکو) چاه نفت بزرگی وجود دارد که تولید روزانه آن هزار درهم است. در همان نزدیکی چاه دیگری وجود دارد که از آن شب و روز لاینقطع نفت سفید رنگی شیه به جیوه جاری است؛ اما تولیدش از چاه اول کمتر است." (Yâqut, p.78). در قرن دهم م/چهارم هابودلُف نیز همین مشاهدات را نقل می‌کند (ابودلُف، صص ۴۵-۴۶).

روش استخراج نفت همواره مشابه بوده و به رنگ آن بستگی نداشته است. اما ظاهراً برای آن که بتوانند نفت سفید را به مصارف دارویی برسانند عملیات دیگری روی آن انجام می‌دادند که بنا بر قول مؤلف جهان‌نامه عبارت بوده است از تقطیر نفت؛ اما وی مشخص نمی‌کند چه نوع نفتی را تقطیر می‌کرده‌اند. به نظر نمی‌رسد که فرآیند تقطیری که رازی (۹۲۵-۹۶۵م/۲۵۱-۳۱۳هـ) به شرح آن پرداخته است، روشی صنعتی یا متداول بوده باشد، چرا که او سعی داشت از نفت سیاه، نفت سفید بگیرد، حال آن که به استناد منابع پیش‌گفته، نفت سفید فراورده‌ای طبیعی بوده است. اما برخلاف گفته یاقوت، نفت سفید در حالت طبیعی خود چندان هم سفید نیست. گملن که در قرن هیجدهم م/دوازدهم هـ شمال ایران را در نوردیده است، می‌گوید "نفت سفید شفاف و زرد است" و "تنها پس از آن که این نفت را از قرع و انبیق می‌گذرانند رنگش سفید می‌شود و چنان چه این عمل را دو یا سه بار تکرار کنند غلظتش افزایش می‌یابد" (Gmelin, I, p.374). به این ترتیب، می‌توان به معنای واقعی آن چه در جهان‌نامه آمده است (یعنی تقطیر نفت برای بدست آوردن نفت سفید) پی‌برد.

نفت سفید در جنوب ایران نیز یافت می‌شده است. کمینر در کوههای بختیاری، بین راه شوستر به رامهرمز، یک منبع نفت سفید پیدا کرده است و نقل می‌کند که این نفت از نفت سیاه غلیظتر است و بیشتر به پیه می‌ماند. نفت سفید روی آب شناور می‌ماند در حالی که برای دست یافتن به نفت سیاه باید سوراخی به قطر ۱ متر و عمق ۳ تا ۳/۵ متر حفر کنند (Kinneir, pp.38-40).

### موارد استعمال و تجارت

علاوه بر روش‌های پیش‌گفته، که در آن نفت را با استفاده از انرژی انسانی (چرخ چاه، طناب و دلو متصل به آن) یا انرژی حیوانی (چرخ آبی) استخراج می‌کردند، روش دیگری نیز وجود داشت که کاملاً منحصر به فرد بود و توسط ساکنان دالکی (روستایی در بین راه بوشهر به شیراز) به کار گرفته می‌شد. در این روستا دو منبع وجود دارد که نفت آن به آب می‌ریزد. "روستاییان نفت را با برگ درخت خرما از روی آب جمع می‌کنند و برای مصرف آنی خود در چاله‌های (طیعی) اطراف این منبع‌ها می‌ریزند." (Holligberg, p.19; Morier.1812, p.78)

اما دهقانان این روستا نفتی را که با این دقت جمع می‌کردند به چه مصرف می‌رسانند؟ ستاً دو کاربرد متفاوت نفت به عنوان سوخت و دارو را می‌شناختند. همچنین استفاده از نفت به عنوان یک فرآورده صنعتی نیز در ایران متداول بود.

در کاربردهای طبی، از نفت برای درمان بیمارهای پوستی شتر (مانند گال) استفاده می‌شد. به این منظور، کافی بود نفت را روی پوست حیوان بمالند (Marco Polo.I, p.73). برای درمان انسان، نفت سفید به کار می‌بردند. بنا به گفته هنری استعمال داخلی نفت سفید برای درمان سنگ (صفرا، مثانه، کلیه)، اختلالات تنفسی و به خصوص برای درمان بیماری‌های مقاربی و سردد در بین ایرانیان رواج داشت. استعمال خارجی این ماده در مداوای دردهای اسقربوطی (scorbutique)، نقرس، گرفتگی عضلات و مانند آن مؤثر بود (Forbes.1958, p.161; Hanway, p.383).

نفت سفید را می‌توانستند به جای روغن جلا به کار بینند؛ در هند به همین منظور آن را وارد می‌کردند. این ماده حلال چربی نیز هست، اما بوی بدی از خود به جا می‌گذارد (همان‌جا). شاردن کاربردهای مشابهی را برای نفت مازندران نقل می‌کند: "... نفت را به عنوان جلادهنه در نقاشی و در طب برای درمان طبع‌های سرد به کار می‌برند." (Chardin.II, p.24)

استفاده اصلی نفت در آن ایام نیز مانند امروز به عنوان سوخت بود. چنان که گملن نیز اشاره می‌کند "تنها نفتی که برای سوزاندن استعمال می‌شود نفت سیاه است و دادوستد آن بسیار رواج دارد." (Gmelin.I, p.375). قطعاً نفت سفید نیز می‌توانست برای روشنایی و گرما مورد استفاده قرار گیرد کما این که، به تصدیق کینیر، هم نور بهتری دارد و هم بُوی آن به بدی نفت سیاه نیست (Kinneir, pp.38-40). اما نفت سفید به دلیل تقطیرهایی که باید روی آن صورت می‌گرفت از نفت سیاه گران‌تر بود (Jackson, p.30) کاربردهای دارویی و کمیاب‌بودن نفت سفید نشان می‌دهد که تولیدی نسبتاً محدود داشته است.

نفت سیاه، به دلیل بُوی ناخوشایندی که دارد و دودهای که هنگام سوختن از خود بر جای می‌گذارد، از نفت سفید ارزان‌تر بود و سوخت فقراء محسوب می‌شد؛ از آن برای روشن کردن چراغ‌های نفتی و مشعل یا برای پخت و پز استفاده می‌کردند و البته لابد طعم غذا به دلیل بُوی بد نفت تغییر می‌کرده است. نفت سیاه را با خاکستر مخلوط می‌کردند تا بهتر بسوزد<sup>۱</sup>.

نفت را، چه سیاه و چه سفید، "در خیک‌های چرمی نگهداری و حمل می‌کنند. در ظرف‌های چوبی مقدار زیادی از وزن نفت از دست می‌رود. ظرف‌های گلی بهتر است اما از همه بهتر ظرف‌های شیشه‌ای است." (Gmelin.I, p.375). ظاهرآ هر نوع ظرفی را برای حمل نفت به کار می‌بردند. مشاهدات گمپفر گویای این است که نفت را در خیک به شهرهای باکو و شماخی حمل می‌کردند و از این دو شهر بود که در تمام ماد توزیع می‌شد و نهایتاً از راه دریا به مازندران، ازبکستان، چرکستان و داغستان می‌رسید (Forbes.1958, p.159).

به این ترتیب، در ایالت‌های حاشیه دریایی خزر نفت از راه دریا حمل و نقل می‌شد. فریزر نیز همچون گمپفر تأیید کرده است که نفت باکو به انزلی آورده می‌شد و در گیلان آن را به عنوان سوخت مصرف می‌کردند (Fraser, p.164). در نتیجه این حمل و نقل قیمت نفت تا سه برابر افزایش می‌یافتد اما حمل و نقل زمینی از این هم گران‌تر تمام می‌شد چرا که راه‌های ارتباطی مناسب وجود نداشت (همان‌جا).

۱. مشاهدات نقل شده توسط شاردن، هنری، کینیر، گمپفر و گملن.

آبوت نقل می‌کند که در اواسط قرن نوزدهم م/سیزدهم ه در جنوب نفت دالکی<sup>۱</sup> (بین راه بوشهر به شیراز) به هند صادر می‌شد (Amānat, p.116). انتقال نفت از راه دریا و از بوشهر انجام می‌گرفت (همانجا، ص ۱۱۴). این تنها نمونه تجارت نفت در جنوب ایران بود که به آن برخور迪م و احتمالاً پیش از قرن نوزدهم م/سیزدهم ه نیز رواج داشته است (نقشه شماره ۶).

حمل و نقل زمینی به وسیله حیوانات باربر انجام می‌شد. داکت در سفر پنجم خود به ایران در سال ۱۵۷۴م/۹۸۲ه می‌گوید که ایرانیان نفت را بر پشت کاروان‌های الاغ حمل می‌کنند و تعداد الاغ‌ها گاه به ۴۰۰ تا ۵۰۰ می‌رسد (Jackson, p.30). کارت رایت نیز در سال ۱۶۰۰م/۱۰۰۹ه همین اطلاعات را نقل و اضافه می‌کند که محمولة کاروان‌ها نفت سیاهی است که در خانه‌ها می‌سوزانند (Lockhart, 1937, p.79). به هر یک از این حیوانات باربر چندین خیک می‌آویختند (Frase, p.164).

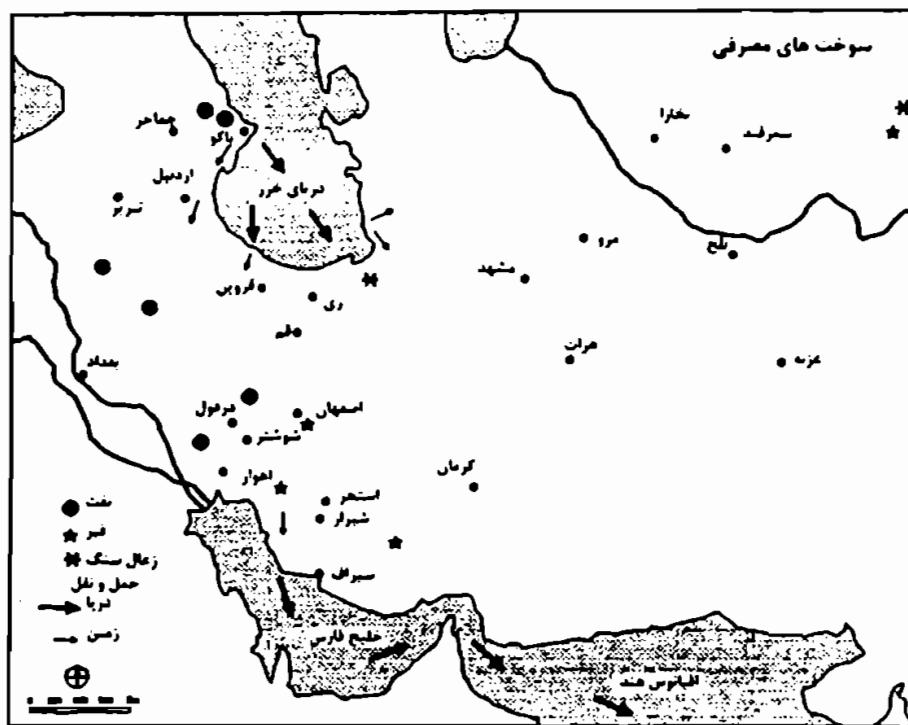
تجارت نفت در تمام طول سده‌های میانی جریان داشته است. در جهان‌نامه نقل است که نفت را در تُنگ‌هایی حمل می‌کردند (برگه 224A) و در حدود‌العالم آمده است که نفت باکو در گیلان به مصرف می‌رسیده است (حدود‌العالم، ص ۱۴۵). در جنوب ایران و همچنین در کرکوک نیز همین نوع حمل و نقل رایج بوده است (Kinneir, pp.38-40, 298).

تنها در قرن هیجدهم م/دوازدهم ه است که از قیمت نفت ذکری به میان آمده و مشخص شده است که قیمت نفت بر حسب رنگ آن متغیر بوده است: "قیمت یک بَتْمَن، حاوی ۴ کیلو نفت سفید، یک و نیم عباس (عباسی) یا ۳۰ کوبک است". در عوض "بَتْمَن ۷/۵ کیلویی" نفت سیاه "به ۵ کوبک خرید و فروش می‌شود" (Gmelin, I, pp.375-377).

به این ترتیب بهای نفت سفید ۱۲ برابر بهای نفت سیاه بوده است (Hanway, p.383). بوده است و به همین علت است که مردم تهیdest از نفت سیاه استفاده می‌کردند.

صرف کنندگان، نفت را در فاصله‌ای از خانه و در ظرف‌هایی گلی در داخل زمین انبار می‌کردند. ضرورت این احتیاط‌ها ناشی از خطر انفجار بوده است (Hanway, p.383).

۱. دیدیم که در این روستا دهستان نفت را از سطح آب جمع می‌کردند. ظاهرآ در این ناحیه به نحوی چشمگیرتر بهره‌برداری صورت می‌گرفته است.



نقشه شماره ۶ - مناطق استخراج سوخت های معدنی

### مالکیت

در سده‌های میانی حق بهره‌برداری نفت در ماد و شوش دستخوش تغییرات بسیاری شد. در ۲۷۲-۲۷۳ هـ المعتمد، خلیفة بغداد، درآمد و حق استفاده از چاه‌های نفت و معادن نمک را به اهالی دربند واگذار کرد (Lockhart, 1937, p.75); به نقل از دربندنامه). این نکته نشان می‌دهد که حقوق یاد شده پیش از آن که به ساکنان محلی انتقال یابد، متعلق به خلفا و حدود دو قرن پیش از آن، در اختیار شاهان ساسانی بوده است. در دربندنامه همچنین آمده است که ۱۸ سال بعد شخصی به نام پیشو تو ر حاکم دربند شد و حق بهره‌برداری از ذخائر نفتی را به نفع خود مصادره کرد. اهالی منطقه که ظاهرآ به این منع درآمد بسیار وابسته بودند، در جستجوی مر دیگری برآمدند و در نتیجه فساد و اغتشاش در بین آنان رواج یافت (همانجا).

در طول سده‌های میانی، حق بهره‌برداری از منابع نفتی همواره در اختیار حکام بود اما ایشان می‌توانستند این حق را در مقابل دریافت اجاره‌ای ثابت به کس دیگری

واگذار کنند و یا مقرر کنند که بخشی از درآمد آن به یک روحانی هب شود. یاقوت در آمد روزانه یکی از چاههای نفت باکو را در سال ۱۲۲۵ هجری برابر ۱۰۰۰ درهم<sup>۱</sup> ذکر می‌کند (Yâqut, p.78) در حالی که درآمد یک چاه نفت سفید از آن کمتر بوده است. او درباره حق مالکیت چیزی نمی‌گوید. اما ابوڈلُف (قرن دهم م/چهارم ه) نقل کرده است که درآمد یکی از چاههای نفت باکو ۱۰۰۰ درهم بوده و در نزدیکی آن، یک چاه نفت سفید وجود داشته که اجاره آن برابر اجاره چاه دیگر است (ابوڈلُف، صص ۴۶-۴۵). به نظر می‌رسد که حاکم یا دولت، ذخایر نفتی را نیز مانند دیگر بهره‌برداری‌های معدنی اجاره می‌داده است.

میرزا کاظم خان نقل کرده است که در قرن نوزدهم م/سیزدهم ه در اراضی نفتی باکو سنگ‌نوشته‌ای به زبان عربی یافت شده است حاکی از این که شخصی به نام الهیار در ۱۵۹۵-۱۵۹۴ ه/ ۱۰۰۴-۱۰۰۳ میلادی یک حلقه چاه نفت را به سادات دربند و اگذار کرده است (Lockhart, 1937, p.77). به این آین در جنوب ایران نیز بر می‌خوریم. بنا به روایت لاکھارت چاههای مسجدسلیمان در دوره‌ای از سلطنت صفوی (۱۷۳۶-۱۵۰۱ ه) تغییر مالکیت داده و ذخایری که تا آن زمان تحت کنترل دولت بود به عنوان وقف در اختیار خانواده‌ای از سادات شوستر قرار گرفت. ایشان نیز به ایلات محلی اجازه می‌دادند تا با پرداخت عوارض مربوطه از این چاهها بهره‌برداری کنند و عواید حاصله صرف نگهداری مقبره هفت شهیدان می‌شد. از این رو بود که این خانواده راقیری می‌نمایدند (همان‌جا، صص ۸۰-۷۹).

گاه نیز امکان داشت که بهره‌برداری با تولیدی نازل به صورت خصوصی انجام گیرد. به نقل از تفاییں الفنون (قرن چهاردهم م/هشتم ه) سلطان الْجایتو (۱۳۱۶-۱۳۰۳ ه) به دیدار درویشی رفته بود که در نزدیکی باکو برای خود چاهی حفر کرده و از این طریق معاش خانواده خود را تأمین می‌نمود (bastani parizi, ۱۳۵۸، ص ۱۱۰، پانوشت ۴). در جاهای دیگر چاه‌ها همواره متعلق به دربار یا عمال آن بود.

”چاهی به عمق حدود نه متر و به عرض حدود هفتاد سانتیمتر وجود دارد که از کف آن قطره قطره نفت می‌جوشد و در آن می‌ماند تا بیانند و استخراجش کنند. دهانه چاه را با سنگ‌هایی بسته و با نوعی سیمان پوشانده‌اند. بر روی سیمان نام خان را کنده‌اند تا هیچ

۱. جکسون در اوایل قرن ییتم این مبلغ را برابر ۲۰۰ لیره استرلینگ (Jackson, p.30) و لسترنج برابر ۴۰ لیره استرلینگ (Le Strange, p.181) براورد کرده است.

## زغالسنگ و نفت / ۱۰۵

کس پیش از آن که مأمور خان این مهر را از سر چاه برنداده به نفت آن دست نیابد.  
(Gmelin.I, p.374)

در زمان سفر گملن، خان باکو که از درآمد این ذخایر منتفع می‌شد، توسط فتحعلی‌خان، حاکم کوبان، منصوب می‌شده است (همان‌جا، ص ۳۳۷ و ۳۷۵). گملن همچنین می‌افزاید که "بنا به تخمین ارمنی‌های مطلع، درآمد سالانه خان باکو از آین فرآورده زمین (نفت) بالغ بر ۴۰,۰۰۰ روبل بوده است" (Gmelin.I, p.375). در سال ۱۶۸۶م/۱۰۹۸هـ، یک قرن پیش از سفر گملن، شاه حق بهره‌برداری نفت و نمک باکو را به روزی ۲۰ تومان واگذار نموده بود (bastani parizzi, ۱۳۵۸، ص ۱۱۱، پانوشت۴) که این مبلغ معادل ۷۵,۰۰۰ تومان یا ۷۵,۵۰۰ روبل<sup>۱</sup> در سال می‌شده است. به این ترتیب و با توجه به حق بهره‌برداری‌ای که به شاه پرداخت می‌شد، درآمد چاه‌ها و نفت باکو بالغ بر ۱۲۰,۰۰۰ روبل یا ۱۲,۰۰۰ تومان در سال بود که این مبلغ بسیار کم‌تر از درآمد سالانه یک حاکم شیروان یا هرات است.

\*\*\*

چنان که دیدیم، نفت از راه دریا به استان‌های حاشیه دریای خزر می‌رسید و در آن نواحی مصرف می‌شد. این استان‌های پوشیده از جنگل نیازی به نفت برای جایگزین کردن چوب سوت نداشتند. در حقیقت نفت را نه برای تولید گرما که بیش‌تر برای روشنایی مصرف می‌کردند و نفت جایگزین روغن بود. افراد کم‌درآمد نفت را به رغم بوی متعفن و دود غلیظش به جای روغن (که گران‌تر بود) مصرف می‌کردند. معايب نفت باعث می‌شد تجارت آن رشد نکند و درآمد تولید‌کنندگان آن، چنان که دیدیم، پایین بماند. اگر می‌خواستند کیفیت نفت را بهبود بیخشند می‌بایست آن را تقطیر کنند که در این صورت گران‌تر تمام می‌شد و باز هم به پای روغن نمی‌رسید. نفت سفید بیش‌تر به عنوان دارو استفاده می‌شد تا برای سوت.

علاوه بر این، امکان استفاده از روش‌های بهره‌برداری در مقیاس وسیع وجود نداشت. چاه نفتی که اهالی باکو حفر می‌کردند کوچک بود. چاه‌های بزرگ به طور طبیعی به وجود آمده بودند و گاه با یک چرخ آبی تجهیز می‌شدند. به این ترتیب بهره‌برداری از ذخایر نفتی محدود به آن چیزی بود که طبیعت به انسان ارزانی می‌کرد و نتیجه این که نفت در میراث انرژی ایران نقش کوچکی داشت.

---

۱. در ۱۷۴۲م/۱۱۵۵هـ، ۱۰ روبل معادل ۱۰,۰۰۰ دینار (اشرفیان، ص ۱۰۶) یا ۱ تومان بوده است.



## فصل چهارم

### سنگ

دیدیم که در شهرهای ایران استفاده از چوب بیشتر خاص بناهای عمومی و درباری بود و خانه‌ها را، به جای سنگ، از گل خام یا پخته می‌ساختند.<sup>۱</sup> سنگ بر خلاف گل فضای انسان را به نوعی تداوم می‌بخشد: بسیارند شهرهایی که به دست مهاجمان کاملاً ویران شده و در همان محل از نو ساخته شده‌اند.<sup>۲</sup>

البته از معادن سنگ بهره‌برداری صورت می‌گرفت. اما، طبق معمول، فقدان وسائل حمل و نقل مانع از هر گونه دادوستد پررونق آن می‌شد. معدن سنگ مرمر مراغه (آذربایجان) بسیار معروف بود و نادرشاه در کلات نادری (خراسان) و در شهرهای دیگر ایران چندین ساختمان را با مرمر مراغه بنا کرد (نقشه شماره ۷). او در نبود وسائل حمل و نقل به روش سنتی خود دهقانان را مجبور کرد تا قطعات مرمر را که گاه بیش از ۵۰ خروار (۱۵۰۰ کیلوگرم) وزن داشتند، بر روی شانه‌های خود حمل کنند. مردم به لحاظ هزینه‌های سرسام‌آوری که بابت انجام طرح‌های شاه منحمل می‌شدند، برخی از این سنگ‌ها را ایران‌خراب یا خراج عالم می‌نامیدند<sup>۳</sup> (اشرفیان، ص ۲۶۹).

۱. تاونیه به این نکته توجه درستی کرده است و فقدان چوب و سنگ را به ریخت‌شناسی (morphologie) شهرهای ایرانی وابسته می‌داند: "از آن‌جا که در ایران چوب و سنگ یافت نمی‌شود، بناهای شهری عموماً، به استثنای چند خانه، از گل ساخته شده‌اند" (Tavernier.II, p.95).

۲. ناصرخسرو (قرن یازدهم م/پنجم هـ) در سفر خود از شرق ایران به خاورمیانه همواره به استحکامات و بناهای سنگی شهرهای واقع در غرب ایران به دیده تحسین می‌نگرد (ناصرخسرو، صص ۲۸-۲۶، ۳۴، ۶۷ و غیره); گویی از نظر او سنگ متراծ تجمل است.

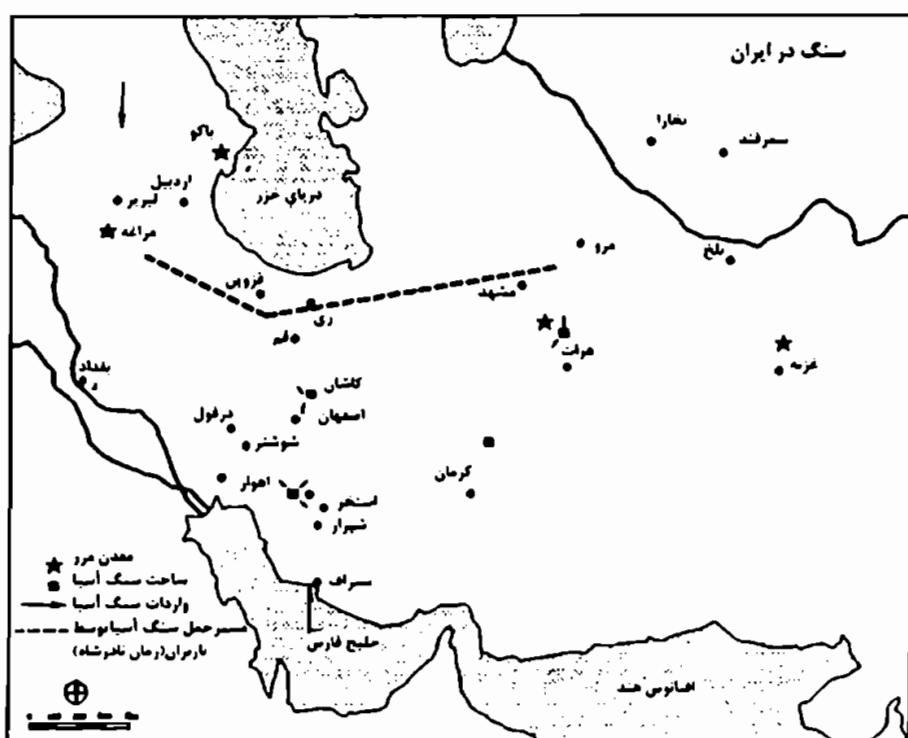
۳. کاخ شاه عباس اول در اشرف (مازندران) با سنگ‌هایی که از باکو آورده بودند بنا شده بود و هزینه حل مصالح آن بسیار زیاد بود (Fraser, pp.25-26).

در حاشیه این ابتکار شاهانه، برای حمل قطعات کوچک‌تر سنگ (به منظور سنگفرش) از حیوانات هم استفاده می‌کردند. موارد نادری نیز بوده است که ستون‌هایی چند را به کمک گردن جایه‌جا کرده‌اند. اگر چه استفاده از سنگ برای سنگفرش یا ستون‌ها نسبتاً نادر بود، اما از ساختن سنگ آسیا گزیر نبود. این نیاز در کنار کمبود سنگ باعث شد روشی مصنوعی برای تولید سنگ آسیا ابداع و روش ویژه‌ای برای حمل آن اختراع شود که در زیر به آن می‌پردازیم.

کمبود سنگ قطعاً بر ساخت سنگ آسیا تأثیر بسزایی نهاده است؛ کما این که هر جا سنگ یافت می‌شد، مرکزی نیز برای تولید سنگ آسیا به وجود آمده بود. خلار (فارس) چنین مرکزی بود و سنگ آسیاهایی که در آن جا تولید می‌شد در تمام استان فارس به فروش می‌رسید. درآمد ساکنان خلار عمدتاً متکی به تولید سنگ آسیا بود، چرا که هیچ منبع درآمد دیگری نداشتند و بابت این درآمد، سالانه مالباتی بالغ بر ۷۰۰ دینار می‌پرداختند (ابن بلخی، ص ۱۴۴).

در شمال شرقی ایران نیز مرکز مشابهی یافت می‌شد: "در فاصله شش میلی این شهر (هرات)، در راه بلخ، کوهی در وسط بیابان و در جهت اسفران قرار دارد. این کوه نه چوب دارد نه مرتع اما از منابع سنگ آن برای آسیا و کف ساختمان سنگ استخراج می‌کنند" (Idrisi.I, p.461).

سنگ آسیاهایی نیز که در دو شهر بزرگ اصفهان و کاشان (مرکز ایران) استفاده می‌شد، از کوه‌های کرکس استخراج و در نظر تراشیده شده بود (Wulff, p.279). گاه در کوه‌های نزدیک یک شهر یا روستا، مرکزی محلی جهت تولید سنگ آسیا تشکیل می‌شد. راور شهری است در دل کویر و با این حال هنوز ۵ آسیای آمی دارد. سنگ‌های آسیای این شهر از کوهستان‌های فیض‌آباد استخراج می‌شود (bastani parizzi, ۱۳۶۴، ص ۲۷۹). همچنین محتمل است که نام روستای آسیاب‌تراشان در شمال ایران نیز از حرفة اهالی آن گرفته شده باشد (همان‌جا، ص ۲۹۰) (ن. ک. نقشه شماره ۷).



نقشه شماره ۷ - مناطق استخراج سنگ برای ساختمان و برای تولید سنگ آسیا.

این سنگ آسیاهای از یک پارچه صخره جدا شده‌اند. باستانی پاریزی بر اساس آنچه از کار یک سنگ‌آسیاتراش روستای خود مشاهده کرده، روش ساخت آن را شرح داده است. سنگ‌تراش دایره‌ای به قطر یک متر و ضخامت ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر در صخره می‌گند. سپس به کمک متله، تیشه، چکش و قلم با صرف زمان بسیار سنگ آسیاب را از دل صخره بیرون می‌آورد<sup>۱</sup>. پس از آن نوبت به آژدن یا تیز کردن سنگ می‌رسد. در این مرحله یک رشته دندانه یا حفره‌هایی بر سطح کارگر سنگ می‌گند به قسمی که جهت دندانه‌های سنگ‌های نر و ماده مخالف هم باشد (همان‌جا، صص ۲۸۹ و ۲۹۲).

۱. احتمالاً این همان روشی است که وولف شرح داده و عموماً توسط سنگ‌تراش‌ها به کار می‌رفته است (Wulff, p.127).

تعداد، شکل و اندازه دندانه‌ها هم به جنس ماده‌ای که قرار است آسیاب شود و هم به درجه نرمی محصول بستگی دارد؛ اما متأسفانه از این جزئیات اطلاعی در دست نیست و تنها روش پرداختی که می‌شناسیم همان است که ذکرش رفت. با این حال می‌دانیم که "آردی نرم" (du Mans, p.243) در ایران تولید می‌شده است و می‌توانیم نتیجه بگیریم که در صنعت پرداخت سنگ آسیاب مهارت‌هایی وجود داشته است. ابن حوقل در شرح سفرش به آمد (بین النهرين عليا) از قیمت یک سنگ آسیای مرغوب گزارش می‌دهد:

"...دور تا دور این شهر را دزی سیاه گرفته که از سنگ‌های مخصوص آسیا تشکیل شده است و به دلیل رنگش به آن دیوار "فال نیک" می‌گویند. از این سنگ‌هاست که برای آسیاهای بین النهرين عليا سنگ آسیا ساخته‌اند و مانند آن در هیچ جای دیگر یافت نمی‌شود. بعضی از این سنگ‌ها که در آسیاهای عراق از آن استفاده می‌شود حدوداً ۵۰ دینار قیمت دارد." (Ibn Hawqal, p.216).

قیمت بالای این سنگ‌ها باید به خاطر طول عمرشان بوده باشد. معمولاً سنگ نر ۳ سال و سنگ ماده ۴ سال دوام می‌آورد، چرا که سنگ ماده در زمین کار گذاشته می‌شود و حتی با این که فرسوده‌تر هم هست می‌توان بدون هیچ خطر شکستگی از آن استفاده کرد (Wulff, p.279). در نتیجه، تقاضا و تولید سنگ آسیا باید استمرار پیدا می‌کرد. مستقل از نوع ارزی ای که در آسیا به کار می‌رود، قسمت اصلی و ضروری آن را سنگ آسیا تشکیل می‌دهد. اما عرضه داخلی پاسخگوی تقاضا نبوده و ظاهراً روی آوردن به واردات، دست کم در قرن نوزدهم م/ سیزدهم هـ، به این دلیل بوده است. ایران در سال ۱۹۰۵م/ ۱۳۲۳ھ، بین ۲۱ مارس/ ۱۴ محرم تا ۳۰ نوامبر/ ۲ شوال، سال ۴۹,۹۱۲ تُمن، معادل ۱۵۰ تُن، سنگ آسیا از روسیه وارد کرده است (Hedin.I, p.108). اگر هر سنگ آسیا ۱,۵۰۰ کیلو گرم وزن داشته باشد، در فاصله ۷ ماه و ۱۰ روز، ۱۰۰ سنگ آسیا به ایران وارد شده است. اما روسیه تنها تأمین کننده سنگ‌های آسیاب ایران نبوده است. در جنوب نیز سنگ آسیاب را (احتمالاً از هند) وارد می‌کردند. در اواسط قرن نوزدهم م/ سیزدهم هـ، کنسول آبوب از واردات سنگ آسیاب به بندر عباس خبر می‌دهد (Amânat, p.92)، هر چند که هیچ عدد و رقمی ذکر نمی‌کند.

سنگ آسیا، اعم از این که در ایران تولید یا به ایران وارد شده باشد، باید به مقصد نهایی خود، نزد آسیابان حمل می‌شد و این عمل نیازمند روشی پیشرفته بود. هدین نخستین کسی است که این روش را تشریح کرده است و نقل مبسوطی دارد از سنگ آسیاهای وارداتی از روسیه: "در خاک ایران حمل سنگ‌ها به شکل زیر انجام می‌گیرد:

چوبی را از سوراخ وسط سنگ آسیاب رد می‌کنند و آن را به کمک چهار گاوپیش روی زمین می‌غلتانند.<sup>۱</sup> (Hedin, p.109). همین روش حمل را در آن سوی ایران (سنگان، روستایی در خراسان جنوبی که دارای آسیاب بادی است) نیز به کار می‌گیرند. در آنجا برای عمود برپاداشتن سنگ، به دو سر چوبی که از میان آن می‌گذرد دو طناب می‌بندند و سر دیگر طناب‌ها را به یوگ یک حیوان باربر متصل می‌کنند.<sup>۱</sup> به این ترتیب حمل سنگ از محل ساخت آن تا روستا یک روز طول می‌کشد و مراسم بسیار جالی دارد. به هنگام ورود سنگ به روستا گوسفندی قربانی و از گوشت آن خوراکی تهیه می‌کنند که بین اهل روستا تقسیم می‌شود (یحیایی، صص ۲۴۳-۲۴۴).

این مراسم می‌تواند گویای اهمیت نقش آسیا و سنگ آن در زندگی اقتصادی روستایی باشد. افزون بر اینها، این روش حمل سنگ آسیا که عیناً در دو ناحیه مختلف ایران مشاهده می‌شود و در یکی از موارد نیز به آیین قربانی می‌انجامد، قطعاً باید روشنی قدیمی باشد.

بعضی روستاهای سنگ‌های صخره‌ای برای ساخت سنگ آسیا در دسترس نداشتند، به دلیل نبود راه ارتباطی مناسب برای حمل سنگ و یا به دلیل هزینه سنگین خرید و حمل آن، مجبور به اتخاذ روش ساخت دیگری شدند. خواجه نصیرالدین طوسی (قرن سیزدهم م/ هفتم ه) در نوشته‌ای پس از طرح اندیشه‌های خود درباره منشأ سنگ‌ها چنین نتیجه می‌گیرد: "جوهر همه سنگ‌ها گل سنگ شده است. کما این که اگر گل را با آتشی بزرگ حرارت دهند به سفال و اگر بیشتر حرارتش دهند سنگ می‌شود. و در شهرهایی که برای ساخت سنگ آسیا سنگ یافت نمی‌شود از این روش استفاده می‌کنند" (نصیرالدین طوسی، ص ۱۹).

در سیستان، در قرن شانزدهم م/ دهم ه، هنوز از همین روش برای تولید سنگ آسیا استفاده می‌شده است. نویسنده احیاء الملوك مشاهدات خود را در این ایالت چنین شرح داده است:

"...عجایب دیگر، چون در اصل سیستان سنگ نیست، وجه آسیای باد، سنگ ضرور می‌شود؛ استادان هستند که کوره‌ها می‌سازند- که پنج ذرع ارتفاع دارد به شکل خانه مُطَوَّلی، و ریگ و گل را با هم مُخْمَر نموده بر سقف آن خانه می‌اندازند. گل و ریگ که بر سقف آن خانه می‌چسبند به حرارت آتش به گداز می‌آید، و قالب آن سنگ در میان آن خانه است، به آن جا می‌ریزد، و سنگ خاره می‌شود" (bastani parizi, ۱۳۶۴، ص ۲۴۵).

۱. به نظر ما فاعدتاً طول چوب باید برای حفظ تعادل سنگ کافی باشد.

چندان روشن نیست که این روش در چه محدوده جغرافیایی و زمانی به کار گرفته می‌شده است. چنان‌چه استفاده از آن صرفاً در ارتباط با آسیای بادی بوده باشد، می‌توان نتیجه گرفت که باید بعد از اختراع این نوع آسیا ابداع شده باشد. در غیر آن صورت هرگونه فرضی می‌تواند محتمل باشد. به هر تقدیر، پیدایش این روش ناشی از ضروری بودن آسیاب‌هاست.

جستجوی سنگ مناسب برای برآوردن نیاز صنعتگران نیز، عیناً مانند چوب، با موانع عدیدهای مواجه بوده است. وقتی سنگ در دسترس نبود، روش‌هایی برای ساختن سنگ آسیا ابداع می‌کردند. هنگامی که فقدان وسایل نقلیه مانع از حمل سنگ آسیا می‌شد، راههایی عملی برای انتقال آن می‌یافتند. معذلک این روش‌ها و راه حل‌ها نیازمند صرف انرژی انسانی، حیوانی و حرارتی بسیار زیادی بودند.

در غیاب سنگ و چوب ساختمانی، معماری ایرانی با استفاده از خشت و آجر شکل گرفت. استفاده از تاق‌های ضربی که یقیناً در زمان هخامنشیان سبک عام معماری بود، در زمان ساسانیان در ساخت بناهای دربار نیز به کار گرفته شد (Godard, p.201)؛ و همچنین پس از آن در دوران اسلامی: "نه نحوه ساخت فرق کرد، نه شکل‌ها و نه حتی نقشه بناها. پوششی که اسلام بر بناهای ساسانی پوشاند و حال و هوایی که می‌خواست به معماری ایرانی بدهد، همچنان که نزد سایر مللی که به اسلام گرویدند، تنها باعث تغییر جلوه معماری شد" (همان‌جا، ص ۳۰۹). به این ترتیب، به جای ستون‌ها و سقف‌های چوبی و سنگی بناهای عظیم دوران هخامنشی، تاق‌ها و گنبدهای آجری ساخته شدند که باعث صرفه‌جویی در هزینه حمل چوب و سنگ شد.

آجر را با کاه‌گل - مخلوط کاه و گل - می‌ساختند. کاه‌گل را "می‌توانستند مستقیماً با دست شکل دهند یا این که به صورت خشت در چارچوب‌های چوبی قالب بریزنند و در آفتاب خشک کنند" (Digard, p.114). معمولاً کاه‌گلی که برای درست کردن خشت به کار می‌رود نرم‌تر از کاه‌گلی است که مستقیماً استفاده می‌کنند (Wulff, p.109). آجر را نیز با کاه‌گل می‌سازند متنهای کاه‌گلی که با خاک آبدیده درست شده باشد (همان‌جا، ص ۱۱۵). خشت را فقط در تابستان که آفتاب شدیدتر است می‌توان تولید کرد. در عوض، تولید آجر نیازمند سوخت و به همین دلیل گران‌تر است. اما خارج از فصل تولید مشکل بتوان خشت یا آجر پیدا کرد. هنگامی که حافظ اصفهانی تصمیم گرفت یک آسیای آبی در سرخس بسازد زمستان بود و نتوانست آجر پیدا کند. اما کاملاً بر حسب تصادف آجرهایی را زیر خاک کشف و از آن‌ها استفاده کرد (حافظ اصفهانی، ص ۱۳۹).

آسیاب‌ها هم مانند خانه‌ها<sup>۱</sup> از خشت و کاه‌گل ساخته می‌شدند (تصویرهای ۹، ۸ و ۱۲). در جاهایی که امکان تماس ساختمان با آب وجود دارد ترجیح بر استفاده از آجر یا سنگ است. حافظ اصفهانی نقل می‌کند که در خراسان بدنه آسیا (آسیاخانه) را با آجر می‌ساختند. روی هر ردیف آجر را با کاه می‌پوشاندند و به همین ترتیب دیوار را تا یک یا دو متر بالاتر از سطح آبرس بالا می‌بردند. از هیچ نوع ملاطی استفاده نمی‌شد و دیوار را خشکه چین بنا می‌کردند. سپس باقی بنا را با خشت و گل می‌ساختند (حافظ اصفهانی، ص ۱۵۹). بدیهی است که آسیای بادی از آن رو که با آب در تماس نیست می‌توانسته تماماً با خشت (خام) و کاه‌گل ساخته شود.

دسترسی به آجر یا خشت برای ساخت بنایی که دستگاه‌ها در آن نصب می‌شوند به مراتب آسان‌تر از دستیابی به چوب یا سنگ مورد نیاز قطعات دستگاه‌ها بود. اما مشکل دیگری که پیش می‌آمد، مسئله به حرکت درآوردن دستگاه‌ها بود. در سده‌های میانی، به این منظور بیش از هر انرژی دیگر از آب استفاده می‌شد که در ایران به سختی به دست می‌آمد. در نتیجه، ایرانیان مجبور بودند به روش‌هایی بسیار پیچیده، پرهزینه، زمان‌بر و انرژی‌گیر متولّ شوند.



## فصل پنجم

### آب

در شبکه راه‌های ارتباطی تجاری ایران به علت فقدان چرخ، جز در مواردی نادر، جاده‌های مناسب وجود نداشت. در حقیقت، حمل و نقل مواد غذایی به وسیله حیوانات باربر انجام می‌شد. اما آب تنها ماده غذایی بود که به منظور دادوستد عمومی یا خصوصی باید به شیوه دیگری حمل می‌شد. برخلاف آن که همواره از سرمایه‌گذاری مالی و صرف انرژی برای ساخت و نگهداری راه‌ها اجتناب می‌شد، برای ایجاد و گسترش شبکه زیرزمینی آب، قنات‌ها، که از زمان هخامنشیان ستون اصلی اقتصاد ایران به شمار می‌آمد، به هیچ وجه از بذل چنین تلاش‌هایی فروگذار نمی‌شد<sup>۱</sup>. از سوی دیگر، از دیرباز در ایران روش‌های بسیار تکامل‌یافته‌ای برای توزیع آب رودخانه‌ها و قنات‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفت.

قنات‌ها و روش‌های توزیع آب موضوع تحقیقات جامع بسیاری بوده‌اند. در اینجا، به منظور آن که بهتر بتوانیم به مجموعه مصالح لازم برای ساخت و کارکرد ماشین‌های آبی بپردازیم، به تشریح مختصر قنات بسته خواهیم کرد.

---

۱. قنات تنها باسخ ممکن به معضل ناشی از اقلیم خشکی بود که "چندین هزاره بر فلات و سیع ایران حکمران بوده است. فلات ایران در فضای بین دو رشته کوه واگرا به شکل فوسهایی با تغیر رو به شمال واقع شده است. البرز انحنای دریای خزر را دنبال می‌کند و زاگرس فلات خلیج فارس را از بین النهرين جدا می‌کند... این دو رشته کوه... بسیار مرتفع، مانع از رسیدن آخرین سیستم‌های ابری اقیانوس اطلس به فلات ایران شده، سبب تراکم این ابرها به شکل نزولانی فراوان اما با برد بسیار محدود می‌شوند" (Goblot, 1976, p.3).

## قنات‌ها

"حفر قنات" فنی است از نوع حفر معدن برای بهره‌برداری از سفره‌های آب زیرزمینی به کمک مجراهایی که آب را به سطح هدایت می‌کنند<sup>۱</sup> و "همه شواهد بر این دلالت می‌کند که اولین قنات‌ها در محدوده فرهنگ ایرانی به پیوستی رسیده‌اند"<sup>۲</sup> (Goblot.1979, pp.60, 27). بنا بر فرضیه گوبلو، ایرانیان نخستین که کشاورز بودند و از مناطق پرآب‌تر به فلات ایران می‌آمدند، فکر ساخت قنات را از سیستم تخلیه آب در معدن اکدی‌ها اقتباس کردند. به این ترتیب، کارگران معدن به "معدنچیان آب" تبدیل شدند و "بیازهای جدید انسان باعث شد روشی که به منظور دیگری به وجود آمده بود تغییر هدف بدهد. قنات «اختراع» شد و تدریجاً توانست حصار خطوط همبارش را بشکند و نواحی وسیع‌تری از بیابان را تسخیر نماید" (همان‌جا، pp.60-65 و Goblot.1976, pp.4-5).

"مشکل بتوان دانست که در آن زمان‌های دور چند رشته قنات حفر شده است اما می‌توان گفت که مناطق وسیعی به سرعت از حالت بیابانی به در آمدند"<sup>۳</sup> (شکل ۱). آن‌جه

۱. قنات را در شرق ایران کاریز می‌نامند.

۲. قنات مرکب از چاه‌ها (میل) و مجراهایی افقی (کوره) است. "در زمین‌هایی که به اندازه کافی شب‌دار باشند، کوره‌ها را از سطح خاک حفر می‌کنند. در پایین دست، در محلی که برای استفاده آتی از آب مناسب تشخیص داده می‌شود، کوره را به زیر زمین حفر می‌کنند تا به سفره آبده برسند. برای تسهیل خروج آب به انکای نیروی جاذبه و بدون استفاده از وسائل مکانیکی، کوره را با شب خفیفی از بالادست به پایین دست می‌کنند. تجربه نشان داده است که شب باید به طور متوسط ۵٪ باشد تا آب جریان بیابد و شدت آن چنان نباشد که بستر کوره شته شود... به این ترتیب، اندام اصلی قنات کوره آن است. میله‌ها که کوره را به سطح متصل می‌کنند عناصر ثانوی بسیار مفیدی هستند ولی در بهره‌برداری نقشی ندارند. قنات نهایتاً چیزی جز حفاری افقی نیست" (Goblot.1979, pp.27-28).

۳. از زمان انتشار کتاب گوبلو، در سال ۱۹۷۳/۱۳۵۲ هـ، به بعد منشأ فنی و تاریخچه قنات موضوع مذاقات واقع شده است. هنگامی که پلاتول در سال ۱۹۹۲/۱۳۷۱ هـ به تدقیق موضوع پرداخت قنات‌هایی (که به عربی به آن قلچ می‌گویند) در شبه‌جزیره عمان یافت شده بود. تاریخ دقیق این سیستم آیاری عصر آهن مشخص نشده است اما به هر حال این سیستم مربوط به پیش از دوران هخامنشی است و تنها توضیع معتبری است که برای گذرش سکایی بشر در طول هزاره اول پیش از میلاد در این منطقه وجود دارد (Weisgerber.1981, pp.245-247). کشفیات جدیدی که در واحه‌القین صورت گرفته است این فرضیه را به قطعیت رسانده است.

۴. بدون آب مجراهای زیرزمینی ممکن نبود شهری چون نیشابور در زمان ساسانی احداث شود. آب این شهر بزرگ که در قرن دوازدهم م/ششم ه بالغ بر ۱۰۰,۰۰۰ نفر جمعیت داشت تماماً از طریق قنات‌ها تأمین می‌شد (Bulliet.1972, p.10).

مسلم است این که امروزه روز نیز بهره‌برداری معدنی از این ثروت خارق‌العاده و دائم التجدد کماکان ادامه دارد. در حوالی سال ۱۹۵۰/۱۳۲۹ هش، ۴۰,۰۰۰ قنات در تمام فلات موجود بود که ۶۰۰,۰۰۰ لیتر در ثانیه تولید داشته است. طول این قنات‌ها جمیعاً باید حدود ۴۰۰,۰۰۰ کیلومتر بوده باشد؛ مسافتی معادل یک و نیم برابر فاصله زمین تا ماه!<sup>(Goblot.1976, pp.4-5)</sup>

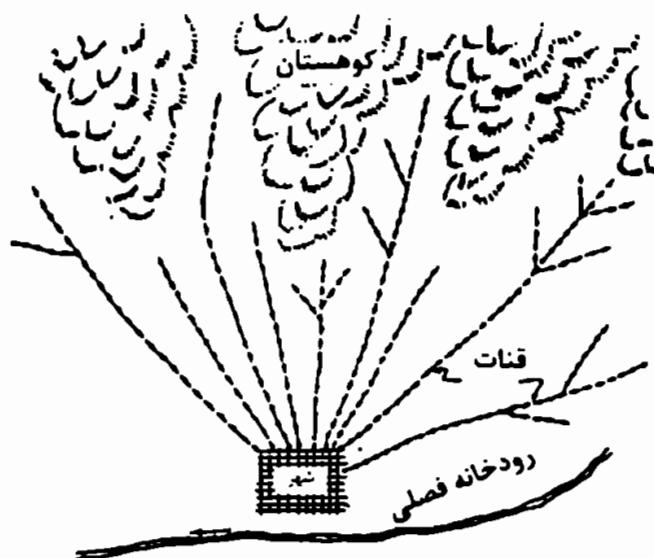
طول یک قنات تابع شرایط فیزیکی و اقلیمی منطقه حفاری است و می‌تواند بین چند صد متر تا چندده کیلومتر متغیر باشد. حافظابرو، جغرافی دان ایرانی قرن پانزدهم م/ نهم ه، از قناتی در بیرجند (خراسان) یاد می‌کند که بیش از ۶۰۰ کیلومتر طول داشته است. برای لاپوی آن توپی سنگی را از مادرچاه داخل قنات می‌کردند و یک سال (۴) طول می‌کشید تا از مظهر قنات بیرون بیاید (حافظابرو، ص ۳۵ مقدمه). عمق مادرچاه یک قنات در نزدیکی گناباد (خراسان) بالغ بر ۷۰۰ آرشه<sup>\*</sup> (بیش از ۳۰۰ متر) و طول آن ۲۴ کیلومتر بوده است (ناصرخسرو، ص ۲۶۰). یکی از قنات‌های بیزد مسافتی برابر ۱۲۰ کیلومتر را می‌پوشاند و عمق مادرچاه آن برابر ۱۱۶ متر است (بهنیا، صص ۱۷ و ۲۴). در سال ۱۹۶۹/۱۳۴۸ هش، ۶۱۶ رشته قنات در قم وجود داشت که حدود شصت رشته آن خشک شده بود. قنات‌های قم خیلی طویل نیستند و معمولاً بین ۱ تا ۴ کیلومتر طول دارند؛ طویل‌ترین آن‌ها ۱۰ کیلومتر بوده است (Bazin.1974, p.35).

بدیهی است که ساخت و نگاهداری چنین شبکه‌ای که بعضی شاخه‌های آن بسیار مطول بود، نیازمند حضور گروهی آب‌شناس<sup>†</sup> و چاه‌کن بوده که سرپرستی آن‌ها را مفاسی بر عهده داشته است. گرجی در رساله‌ای به سال ۱۷۰۱/۱۴۰۸ ه توضیح می‌دهد که چگونه یک پیمانکار به ساخت قنات می‌پرداخت. بنا به قول این رساله، گروه او مشکل از یک مفاسی و چندین چاه‌کن بود. کارفرمای قنات باید کار پیمانکار را مقید

۱. در خصوص تعداد و طول قنات‌ها تخمين‌های بسیار متفاوتی وجود دارد. بهنیا در تحقیق اخیرش مجموعه این داده‌ها را جمع‌آوری کرده و نهایتاً تعداد قنات‌ها را ۱۸,۴۰۰ رشته و آبدهی آن را ۷/۵ میلیارد متر مکعب در سال تخمين زده است. این برآورد مربوط به سال ۱۹۸۰/۱۳۵۹ هش است (بهنیا، صص ۱۱-۱۶). باید توجه داشت که استفاده از پمپ‌ها و سدها و روش‌های جدید آبرسانی باعث از رونق افتادن قنات‌ها شده است. <sup>★</sup>: واحد قدیمی طول برابر فاصله آرنج نانوک انگشتان، تقریباً برابر ۵۰ سانتی‌متر؛ ذراع، ساعد با رش هم می‌گویند. (م)

۲. بعضی آب‌شناس‌ها بسیار معروف بوده‌اند و آن‌ها را صاحب قدرت بسیار و افسانه‌ای می‌دانستند. از آن جمله طاهر آب‌شناس که توانسته بود وجود یک ظرف آب را در زیر زمینی خشک گمانه بزند (حافظابرو، ص ۱۲۱). ولی علی القاعده پیدا کردن آب‌های پنهان بر عهده مفاسی است.

به شرایطی می‌کرد تا ساخت آبراه مفرون به صرفه باشد. بخشی از این قیود فنی بودند؛ از جمله این که پیمانکار باید تصمیم می‌کرد که قنات مسیری مستقیم را طی کند و ارتفاع بستر تا سقف قنات در طول مسیر ثابت بماند. بخش دیگر این قیود مربوط به نگاهداری قنات بود:



شکل ۱- سیستم تأمین آب شهر توسط قنات (Butler)

کار کرد درست آبراه جز به بهای لایروبی ممکن نیست. بدین منظور مهندس باید شخصاً داخل مGRA برود، آن را بررسی کند و گزارشی مکتوب و تفصیلی از آن چه در هر یک از قطعات مسیر مGRA باید انجام شود تنظیم نماید و مشخص کند آیا فقط باید گل و لای را بروید یا باید آبراه را باز کند." (کرجی، ص ۱۲۴).<sup>۱</sup>

این جاست که مشخص می‌شود صاحب اختیار اصلی، پیمانکار نیست بلکه مهندس یا مقنی است که حرف آخر را می‌زند:

"... و هنگامی که لایروبی پایان گرفت، مهندس باید یک بار دیگر داخل آبراه بشود و سرتاسر آن را وارسی کند تا از انجام درست کار اطمینان حاصل نموده، یقین کند که آبراه

۱. در آذربایجان مقنی هر ماه درون قنات می‌رود و وضعیت آن را گزارش می‌دهد (بهنیا، ص ۱۰۰).

کاملاً پاک است. در غیر این صورت اوست که تصمیم می‌گیرد از دستمزد چاه کن یا از صورت حساب پیمانکار به چه میزان باید کسر شود. این نکه را هرگز از نظر دور ندارید." (همانجا).

چاه کن بر چند قسم است. چرخ‌کش مسؤول چرخ است. ڈلوگیر مسؤول خالی کردن ڈلو است. کلنگ‌دار که مسؤول کنلنگ کوره به کمک کلنگ است. گلبنده در داخل مجرما سطل را با خاک کنده شده پر می‌کند و لاشه‌کش ڈلو خالی را به او می‌رساند و ڈلو پر را تا زیر چاه (میل) می‌کشد و به طناب چرخ می‌بندد (بهنیا، صص ۴۶-۴۷). در این نظام هزارساله پیشه‌وری، مفاسی کسی است که باید در تمام این نقش‌ها انجام وظیفه کرده باشد تا بتواند استحقاق ارشادیت کار را کسب کند.

مجراءها به منظور رسیدن به سفره‌های آب در زیر زمین حفر می‌شوند اما در عین حال از تبخیر آب در مناطق خشک نیز جلوگیری می‌کنند. در دو طرف نهرهایی که از مظہر قنات آب را توزیع می‌کنند دیوارهای از درختان تبریزی مانع از تبخیر آب می‌شود. روشن است که هر قطره آب گرانقدر و توزیع عنصری چنین حیاتی نیازمند روش‌هایی کاملاً تکامل یافته است. حال می‌خواهیم به بررسی این روش‌ها بپردازیم.

## توزیع آب

توزیع آب، اعم از قنات یا رودخانه، همواره با دقت بسیار زیاد و بر مبنای مدت جریان آب صورت می‌گیرد. پس عجیب نیست اگر می‌بینیم که بعضی طرح‌های توزیع آب، به اندیشمندان و ریاضی‌دانان بزرگ سده‌های میانی منسوب‌اند. برای نمونه توزیع آب قنات‌های اردستان بر اساس یک روش سنتی محلی صورت می‌گیرد که در قرن سیزدهم م/ هفتم ه به خواست نوہ چنگیزخان و توسط خواجه نصیرالدین طوسی برقرار شده است. مشابه این طرح را شیخ بهایی، ریاضی‌دان صفوی، در نیز به اجرا درآورد و بنا به قول اهالی اصفهان، هم اوست که نقشه توزیع آب زاینده‌رود را طرح کرده است (Lambton. 1953, p.218).

در آغاز قرن شانزدهم م/ دهم ه، ابونصر هروی مؤلف اثری درباره کشاورزی، مسؤول سازماندهی و توزیع جوی‌های شهر هرات شد. دو قرن پیش از او نیز چنین کاری آغاز شده بود. هروی در رساله‌ای به تکمیل و تفصیل کار اسلاف خود پرداخته، عنوان می‌دارد که توزیع آب ایجاد می‌کند که نهر اصلی، مادرجوی، به جوی‌های مختلفی منشعب شود که این نیز نیازمند ساخت بند، ابزار انشعاب و توزیع و همچنین تنظیم‌کننده جریان، قلب، است. به متصدیانی نیز نیاز است؛ مانند سرقفسی، مسؤول امر

توزيع آب، مردجوی، مسؤول نگهداری جوی‌ها و بندبان، مسؤول نگهداری بندها (ابونصر هروی، صص ۱۵۹-۱۵۷ و ۱۲-۱۵).

در اصفهان نیز همین سیستم انشعب را با تفاوت‌هایی چند مشاهده می‌کنیم. در طوماری که لمبتوں ترجمه و حاشیه‌نویسی کرده است می‌خوانیم که نظام توزیع آب زاینده‌رود در سال‌های آغازین قرن شانزدهم م/دهم ه تدوین شده است. در این طومار آمده است که از این رود چندین کanal (مادی) منشعب می‌شود که هریک به نوبه خود به لت‌هایی شاخه شاخه می‌شوند. مادی را به وسیله سدی، که خشک‌بند نامیده می‌شود، می‌بندند؛ به عمل تخریب بند، جهت به جریان‌انداختن مجدد آب، بندگنان می‌گویند (Lambton.1953, pp.672-673). به کمک این سیستم؛ آب رودخانه از طریق ۸ ناحیه مختلف که بلوک نامیده می‌شود، به ۳۳ بخش تقسیم می‌شود. از دو کناره رودخانه و در مسیری به طول ۴۵۰ کیلومتر، ۱۵۰ مادی جدا می‌شود (bastani parizi.1358، صص ۶۶-۶۴).

این سیستم توزیع آب در شهرهای دیگر چون مرو (Ibn Hawqal, p.421)، قم در قرن دهم م/چهارم ه (تاریخ قم، صص ۵۱-۵۳) و بخارا (نرشخی، ص ۴۵) نیز وجود داشته است. این سیستم در دوران پیش از اسلام، در زرافشان (ماوراء النهر) متداول بود و بعد از سلطه اعراب، در آنجا نیز مانند مرو و بخارا نهرهای آسیب‌دیده را مرمت و لاپروا می‌کردند (سعیدی، ص ۷۵). در دامغان نیز می‌توان نشانه‌هایی از وجود یک سیستم توزیع آب سراغ کرد که از دوره ساسانی تا به امروز تداوم داشته است.<sup>۱</sup>

پیش از توزیع آب در نهرا لازم بود حجم آبی را که در یک حوضچه ذخیره جمع می‌شد اندازه بگیرند. به این منظور، از نوعی خط‌کش فلزی استفاده می‌شد که در قم به آن مستقه می‌گفتند (تاریخ قم، ص ۴۳). وسیله اندازه‌گیری آب در مرو آب‌سنچ نام داشت و به نقل از بارتولد عبارت از چوبی مدرج بود که به کمک آن فصل خوب و بد را از هم تشخیص می‌دادند (Montazami, p.39). البته روش آسان‌تر دیگر این بود که آب را بر حسب ناوچه اندازه می‌گرفتند و تعریف آن چنین است: اگر

۱. ابوذلف (قرن دهم م/چهارم ه) نقل می‌کند که برای آبرسانی به ۲۰ روستا آب یکی از بندهای دوره ساسانی به ۱۲۰ بخش قسمت می‌شد (ابوذلف، ص ۸۲) و این روش توزیع تا به امروز تغییری نکرده است (صفی‌نژاد.1368، ص ۲۵۵).

شخصی در آب رود و پاهایش را به اندازه یک گز از هم بگشاید و آب به زیر هر دو زانوی او برسد، این مقدار آب را یک ناوچه می‌گویند\* (تاریخ قم، ص ۴۳).

بعد از انجام این عملیات، آب می‌بایست بین مصرف کنندگان مختلف توزیع می‌شد. این توزیع یا از طریق کنترل مقدار جریان و یا از طریق مدت جریان آب انجام می‌شد.

کنترل مقدار جریان، از جمله در هرات و مرو، متداول بود. قلب در هرات عبارت بود از جویی که با تخته‌هایی تجهیز شده بود و امکان می‌داد تا آب را به نسبت حفایه هر مصرف کننده (حفایه‌بر) تقسیم کنند. تشریع ابن حوقل از توزیع آب در قرن دهم م/چهارم ه در مرو نیز قطعاً به چنین سیستمی اشاره دارد:

توزيع آب از روستای ذرق آغاز می‌شود که مرکز توزیع آب مرو است: هر محله و هر مجموعه مسکونی جویی دارد که با تخته‌هایی جویی بسته شده است؛ در این تخته‌ها سوراخ‌هایی با قطر مشخص تعییه شده‌اند. هیچ کس حق ندارد اندازه این سوراخ‌ها را بزرگ یا کوچک کند<sup>۱</sup> (Ibn Hawqal, p.421).

در تاریخ قم هم به وجود این تخته‌ها در قرن دهم م/چهارم ه و تحت نام وزر اشاره شده است. محل توزیع آب را سروز می‌گفتند (تاریخ قم، ص ۳۳). در کاشان اندازه‌گیری سهم آب هر مصرف کننده در مقسام (تنظيم کننده جریان آب) صورت می‌گیرد<sup>۲</sup> (ضرابی، ص ۸۳).

اما برای اندازه‌گیری زمان جریان از روش دیگری استفاده می‌شد. کاتب خوارزمی ابزار اندازه‌گیری زمان جریان آب را که در همان قرن دهم م/چهارم ه در مرو مورد استفاده بوده، بست می‌نامد. این ابزار پیاله کوچکی بود که در ته آن سوراخی به کوچکی یک دانه جو قرار داشت. اگر ظرف ده برابر بزرگتر از بست بود به آن فنکال

\* در تاریخ قم آمده است: گویند که ناوچه عبارت از آن است که مردمی در میان آب رود و هر دو زانو بر زمین نهد و به مقدار یک گز میان آن گناده دارد و هر دو الیه خود از زمین بردارد و آن مقدار که از آن فرجه بیرون رود ناوچه گویند به شرط آن که میان هر دو زانو بر زمین نهاده باشد نشیب تر و فروتر نباشد.<sup>۱</sup> برای تشریع مفصل‌تری از این عملیات، ر.ک. Miquel, pp. 140-141 کار مقدسی را ترجمه کرده است.

<sup>۲</sup>. در اردستان (بین کاشان و اصفهان) به این سیستم فرزه‌بندی می‌گویند. حجم کل آب‌های این شهر بالغ بر ۲۰ فرزه است که از طریق ۴ نهر به ظرفیت‌ها ۳، ۴، ۶ و ۷ فرزه توزیع می‌شود. در تفرش (جنوب ساوه) آب بر حسب ناودان توزیع می‌شود. آب یک قنات به ۳ نهر ۲، ۳ و ۴ ناودانی و هر ناودان به تعدادی ناو تقسیم می‌شود (صفی‌نژاد، ۱۳۶۷، ص ۵۴).

می‌گفتند (کاتب خوارزمی، ص ۶۹)، یا فنجان که شکل مَعْبَ نُکَام فارسی است. در اصفهان این وسیله را پِنگ، فنجانه، پیاله می‌نامند (Lambton.1938, pp.671-672) و در یزد و کرمان به آن تَشَتَّت می‌گویند (Mazâheri.1973, p.4). برای اندازه‌گیری زمان جریان آب، فنجان را در یک تغار بر سطح آب قرار می‌دادند تا آب کم کم از سوراخ ته ظرف وارد شود، آن را پر کند و ظرف کاملاً در تغار فرو برود. این اندازه‌گیری را تا زمانی که مقدار آب مقرر توزیع شود تکرار می‌کردند. زمان لازم برای پرشدن فنجان به ظرفیت آن و واحدهای مورد استفاده (مضارب بست) بستگی دارد. به نقل از شاردن " ۲ تا ۳ ساعت طول می‌کشد تا فنجان فرورود" (Chardin.II, p.73). به استناد یک تاریخ محلی، در کاشان این مدت برابر ۹ دقیقه و ۷ ثانیه بوده است و به آن یک سرجه<sup>۱</sup> می‌گفتند (ضرابی، صص ۷۱-۷۲).

کشاورزان جندق (در مرکز ایران) روش دیگری را برای محاسبه مدت جریان آب به کار می‌برند. در این روش از نوعی ساعت خورشیدی بسیار ساده استفاده می‌کنند. می‌راب چوبی به درازای  $1/5$  متر را در سوراخی به عمق ۱۲ سانتی‌متر قرار می‌دهد و دقت می‌کند که چوب کاملاً قائم باشد. در سمت راست و چپ چوب شش سنگ را در فواصل متفاوت به قسمی قرار می‌دهد که فاصله زمانی عبور سایه میله بین هر دو سنگ برابر ۴۵ دقیقه، یا  $2/5$  جَرَّ (واحد اندازه‌گیری آب) باشد. فاصله بین دو سنگ متغیر است و می‌توان به شکل زیر نمایش داد:

طول خطی که از این ۱۲ سنگ می‌گذرد، کلاً ۵۰۲ سانتی‌متر (۲۵۱ سانتی‌متر در هر طرف چوب) است. سایه چوب در صبح بر روی دورترین سنگ در غرب می‌افتد. ظهر طول سایه به حداقل خود می‌رسد و به همین ترتیب تا آخر. هر برهه ۴۵ دقیقه‌ای برای آبیاری  $1,250$  مترمربع کفایت می‌کند. عیب این سیستم را به سادگی می‌توان مشاهده نمود و آن این که در شب و در روزهای ابری نمی‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد. در این موارد بایستی از روش قبلی استفاده نمود (یغمایی، ص ۳۱۹).

۱. یک طاق آب در کاشان معادل ۱۲ ساعت با ۷۵ سرجه و اجاره سالانه آن نزدیک ۱۰۰ تومان بود. در راوند (همان منطقه) بابت ۶۴ طاق آب ۶۵۰۰ تومان اجاره و عوارض دولتی دریافت می‌شد (ضرابی، صص ۶۳ و ۷۸).

چوب	بعد از ظهر	صبح	
۴۶	۳۵	۶۰	۴۲   ۳۹   ۲۹
۳۴	۳۲	۴۳	۳۵   ۵۳   ۵۴

ساعت خورشیدی جندق. فواصل به سانتی متر هستند.

زمان جریان آب را همیشه با این روش‌ها اندازه نمی‌گرفتند. به استناد طومار دستنوشته‌ای که قاعدة توزیع آب زاینده‌رود در آن مندرج است، محاسبه زمان جریان آب بر اساس زمان لازم برای تولید یک من (۳ کیلوگرم) آرد در یک آسیای آبی که در کنار یکی از مادی‌ها قرار داشته صورت می‌گرفته است (Lambton.1938, p.669). چنان که مشاهده می‌کنیم اندازه‌گیری زمان جریان بر مبنای روش‌های تقریبی انجام می‌شد و با توجه به نوع کاربرد این اندازه‌گیری، دقت محاسبه ضرورتی نداشت. در هر روز (آبی) تعداد کاملاً دقیقی واحد زمان جریان آب وجود داشت و این تعداد بسته به مدت واحد یاد شده متغیر بود. هر روزتا سهم آب خود را برابر مبنای دوره‌ای زمانی دریافت می‌کرد که دورگشت نام داشت و متغیر بود؛ اما عموماً آن را ۱۲ روزه حساب می‌کردند (صفی‌نژاد.۱۳۶۷، ص۵۴). به این ترتیب سطح زمین‌های گردآمده در اطراف هر شاخه فقط و فقط به اندازه‌ای بود که بتواند هر ۱۲ روز یکبار آبیاری شود.

## دولت و کارهای آبی

تنوع روش‌های توزیع و اندازه‌گیری زمان جریان آب به وضعیت جغرافیایی و میزان بارندگی در ایران نیز بستگی دارد. چنان که مظاهری نیز اشاره می‌کند "ایران، به خلاف چین، در شرق خشک است و ابرهای باران‌زاوی که یخچال‌های زاگرس را تغذیه می‌کنند از غرب ( مدیترانه ) می‌آیند" (Mazâheri.a973, p.145). با عنایت به این نکته است که صفوی‌نژاد بین دو منطقه شرقی و غربی ایران مرزی رسم کرده است<sup>۱</sup>

۱. این مرز خیلی تقریبی است. برای جزئیات یشنر ر.ک. نقشه بارندگی ایران، 1968 Fischer.

(نقشه شماره ۸). غرب ایران از نظر آب مشکل زیادی ندارد حال آن که شرق ایران با آن که از سطح قابل کشت کافی برخوردار است، کمبود آب دارد. از این روست که در شرق ایران به منظور صرفه‌جویی در آب سیستم‌های آبیاری متفاوتی ابداع گردید که بر کشت اشتر اکی استوار بود (صفی‌نژاد، ۱۳۶۸، صص ۲۱-۲۲).

این امر سبب می‌شد که کشاورزان رأساً و بدون کمک دولت، توزیع آب رودخانه‌ها و تفات‌های روستای خود را بر عهده بگیرند. بر خلاف نظر وینفل که کنترل شدید دولت بر آب را سرمنشأ "استبداد شرقی" می‌داند، در ایران اداره محلی منابع آب در سطح یک یا گروهی از روستاهای از کنترل قدرت مرکزی خارج بوده است. با این وجود گاه در برخی شهرها استحصال آب به بسیج شمار زیادی از صنعتگران و ایادی دولت می‌انجامیده است. بنا به گفته ابن حوقل "شخصی که نظارت کل این سیستم توزیع آب را انجام می‌دهد یک مباشر دولتی است که اختیاراتش از محاسب مرو نیز افزون‌تر است و ۱۰,۰۰۰ کارگر موظف زیر دست دارد که هر یک وظیفه‌ای مشخص بر عهده دارند." (Ibn Hawqal, p.422). در قرن دهم م/چهارم هـ، در فیراب (روستایی بر ساحل جیحون) از یک میررود نام بردۀ می‌شود که ناظر بر توزیع آب رودخانه بوده است (حدود‌العالم، ص ۱۱۳). چه بسا که در مرو نیز او را به همین عنوان می‌نامیدند.<sup>۱</sup>

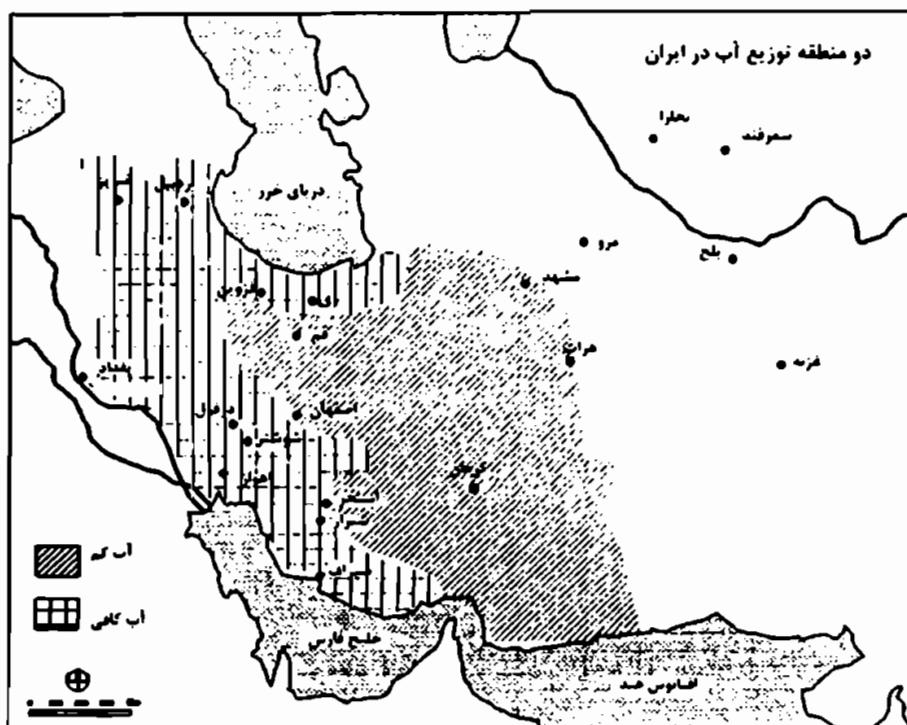
تحلیل مارکوارت از نوشتۀ هرودوت<sup>۲</sup> نشان می‌دهد که این سیستم از زمان هخامنشیان در مرو رایج بوده است. ساتراپ (والی) منطقه بر توزیع آب نظارت می‌کرد و دهقانان می‌بایست برای نگهداری شبکه آبرسانی آب‌بها پردازند (مارکوارت، ش ۷ و ۸). در زمان ساسانیان مالیات مالکان آب، کاهش و افزایش این مالیات و انتقال مالکیت جریان‌های آب در دفتری به نام دیوان کاست-اپزود<sup>۳</sup> به ثبت می‌رسید (کاتب خوارزمی، ص ۶۹). این دفتر را در دوران سلطنة اعراب در مرو دیوان

۱. سیستم آبیاری مرو در قرن سیزدهم م/هفتم هـ به دست مغول‌ها تخریب شد و در ۱۴۰۹/۷۸۸ هـ مرمت شد (حافظ‌ابرو، ص ۶۲).

۲. Hérodote.III, p.117.

۳. بنا به قول مظاہری نقش این دیوان یا "دفتر ثبت کاهش (کاست) و افزایش (اپزود)، این بود که میزان مصرف آب را روز به روز تحت نام هر مصرف‌کننده و بر حسب تعداد بست و شرفه (معادل ۲۴ دقیقه جریان) در آن بنویسند. با توجه به قیمت بالای آب، زارع بر حسب مقدار آب لازم سعی می‌کرد برای پرداخت قیمت مناسب، با بالابردن یا پایین‌آوردن دریچه‌ای که به او اختصاص داشت، مصرف خود را زیاد و کم کند" (Mazâheri, 1973, p.15)

العام می نامیدند (همانجا). به استناد تذکرہ الملوك در عصر صفوی اداره قنات‌ها و آسیاها بر عهده سرکار فیض آثار بود (تذکرہ الملوك، ص ۷۸).



نقشه شماره ۸ - دو منطقه توزیع آب در ایران  
(نقشه تقریبی میزان بارندگی).

شخصی که تحت سرپرستی این نهادهای دولتی به امر توزیع آب رسیدگی می‌کند میراب است. در روستاهای مختلف ایران نیز به همین عنوان برمی‌خوریم. یعقوب لیث (متوفی به سال ۸۷۸ هـ / ۲۶۵ م) برای کسب اطلاع از اوضاع سیستان، از فرستاده خود پرسید که آیا اهالی این ایالت از دست میراب شکایت دارند (تاریخ سیستان، ص ۲۰۶). تذکرہ الملوك وظایف میراب را به این شرح بر می‌شمرد:

۱. نامیدن شخصی برای بازرگانی نهرهای آبیاری که به او مادی سالار می‌گویند؛
۲. تمیز کردن (تنقیه) نهرها و جویبارها؛
۳. تقسیم مازاد آب رودخانه به نسبت حقایقه هر منطقه؛
۴. نظارت بر این که هر دهقان سهم قانونی خود را دریافت کند؛

۵. ممانعت از این که افراد قادر تمند از سهم ضعفا استفاده کنند؛ و قس علی هذا (همانجا، ص۸۳)؛

درآمد سالانه میراب اصفهان، بدون در نظر گرفتن هدایایی که برای آبیاری مزارع دریافت می‌کرد، بالغ بر ۴,۰۰۰ تومان (معادل ۱۶۰,۰۰۰ اکو<sup>\*</sup>) بود<sup>۱</sup> (Chardin.II, p.73). هرچند در دیگر شهرها حقوق میراب قطعاً به این زیادی نبوده است، اما مزایای متنوع و قابل ملاحظه‌ای دریافت می‌کردند. در سال ۱۸۹۴م/۱۳۱۲ه میراب بخارا یا "عوايد حاصل از يك آسياي دولتي" را دریافت می‌کرد "يا اين که مبلغ ۵۰۰ تنگا، معادل ۳۰,۰۰۰ سانتيم، را دو بار در سال، يك بار در بهار و يك بار در پايز" به او می‌پرداختند. همچنین "محصولات يك روستا و درآمد حاصل از فروش آب نهر شاهرود" نیز به او تعلق می‌گرفت (Moser, p.248).

ادارة آب‌ها به دولت این امکان را می‌داد که کنترل دقیق‌تری بر سیستم فنی و اقتصادی اعمال کند و به موازات آن، به منظور گسترش کشاورزی در مناطق خشک، دست به اجرای طرح‌های بزرگ آبی بزند.

"در سال ۲۶۰ والریانوس امپراتور رومی به دست دشمن ایرانی خود شاپور اول دستگیر شد. همراه او ارتشی مشکل از ۷۰,۰۰۰ سپاهی بود که طبعاً شامل دسته مهندسان نیز می‌شد... پس از این پیروزی شاه ایران امپراتوری خود را به دشت‌های واقع در غرب کوه‌های زاگرس گسترش داد و اسیران خود را واداشت تا شاهراه‌هایی احداث کنند. برای عبور از رودخانه‌هایی که از کوهستان سرازیر بود اقدام به بنای سه پل عظیم به طول بیش از ۵۰۰ متر در پای پل، شوستر و دزفول نمودند... اما مشارکت مهندسان ایرانی منجر به تغییر بسیار مهمی در ساختمان پل شد که در هیچ کجا در آثار مشابهی که پیش از آن به دست رومیان ساخته می‌شد دیده نشده است: این پل‌ها به شکل "پل-سد‌هایی با دریچه‌های متحرک" ساخته شد تا امکان آن را فراهم آورد که بخش مهمی از جریان رودخانه را به کمک کانال‌های مناسب به سمت دشت‌هایی هدایت کنند که در پایین دست واقع بود و تا آن زمان برای کشاورزی مناسب نبود چرا که جز از طریق باران‌های نادر و بسیار ناکافی آبیاری نمی‌شد." (Goblot, 1976, pp.5-6).

★ ecu: سپر جنگجویان قرون وسطی؛ واحد پول قدیم فرانسه که طرحی از سپر فرانسه بر آن منقوش بود؛ سکه‌های قدیمی پنج فرانکی از جنس نقره. (م)

۱. بر اساس طبقه‌بندی‌ای که مینورسکی در بادداشت‌هایش بر تذکره الملوك، ص ۱۵۴ آورده است، درآمد میراب از دیگر صاحب‌منصبان دولتی بیشتر بوده است.

بعدها در اطراف این سدها آسیاهای نیز بنا و سبب شد که این اماکن به صورت مجتمع‌های با کاربری چندگانه دریابیند. پل‌سد شوستر نمونه خوبی از این گونه طرح‌هاست. بند امیر که در قرن دهم م/چهارم ه به دست عضددالله (۹۴۹-۹۸۲ م/۳۷۲-۳۲۸) بین شیراز و تخت‌جمشید ساخته شد، چندین کاربری داشت و در کنار آسیاهای چرخ‌های آبی نصب شده بود (Moqaddasi, p.444). مرمت کارهای آبی اهواز نیز به دست همین پادشاه انجام گرفت و بنا بر قول ابن مسکویه (تاریخ‌نویس قرن دهم م/چهارم ه)، در بغداد و فارس نیز به مرمت و ساخت بناهای پرداخته بود (Ibn Meskawieh.VI, pp.69-70).

رشیدالدین فضل‌الله همدانی در قرن چهاردهم م/هشتم ه مبلغ ۷۰۰,۰۰۰ دینار برای مرمت بند قیصر (شوستر، خوزستان) هزینه کرد (پتروفسکی، ص ۱۶۷). از نام این بند بر می‌آید که یکی از ساخته‌های اسیران رومی در زمان ساسانی باشد.

با این احوال بر ما معلوم نیست که آیا ساخت و مرمت این مجتمع‌های آبی مانند زمان شاپور اول حاصل کار اجباری اسیران بوده است یا این که ساکنان مناطق ذی‌فعع در آن مشارکت می‌جستند. اطلاعاتی چند در دست است، حاکمی از این که ایلخان‌ها کانال‌های آبیاری را با استفاده از نیروی کار اجباری اما مزدگیر حفر می‌کردند. در نامه‌ای از رشیدالدین فضل‌الله همدانی به زیرستانش آمده است که برای حفر کانالی به طول ۱۶۰ کیلومتر به ۲۰,۰۰۰ نفر کارگر نیاز بوده است. رشیدالدین به منظور آن که کارگران را از سیاست خود راضی نگاه دارد توصیه می‌کند که حقوق ایشان را روزانه بپردازند (پتروفسکی، ص ۱۶۶).

ایلخان‌ها (۱۳۳۶-۱۲۵۶ م/۷۳۷-۶۵۴ ه) مغولان اسکان یافته بودند و تمامی این طرح‌ها یک قرن پس از نخستین حملات مغولان به ایران (در آغاز قرن سیزدهم م/هفتم ه) به اجرا درآمد. واقعیت این است که "چون خاستگاه مغول‌ها مناطق مرتع خیز و سیراب بود، فایده شبکه‌های آب را درک نمی‌کردند و از همین رو بود که در جریان تسخیر ایران به دست چنگیزخان قنات‌های بسیاری نابود شد". (Goblot, 1976, p.6).

اخلاف ایلخان ایشان با این که از سیستم آب‌های زیرزمینی چیزی نمی‌دانستند اما مایل بودند مناطق ویران شده را بازسازی کنند و از این رو بود که "به منظور استفاده حداکثر از مقدار ناچیز آب‌های جاری سطحی، از سدهایی چون بند امیر که پیش از ورود ایشان

۱. علاوه بر قناتها تمامی شبکه نوزیع آب نیز نوسط مغولان آسب دید. حافظابرو در این باره مرو را مثال می‌زند (حافظابرو، ص ۶۲).

به ایران ساخته شده بود **الگوبرداری** کردند و دست به کار اجرای برنامه سدسازی مفصلی شدند.<sup>۱</sup> (همان‌جا). "سدهای معروفی که توسط مغولان بنا شدند مانند سدهای متقدم‌تر... جملگی سدهای وزنی بودند و با قلوه‌سنگ‌هایی از آهک فشرده ساخته شده بودند که بر نمای دیواره‌های سد به دقت چیده شده بودند. ولی قطعات نامنظم سنگ را در قسمت مرکزی سد قرار داده و با ملات می‌پوشاندند." (همان‌جا). در سال ۱۹۵۶م/۱۳۳۵هش گوبلو که قول‌های بالا را از او نقل کردیم، در ۲۵ کیلومتری جنوب قم یک سد قوسی<sup>۲</sup> کشف کرد: "سد کبار، که نه مقامات محلی آن را می‌شناختند و نه سیاحان، دارای خصوصیات کاملاً مشخص مغولی است که هم با مشاهده خود بنا قابل تشخیص است و هم به اعتبار آب‌انبارهایی که در پایین دست آن یافت می‌شود. ساخت این آب‌انبارها را پیش از این مربوط به سال ۱۸۴۰م/۱۲۵۶ه و منتب به فرانسا زولا، مهندس پرآوازه و پدر نویسنده فرانسوی، می‌دانستند. طول این سد ۵۵ متر، ارتفاع آن ۲۶ متر و شعاع قوس آن ۳۲ متر است و با توجه به تاریخ ساختش ویژگی‌هایی بسیار امروزی دارد." با بررسی بقایای سفال‌های این ناحیه معلوم شده است که ساخت آن به اوآخر قرن سیزدهم م/ هفتم ه و اوایل قرن چهاردهم م/ هشتم ه برمی‌گردد. گوبلو تخمین زده است که ساخت سد ۴ یا ۵ سال به طول انجامیده است<sup>۳</sup> (همان‌جا، ص ۷).

"این کشف، به یافتن سدهای قوسی دیگری انجامید که پیش از آن مورد توجه قرار نگرفته بود". در زمان شاه عباس اول (۱۵۸۷-۱۶۲۸م/۹۹۶-۱۰۳۸ه) بی‌یکی از این سدها که در طبس (خراسان) ساخته شده بود، هر چند ناقص، مرمت شد (همان‌جا). علت آن بود که صفویان بیشتر در ساختن پل‌سد تبحر داشتند. "نمونه بارز این گونه پل‌سدهای ایرانی «پل خواجه»ی معروف است که یکی از زیباترین

۱. سد قوسی بخش عمده فشار را از طریق رانش قوس به کناره‌های رو دخانه منتقل می‌کند. این گونه سد نسبت به سدهای وزنی ثبات بیشتری دارد: بر خلاف نابرابری ای که در سدهای وزنی میان فشار متغیر آب و وزن ثابت سد وجود دارد، در سدهای قوسی میان واکنش انکانی و فشار آب نسبت مستقیم وجود دارد. فشار آب هر قدر بیشتر باشد انکانی سد را به زمین محکم تر می‌کند." (Goblot, 1967, p.121).

۲. قدیمی‌ترین نمونه سلهای قوسی در "کوهستان‌های آلبی" (Alpilles) در مجاورت محل اکتشاف گلاتوم (Glanum) قرار دارد و نزدیک به مکانی است که امروزه شهر سن‌سرمی-سُپرواتس (Saint-Rémy-de-Provence) در آن واقع است و آشکارا به منظور تأمین آب آشامیدنی شهر رومی بنا شده است." به این ترتیب "میان طرح کوچکی که در گلاتوم به اجرا درآمده بود و سد به مرائب بزرگتر و کامل‌تر کبار در ایران یعنی از یک هزاره زمان گذشته است." (Goblot, 1967, pp.122-123).

بناهای اصفهان به شمار می‌آید و در اواسط قرن هفدهم م/ یازدهم ه و بر اساس الگوی سدهای قرن سوم ساخته شده است." (Goblot. 1976, p.6).

ساخت این سدها و نگهداری تأسیسات آن جز به دست دولت امکان‌پذیر نبود. هنگامی که عضدالدوله دستور داد سدی بر روی نهر وان بسازند، مسؤول طرح از ترس جاسوسان پادشاه جرئت نداشت محل کار خود را ترک کند و به منزلش، که از قضا در همان نزدیکی هم واقع بود، برود (Ibn Meskawieh. VI, pp.69-70). برای ساختن سد، علاوه بر این مراقبت دائم، همچنین نیاز بود که مبلغ گزافی هزینه شود و نگهداری ادوات نصب شده محتاج کارکنانی بود که به صورت ۲۴ ساعته آماده باشند (همانجا).

با توجه به شکنندگی این سیستم که قویاً به قدرت مرکزی وابسته بود بروز هر خلی در امکانات عظیمی که برای نگهداری تأسیسات لازم بود، طبیعتاً به خرابی و از کارافتادگی آن منجر می‌شد. گرات وان روگن در "یادداشتی درباره کارهای آبی قدیمی در شوش" چنین وضعیتی را توصیف می‌کند:

"امروزه (اواخر قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه) فن آب در این قسمت از ایران همچون سایر ایالات آن به ابتدای ترین شکل خود تقلیل یافته است و به چنان انحطاطی دچار شده است که ساکنان زمین‌های حاصل خیز ترجیح می‌دهند به جای احداث کانال‌های جدید، که کاری حقیقتاً دشوار است، کثت و کار را رها کنند. از این گذشته ایشان ابدآ نمی‌دانند چگونه باید به این مهم پرداخت چراکه تجربه عملی ای در این زمینه ندارند. گاه حتی منظور از احداث برخی بناهای آبی که از گذشتگانشان به جا مانده است نیز برای ایشان ناشناخته است." (Graat Van Roggen, p.207).

این وضعیت ناشی از رکود اقتصادی و اجتماعی ایران در پایان سلطنت صفوی و پس از انقراض ایشان به دست افغانه (۱۷۳۲-۱۷۲۲ م/ ۱۱۴۵-۱۱۳۵ ه) بود. پیش‌تر دیدیم که آمدن مغول‌ها موجب شد که شبکه آب‌های زیرزمینی از کار بیفتند و تقریباً یک قرن طول کشید تا حکمرانان جدید به دنبال راه حل‌هایی برای مسئله کمبود آب گشتند.

روش توزیع آب نیز مانند تأسیسات در خطر ویرانی قرار داشت. چنان که دیدیم نصیرالدین طوسی در پاره‌ای مناطق که در اثر حمله مغول آسیب دیده بود، به احیای این روش اقدام کرد. همین پدیده در زمان سلطه اعراب نیز اتفاق افتاد و ایشان را واداشت تا به تفحص درباره جنبه حقوقی توزیع آب به روش ساسانی بپردازنند. گردیزی، تاریخ‌دان قرن یازدهم م/ پنجم ه، بر اساس منابع قدیمی چنین نگاشته است:

”پس از زمین لرزه ۹۸/۵/۲۲۴ که به ویرانی فراغانه (دره سیر دریا) انجامید در دربار عبدالله ابن طاهر (۸۴۵-۸۲۸ م/ ۲۳۱-۲۱۳ هـ) در نیشابور مشاجرات و منازعات درباره کاریزها به تلخی گردید. امیر عبدالله نمی‌دانست به مالکان کاریزها چه پاسخی بدهد چرا که در کتاب‌های حقوق اسلامی و در سنت پیامبر مصیح حکمی درباره کاریز وجود نداشت. امیر که از پاسخ به شاکیان مستأصل شده بود به فقهای پارت (خراسان) و حتی تنی چند از فقهای ماد (عراق-ایران و عراق-کلده) متولّ شد. آراء این فقهاء را آخرالامر در کتابی مشکل از احکام درباره کاریز گرد آورده‌ند و آن را کتاب قضا نامیده‌ند که حکم قانون داشت. این قانون امروزه (قرن یازدهم م/ پنجم هـ) نیز کماکان موجود است و قضات برای صدور رأی درباره اختلافات مربوط به کاریزها به آن استناد می‌کنند.“ (Mazâheri.1973, p.153).

چنین بود که فاتحان ایران همگی دیر یا زود مجبور شدند به نظامی تن دهند که اسرار آن را فقط ایرانیان می‌دانستند و حاصل، دستیابی به آب بود که در غرب چون هوا به وفور دسترس است.

## پاره دوم

### ماشین‌ها

ماشین چیست؟

پاسخ‌های متناقض و بحث‌هایی که از این پرسش به ظاهر ساده مایه گرفته است، نشان می‌دهد که در واقع پرسشی است به اندازه کافی پیچیده. بی آن که مدعی ارائه نگرشی جدید در این باره باشیم، تلاش خواهیم کرد تا به تعریفی متناسب با کشور و دورانی که بررسی مان به آن اختصاص دارد، یعنی ایران سده‌های میانه، بسته کنیم.

اگر به گفته رُلو، "تختین ریخت‌شناس بزرگ ماشین‌ها"، رجوع کنیم، پی‌می‌بریم که از نظر او (در ۱۸۷۷م / ۱۲۹۴هـ) ماشین "تلفیقی از اجسام مقاوم است به گونه‌ای که نیروهای مکانیکی طبیعی را به کار بگیرند، حرکت‌های معینی را موجب شوند" (Reuleaux, p.37). مامفورد (در ۱۹۵۰م / ۱۳۲۹هـ) به این تعریف کلاسیک اعتراض داشت و معتقد بود رُلو در تعریف خود "گروه وسیعی از ماشین‌ها را که توسط نیروی انسان عمل می‌کنند" (Mumford, p.19) نادیده گرفته است؛ چرا که از عبارت "نیروهای مکانیکی طبیعی" نیروهای غیر از انسان را استنباط کرده بود. مامفورد تعریف خود از ماشین‌ها را از این قرار پیشنهاد می‌کند: "ترکیب‌هایی از عوامل غیرآلی که هدف‌شان تبدیل انرژی، انجام کار و افزایش قابلیت‌های مکانیکی یا حسی بدن انسان یا تقلیل دادن پدیده‌های حیات به یک نظم (ordre) و قاعده‌مندی (régularité) قابل اندازه‌گیری باشد" (همانجا، p.20).

در ۱۹۵۴م / ۱۳۳۳هـ آشر با ارجاع به تعریف رُلو به این نکته توجه کرد که تأکید رُلو بیش از آن که بر یک رشته مکانیسم‌ها (سازوکارها) باشد بر اجزای منفرد یک ماشین است: به این اعتبار یک آچار پیچ گوشتی نیز از نظر او یک ماشین است (Usher, p.117). اما لازم به ذکر است که در دوران موضوع توجه ما، یعنی سده‌های میانی، دانشمندان سازوکارهای مجازی ماشین‌ها را نمی‌شناختند، چنان که رُلو نیز تأکید می‌کند:

"در زمان‌های اولیه، به هر ماشین به چشم یک کل نگریسته می‌شد و اجزای آن خاص خودش بود. جز در مواردی نادر، ذهن آن دوره هنوز قادر به تشخیص آن چه امروزه ما به نام مکانیسم، یعنی گروههایی از قطعات، می‌نامیم نبود. آسیا یا خردکننده، چیزی جز آسیا با خردکننده نبود. به این دلیل است که رساله‌های قدیمی، هر ماشین را همواره تماماً، از ابتدا تا انتها، توصیف می‌کنند." (Reuleaux, p.11).

عدم شناخت سازوکارها سبب می‌شد تصادف در ساخت ماشین‌ها نقشی چشمگیر ایفا کند:

"باید از نظر دور داشت که تا آن زمان، تحول عمومی ماشین تا حدودی بدون آن که آگاهی شخصی از آن وجود داشته باشد صورت گرفته بود؛ همین است که شیوه قدیمی تولید ماشین‌ها را مشخصه‌ای کاملاً خاص می‌بخشد و مانع از آن می‌شود که بتوانیم تصور دقیقی از آن به دست آوریم." (Reuleaux, p.253).

در یک کلام می‌توان گفت که در سده‌های میانی مهارت عملی، بر دانش علمی چیرگی داشته است.

این ویژگی‌های ماشین‌های سده‌های میانی شامل ماشینیسم اولیه ایران نیز می‌شود. احتمالاً دلیل این که در واژگان فنی و سنتی فارسی نیز نمی‌توانیم واژه‌ای برای نامیدن ماشین بیابیم، همان دلایلی است که رُلو به آن اشاره می‌کند. واژه مَنْجَنُون (از ریشه یونانی و به معنی مکانیک) که می‌توانست برای نامیدن ماشین‌ها به کار رود، هرگز به این معنی مورد استفاده قرار نگرفت. کلمه چرخ معنایی به مراتب محدودتر از امروز داشت و به چرخ کوچکی گفته می‌شد که در ادوات مکانیکی به کار می‌رفته و به همین اعتبار، در برخی موارد، مانند آسیای بادی در سپستان، به کل یک ماشین، چرخ می‌گفتند\*. اما این کلمه نیز استفاده گسترده و دقیقی نداشت. به نظر ما حافظ اصفهانی تنها کسی بود که در جهت رفع این نقصان لغوی تلاش کرد. او در موارد متعددی از کلمه جُواز به عنوان معادلی برای ماشین استفاده می‌کند. در حقیقت حافظ اصفهانی به موازات اختراعات مکانیکی‌اش همچنین سعی داشت تا واژگان فنی فارسی را در جهات مختلف بسط دهد و روزآمد کند. اما عمر این واژه‌های جدید به کوتاهی عمر همان ماشین‌های جدید بود.

حافظ اصفهانی متخصص ماشین‌های مکانیکی بود. سنت رایج آن دوره این بود که به جای ماشین‌های آبی از غلامان خانگی استفاده می‌کردند؛ اما او قصد داشت

---

\* امروزه نیز: چرخ گوشت، چرخ خباطی،... (م)

سهم انرژی آلی (*organique*)<sup>\*\*</sup> از کل اندوخته انرژی ایران را تقلیل دهد. پیش از آن که به شرح تاریخ ماشینیسم اولیه ایران بپردازیم، می‌خواهیم اجمالاً نقش غلامان خانگی در حیات فنی آن دوره را تصویر کنیم. نقش انرژی انسانی در سیستم فنی ایران از وجوه متعدد برخوردار بود: گاه باید برای جیران کاستی‌های محلی و پیشبرد یک پروژه به انتظار دستگیری اسرای خارجی نشتست، گاه به انجام رساندن کارهای بزرگ و هوس‌های حکام مستبد به کمک نیروی کار اجباری کارگران بومی میسر می‌شد و سرانجام، آن‌جا که آزادی کار وجود داشت، چرخه پیوسته نگهداری، مرمت و وظایف تکراری حکم‌فرما بود.

البته، نباید تصور کرد که نیاز فزاینده به نیروی انسانی منجر به این شده است که روی آوردن به کار غلامان شدت گیرد. هر چند بردهداری از دیرباز در ایران معمول بود، اما همواره به کارهای خانگی یا اداری محدود می‌شد: به استناد قابوس‌نامه (۱۰۶۴ ه/ ۴۵۷ م) یا (۱۰۶۹ ه/ ۴۶۲ م) در ایران سده‌های میانی تعداد زیادی غلام وجود داشت. غلامان بر حسب اصل و خاستگاه خود به کارهای متفاوتی گماشته می‌شدند؛ بعضی به کارهای خانگی مانند آشپزی یا باگبانی، و برخی به عنوان نوازنده یا خزانه‌دار در دربار به انجام وظیفه مشغول می‌شدند (وشمگیر، ص ۲۳).

تنها نمونه موجود استفاده از غلامان در بهره‌برداری روستایی در زمان حکومت عباسیان و در ایالات جنوبی ایران و عراق (بین النهرين سفلی) مشاهده شده است، که در نیمة دوم قرن نهم م/ سوم ه به شورش غلامانی زنگی انجامید که از سواحل شرقی آفریقا برای کشت زمین‌های باتلاقی به آن‌جا آورده شده بودند.<sup>۱</sup> در جریان این شورش، تأسیسات آبی اهواز صدمه دید و مرمت آن در پایان همان قرن و به دست عضدالدله تحقق یافت. چنان که خواهیم دید، کارگاه‌های شکر و مزارع نیشکر شهر اهواز نیز در این شورش از بین رفت.

بارزترین وجه نظام بردهداری ایران این بود که شکلی از انرژی را قطعه قطعه و در واحدهای تولید شخصی پخش می‌کرد. این واحدهای عبارت بودند از منازل اعیان که غلامان در آن به کار آسیاکردن، خرمن کوبی یا روغن‌کشی گماشته می‌شدند. در

<sup>\*\*</sup> مراد از انرژی آلی در این بخش از متن انرژی، انسان و حیوان است. (م)

۱. کامل‌ترین بررسی در این باره توسط آپو بوج انجام گرفته است. او نشان می‌دهد که پیش از این شورش، شورش‌های دیگری نیز وجود داشته که همگی به شکست انجامیده است.

نتیجه، مالکان غلامان می‌توانستند از ماشین‌های آغازه‌فني به شکلی جزئی تر استفاده کنند و از استقلال بیشتری در بازار برخوردار باشند.

برای آن که این قبیل ماشین‌ها بتوانند تولید شوند و تولید کنند، باید علاوه بر غله بر موائع ناشی از کمبود آب، چوب و وسایل ارتباطی، بتوانند نزد اعیانی که از قضا امکانات به کارگیری صنعت متکی بر انرژی آب را داشتند، جایگزین نیروی انسانی نیز بشوند. ابتدا به بررسی ماشین‌ها و در صدر آن به ماشین‌هایی که برای تهیه آب به کار می‌روند، می‌پردازیم. سپس به دنبال تعریف دقیق‌تری از وجود مشخصه سیستم فنی ایران خواهیم بود.

## فصل ششم

# دستگاه‌های بالابری آب

به استناد تعاریف مامفورد و رُلو که پیشتر به تحلیل آنها پرداختیم، به این نتیجه می‌رسیم که در سده‌های میانی و با انکا به دستاوردهای گونه‌ای از دانش فنی، در واقع ماشین‌هایی ساخته می‌شد. از آن میان و در وهله اول، به دستگاه‌هایی می‌پردازیم که برای بالابردن آب به کار می‌روند و با انواع انرژی‌ها تغذیه می‌شوند. این دستگاه‌ها انواع مختلف دارند که ساده‌ترین آنها ڈلواز متصل به طناب است و هنگامی که در ته چاه از آب پر شد، آن را با دست یا به کمک چرخ چاه بالا می‌کشند. شمار زیادی از دستگاه‌های پیچیده‌تر نیز یافت می‌شود که کاتب خوارزمی فهرستی از آن را که در قرن دهم م/چهارم ه مورد استفاده بوده است، بر می‌شمرد: برای آبیاری زمین‌های مرتفع از دستگاه‌هایی چون دولاب، دالیه، غَرافه، رُزنوq، ناعرَه و مَنجُون استفاده می‌شد (کاتب خوارزمی، ص ۷۰؛ Wiedemann, p.276). هر چند کاتب خوارزمی به تشریح این ماشین‌ها نپرداخته است، اما به منابع دیگری مربوط به سده‌های میانی بر می‌خوریم که به ما امکان شناخت مشخصه‌های آن‌ها را می‌دهد.

دولاب چرخی برای بالاکشیدن آب<sup>۱</sup>. معنای غَرافه مخصوص‌تر است و به زعم مظاہری، به اهرمی گفته می‌شود که بر سر آن سطل نصب شده باشد (Mazâheri, 1973, p.54) و قاعده‌تاً دستگاهی شبیه به شَدوف معروف است (واژه دیگری که در فهرست کاتب خوارزمی به چشم نمی‌خورد).

---

۱. چرخاب که (همچون دولاب) نامی مرکب است، در این فهرست به چشم نمی‌خورد. این دستگاه مورد استفاده‌های عمومی‌تر داشته است و نام آن اختصاراً برای نامیدن هر نوع چرخی به کار می‌رفته اما استفاده از آن، برخلاف دولاب، محدود به ایران بوده است.

در کتاب *الحاوی*<sup>۱</sup> آمده است که دالیه نیز نوعی اهرم سطل دار است و رُزنوق، که کاتب خوارزمی از آن به عنوان ماشینی جداگانه نام بردۀ است، واژه‌ای است که به اهرم دالیه اطلاق می‌شود.

"بزرگترین دالیه‌ها در فارس و در کوفه می‌توان یافت. طول اهرم (در متن عربی رُزنوق، ص ۱۱۸) دالیه‌های فارس ۲۴ آرش (۱۱/۵ متر) است. اهرم دالیه‌های کوفه ۲۰ آرش (۹/۶ متر) و با احتساب تیرک آن ۳۰ آرش (۱۴/۴ متر) درازا دارند. تعداد نفراتی که برای پایین و بالا بردن اهرم بر روی آن می‌ایستند در فارس ۵ و در کوفه ۶ نفر است. آب‌کش در کنار سطل قرار می‌گیرد و آن را پایین می‌برد، بر می‌کند و پس از بالاکشیدن خالی می‌کند. به این ترتیب در روز بین ۶ تا ۸ جریب (۹ تا ۱۲ هکتار) را آبیاری می‌کنند." (*کتاب الحاوی*، ص ۱۳۰).

در این دستگاه‌ها که همگی با استفاده از انرژی انسان به حرکت در می‌آیند و گونه‌های مختلفی از شدوف (یا اهرم سطل دار) هستند، چرخ بالابر هم به کار رفته است. چنان که از مندرجات کتاب *الحاوی* بر می‌آید در فارس اهرم‌های بزرگی به چشم می‌خورده است. در خوزستان نیز در قرن دهم م/ چهارم ه اهرم‌هایی با ابعاد متفاوت وجود داشته است (سعیدی، ص ۷۷). همچنین در آکسفورد دستنوشته‌ای (از نویسنده‌ای ناشناس)<sup>۲</sup> به پیوست مکانیک استفاده از پاد، اثر فیلیون بیزانسی (*Pneumatiques de Philon de Byzance*) موجود است که اهرمی را شرح می‌دهد که در اصفهان استفاده می‌شده است (Carra de Vaux, p.199). این شواهد همگی مؤید این واقعیت‌اند که در ایران سده‌های میانی از اهرم‌ها که دستگاه‌هایی مربوط به دوران باستان‌اند، استفاده می‌شده است.

منجذون که در اصل اسمی عام و معادل مکانیک یونانی است (کاتب خوارزمی، ص ۲۳۵) می‌توانست برای نامیدن ماشین به طور عام استفاده شود.

۱. ظاهراً این کتاب در ربع دوم قرن یازدهم م/ پنجم ه در سال‌های آخر حکومت آل بویه و پیش از به روی کار آمدن سلجوقیان به رشتۀ تحریر در آمده است. کاهن بخش مربوط به ماشین‌های آنی آن را ترجمه و همراه با متن عربی چاپ کرده است.

۲. تاریخ این دستنوشته مشخص نیست. به زعم کارلتو باید مربوط به قلی از ۱۳۵۴ ه/ ۷۵۵ م باشد (Carra de Vaux, p. 5).

ناعوره نیز که همان چرخ آب کش است، حاوی چرخ بالابر بوده است. در این باره در بخش مربوط به "چرخ ایرانی" خواهیم نوشت؛ در خصوص منشأ و نحوه عملکرد آن اختلاف نظرهایی وجود دارد.

کاتب خوارزمی که به تهیه فهرست دستگاه‌های آبی مورد استفاده در مرو و ماوراءالنهر پرداخته است، با کاربرد انرژی باد در آبیاری آشنا نبود؛ این نوع انرژی تنها در سیستان به این منظور استفاده می‌شد (تاریخ سیستان، ص ۱۲) و هیچ اطلاعی از جزئیات آن در دست نداریم. چنان که خواهیم دید، سیاحان تنها به توصیف آسیاهای بادی این استان پرداخته‌اند و هیچ شرحی درباره ماشین‌هایی بادی که برای بالا کشیدن آب به کار می‌رفته نداده‌اند.

گاوچاه نیز در فهرست کاتب خوارزمی دیده نمی‌شود. این وسیله بیشتر در ایران مرکزی و جنوبی رواج داشت و با این که سیاحانی چند از دوران باستان به بعد درباره آن نوشته‌اند، اما مطالعات زیادی بر روی آن صورت نگرفته است.

## گاوچاه

نخستین بار پلوتارک در ضمن مشاهدات خود این را هم ثبت کرد که برای آبیاری باغ‌های پادشاه ایران در شوش از گاو استفاده می‌شد: "وسیله‌ای مجهز به چرخی که مانند قرقره می‌گردانند. هر گاو نر تنها ۱۰۰ سطل در روز آب می‌کشد و به محض آن که به این حد نصاب برسد دیگر به هیچ ترتیبی نمی‌توان او را واداشت که حتی یک سطل دیگر آب بکشد".<sup>1</sup> (Ewbank, p.573).

به این ترتیب، این دستگاه با استفاده از قرقره و نیروی گاوها، سطل را بالا می‌کشد. طنایی که قرقره را می‌گرداند از یک طرف به یک وزنه (سطل) متصل است و سر دیگر آن پس از عبور از قاب قرقره به کمک نیروی گاو کشیده می‌شود. سازوکار و ترکیب فنی فوق را ۲۰۰۰ سال بعد یک سیاح غربی به تفصیل شرح داده است:

"[ایرانیان] تقریباً در سرتاسر پادشاهی خود علاوه بر آب نهرها و رودخانه‌ها، از آب چاه نیز برخوردارند. آب را به وسیله گاو و در سطل‌های بزرگ چرمی، که معمولاً صد تا صد و بیست و پنج کیلوگرم وزن را می‌توانند تحمل کنند، از چاه بیرون می‌کشند. در زیر این سطل گلوگاهی به طول شصت تا نود سانتی‌متر و قطر پانزده سانتی‌متر قرار دارد که به کمک طنایی به سمت دهانه چاه نگاه داشته می‌شود تا مانع از بیرون ریختن آب بشود. گاو طناب

1. Plutarque, *Moralia*, 974e et Ctesias de Cnide, *Persica* frag.34a (Oleson, pp.39-40)

کلفتی را که به سطل متصل است می‌کشد و طناب بر روی چرخ چوبی توبیری (به قطر نود سانتی‌متر) می‌گردد. این چرخ را که مانند قرقره عمل می‌کند در بالای دهانه چاه نصب کرده‌اند. به این ترتیب سطل به حوضچه‌ای می‌رسد و آب آن را از راه گلوگاه خالی و سپس بین زمین‌ها توزیع می‌کنند. نکته شایان توجه این است که برای آن که کار کشیدن سطل آسان‌تر بشود گاو در سراشیبی‌ای در حدود ۳۰ درجه حرکت می‌کند و با غیان نیز روی طناب می‌نشیند تا هم خودش کم‌تر خسته شود و هم از زحمت حیوان باربر کاسته شود؛ با آن که این روش خیلی بدوفی به نظر می‌رسد اما آسان و کم‌هزینه است و برای استفاده از آن به یک نفر بیش‌تر نیاز نیست.<sup>۱</sup> (Chardin.II, p.73).

در دست‌نوشته فارسی شماره ۷۲۷ کتابخانه ملی پاریس که در قرن شانزدهم م/ دهم ه نسخه‌برداری شده است، شرحی از این چاه قرقره‌ای آمده است که به اندازه توصیف شاردن کامل نیست، اما حاوی جزئیات دیگری است. در آن‌جا آمده است که ارتفاع پایه‌های حامل قرقره که در دو طرف دهانه چاه نصب می‌شود، حدوداً ۳ متر است<sup>۲</sup>. بر روی هر یک از پایه‌ها یک صفحه چوبی قرار دارد که میانش فرورفته است. محور چرخ را تیری چوبی تشکیل می‌دهد که به دوسر آن دو میل (آهنی) اضافه شده است که در فرورفتگی‌های پایه قرار می‌گیرد. طنایی که سطل را به حیوان باربر متصل می‌کند می‌تواند از جنس چرم و ظرفیت سطل ۶۰ لیتر باشد.

انگلبرت کمپفر فعالیت‌های کشاورزی در یک روستای ایرانی در قرن هفدهم م/ یازدهم هرا در طرحی ترسیم کرده است (Kämpfer, p.208): در این طرح سه گاوچاه دیده می‌شود که برای آبیاری مزارع مشغول بالاکشیدن آب از سه چاه مختلف‌اند (تصویر IV). این دستگاه‌ها تک‌قرقه‌ای‌اند، اما از نمونه‌هایی که دو قرقره یا بیش‌تر داشته باشند نیز استفاده می‌شد. استک که در اواخر قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه به ایران سفر کرده بود مشاهده کرده است که در لار (جنوب ایران) "چاه‌ها معمولاً دارای ۲ و بعضًا ۳ قرقره هم محورند و ۲ یا ۳ جفت گاو با هم کار می‌کنند." (Stack.I, p.144). در بیدشهر (شهر دیگری در همان ناحیه) به هر چرخ ۴ گاو می‌بستند اما تعداد قرقره‌های چرخ مشخص نیست (Stack.II, p.259). شاید دستگاهی که پلوتارک شرح داده است نیز از همین نوع بوده باشد.

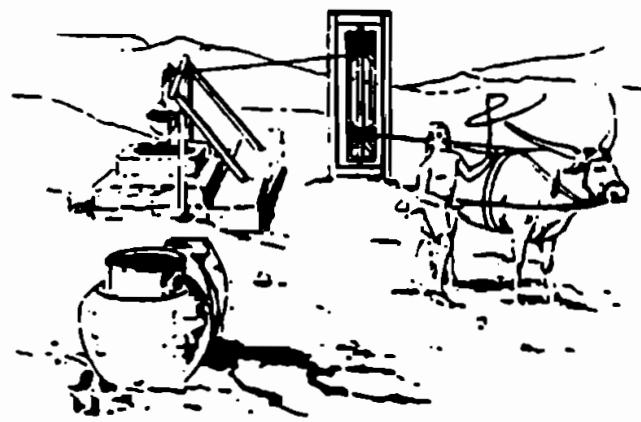
۱. حافظ اصفهانی نوشته است که در ساخت این پایه‌ها از ملات استفاده نمی‌کردند که در تماس با آب وا برود و موجب تخریب آن بشود (حافظ اصفهانی، ص ۱۵۹)

با بر تخمین وولف، با یک قرقه مضاعف می‌توان سطحی به ظرفیت ۱۵ گالن یا ۶۰ لیتر آب را بالا کشید (Wulff, p.258). حال آن که برآورد شاردن حدود ۱۰۰ تا ۱۲۵ لیتر است. به زعم وولف، یک کشاورز می‌تواند با ۲۵۰ رفت و برگشت در روز<sup>۱</sup> مقدار کافی آب، یعنی ۷۵۰۰ گالن (هر رفت با برگشت ۱۵ گالن)، برای آبیاری چرخشی جالیزها تهیه کند.

قرقه می‌تواند به صورت‌های دیگر نیز به کار رود. دالمانی تصویری از یک گاوچاه در ایران مرکزی را در کتاب خود آورده است که در آن قرقه در کنار دهانه چاه قرار دارد (d'Allemagne.I, p.53). قرقه به صورت عمودی در داخل نوعی چارچوب نصب شده است و با حرکت گاو به بالا و پایین سراشیبی، طبایی که به سطل متصل است از دور قرقه باز می‌شود یا به دور آن می‌پیچد (شکل ۲). این نوع ماشین در زمان سفر گرات وان روگن (آغاز قرن بیستم م/ چهاردهم ه) نیز هنوز در شوشستان، یعنی ناحیه‌ای که پلوتارک به آن اشاره داشت، به کار می‌رفت اما از آن برای انتقال آب نهر به سطح مزارع استفاده می‌شد. نام این دستگاه به چاه آب تغییر شکل یافته بود و حضور واژه چاه در این ترکیب گواه آن است که احتمالاً از آن برای بالا کشیدن آب از چاه استفاده می‌شد.

---

۱. این که تعداد رفت و برگشت‌های ذکر شده توسط وولف به مراتب بیش از تعداد دفعاتی است که پلوتارک ثبت کرده است، می‌تواند به این علت باشد که در عرض ۲۶ قرن یک پیشرفت فنی به وقوع پیوسته است، یا این که در زمان پلوتارک از شب زمین استفاده نمی‌شده است، و یا صرفاً این که در آن زمان سطل‌ها بزرگ‌تر بوده‌اند.



شکل ۲ - روش آبیاری در ایران مرکزی (d'Allemagne)

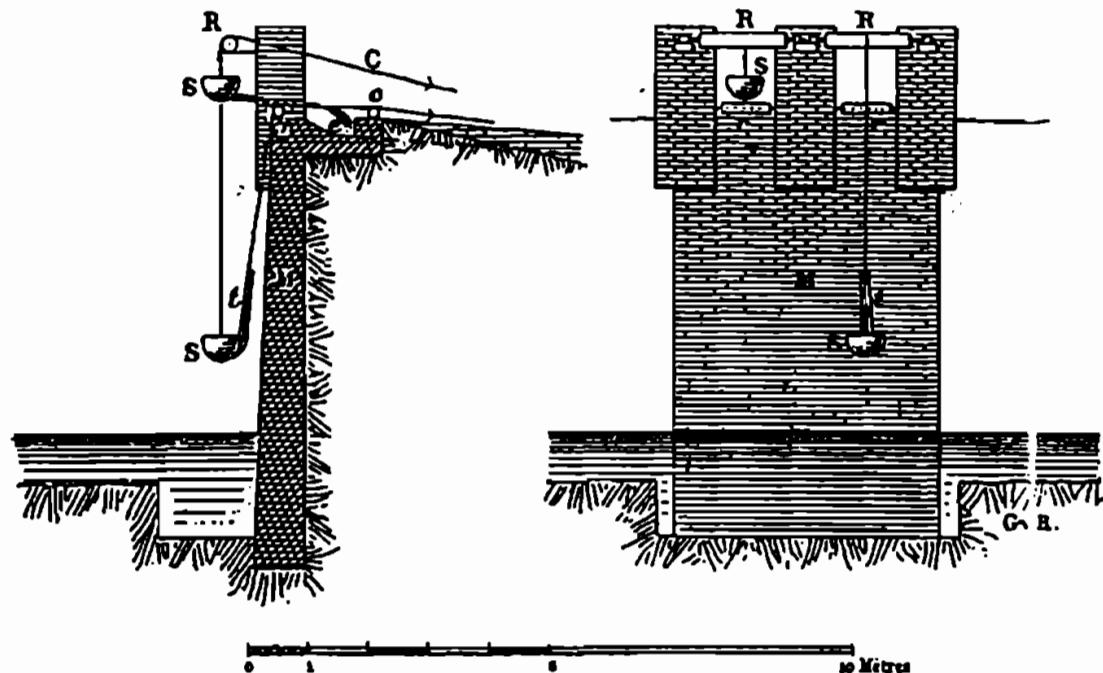
گرات وان روگن به همراه نوشتة خود دو طرح و یک خط کش مقیاس نیز آورده است که عیناً در اینجا نقل می‌کنیم (شکل ۳):

"در کار آب بنای (M) احداث شده است که به عنوان نقطه انتکای قرقره‌های (R) و (r) عمل می‌کند و دو طناب (C) و (c) بر روی این قرقره‌ها می‌لغزند. یک سر این طناب‌ها را گاو می‌کشد؛ سر دیگر طناب (C) به خیک چرمی (S) متصل است و طناب دیگر دهانه لوله چرمی (t) را که به زیر خیک وصل است نگاه می‌دارد. وقتی که گاو از بالاترین نقطه شبب، در نزدیکی ناودان (e)، سرازیر می‌شود هر دو طناب را (در جهت نمایش داده شده به وسیله پیکان‌ها) می‌کشد و خیک پر از آب را بالا می‌آورد. لوله چرمی نیز به طور همزمان بالا می‌آید و دهانه آن از قسمت فوقانی خیک بالاتر می‌ماند؛ نتیجتاً مانع از آن می‌شود که محتوی خیک جاری شود. وقتی لوله به سطح قرقرة (r) می‌رسد هنوز خیک پایین تر از آن واقع است و همچنان که خیک تا سطح قرقرة (R) بالا می‌رود لوله به داخل ناودان (e) کشیده می‌شود. آب در ناودان جاری شده، برای آبیاری به سمت مزارع هدایت می‌گردد. ظرف چند ثانیه، دستگاه آماده استفاده مجدد است. بعد از تخلیه، گاو شبب را بالا می‌رود تا خیک به سطح آب برسد، پر شود و این روال تکرار گردد. بر حسب تعداد گاوها که به کار گرفته می‌شوند چاه‌آب‌ها می‌توانند دو، سه یا چهار تایی باشند." (Graat Van Roggen, p.181-182).

قطع نظر از پاره‌ای جزئیات، عملکرد این سیستم مشابه گاوچاه، اما بنا بر محاسبات گرات وان روگن بازده آن بسیار بیشتر است. ولی از آن‌جا که در واقع از همان سیستم استفاده می‌شود، این برتری به نظر ما ناممکن می‌رسد: نتیجه محاسبات گرات وان روگن این است که "با این دستگاه (چاه‌آب) می‌توان در هر ساعت با یک گاو ۱۸ تا ۲۰ هزار لیتر آب بالا کشید" (همان‌جا). ارزیابی وolf از یک گاوچاه دوتایی

## دستگاه‌های بالابری آب / ۱۴۱

۷,۵۰۰ گالن (۳۰,۰۰۰ لیتر) در روز است که با احتساب ۸ ساعت در روز، حجم آب بالاکشیده شده توسط یک گاو در ساعت رامی توان ۲,۰۰۰ لیتر برآورد کرد.



شکل ۳ - سیستم آبیاری موسوم به چاه آب (گرات وان روگن)

در نتیجه، بازده یک چاه آب ۱۰ بار از یک گاوچاه بیشتر است. ظاهرًاً گرات وان روگن باید در محاسباتش دچار اشتباه شده باشد، چرا که برای بالاکشیدن چنین حجم آبی توسط یک گاو در یک ساعت و با سطل بزرگی به گنجایش ۱۰۰ لیتر، هر گاو باید در ساعت ۱۸۰ تا ۲۰۰ بار رفت و برگشت کند.<sup>۱</sup> این کارآبی از نظر فیزیکی ناممکن است و معقول‌تر چنین به نظر می‌رسد که میانگین بازده ساعتی هر گاو را ۵,۰۰۰ لیتر برآورد کنیم.

استفاده از گاوچاه محدود به روستاهای آبیاری مزارع و باغها نبوده است. به زعم رضا اصفهانی در ۱۸۷۰/۱۲۸۷هـ، از این وسیله در تمام حمام‌ها، مساجد و مدارس،

۱. یک مُوت (mōt) هندی که توسط دو گاو کشیده می‌شود و یک سطل ۱۰۰ لیتری را بالا می‌کشد، در ساعت بیش از ۹۰ راه نمی‌تواند برود (Mukriji, p 121).

همچنان که برای آبیاری باغ‌های داخل متازل بزرگ و سایر باغ‌ها، به وقت کم آبی، استفاده می‌شده است (رضا اصفهانی، ص. ۵۵).

تابش شرحی از این دستگاه را که برای تأمین آب یک حمام عمومی در اواخر قرن هفدهم م/ یازدهم ه در اصفهان تأسیس شده بود، نقل می‌کند. آب به وسیله دستگاه تا تاق حمام بالا کشیده می‌شود و منبع را پر می‌کند. دو نفر مأمور انجام این کار هستند و باید مراقب باشند که گاو در چاه نیفتند (تابش، ص. ۶۶۲).

گالدیری و گروهش در جریان بازسازی مسجد جامع اصفهان طرح یک گاوچاه را به طور تصادفی در زیر قشرهای اکسیدشده رنگ یک گنبد کوچک پیدا کردند (Galdieri, p.56-58). با مقایسه این طرح و ترکیب، مجموعه‌ای از قسمت‌های بنا در همان بخش از مسجد آشکار شد که آن قسمت‌ها در واقع یک گاوراه ( محل عبور گاوها) با شیب ۱۸ درجه و حوضچه‌ها و آب‌انبار یک گاوچاه بوده است (همان‌جا، صص ۵۹-۵۸). تاریخ ساخت این بخش از مسجد می‌تواند قرن نهم م/ سوم ه تا دهم م/ چهارم ه بوده باشد (همان‌جا). به زعم گالدیری، این سیستم که آب وضوی نمازگزاران را تأمین می‌کرده است، با گاوچاه‌هایی که برای آبیاری مزارع احداث می‌شد دو تفاوت داشته است: اول این که این گاوچاه در فضای باز بنا نشده است و این به گمان ما باعث می‌شود که در نوع خود گونه‌ای نادر باشد، و دیگر این که با توجه به عرض گذرگاه آن که ۲۱۰ سانتی‌متر است، بدیهی است که برای عبور فقط یک گاو تعییه شده است<sup>۱</sup> (همان‌جا).

چاه‌آب، جز از ایران، در کشورهای دیگر مانند عربستان (Graat Van Roggen, p.180) نیز مرسوم بوده است و موکریجی از وجود گاوچاه - که به زبان هندی مُوت نامیده می‌شود - در هند خبر می‌دهد. در اوایل قرن بیستم م/ چهاردهم ه نیز هنوز از مُوت‌های یک گاوه یا دو گاوه در هند استفاده می‌شد و بعضی از آن‌ها حتی به سیستم تخلیه خودکار آب نیز مجهز بود و در نتیجه لازم بود که همواره یک نفر دیگر برای این منظور به کار گرفته شود (Mukriji, pp.122-120).

۱. شرح شاردن و طرح گمپفر نشان می‌دهد که در مزارع نیز گاوراه‌هایی وجود داشته است که برای عبور تنها یک گاو احداث شده باشد. در نتیجه برخلاف گالدیری نمی‌توان این نکه را وجه تمایزی برای گاوراه‌های رو باز و سرپوشیده به شمار آورد.

که پلوتارک توصیف کرده است. اما مسلم است که، دست کم در ایران، استفاده از این مجموعه فنی از روستا به شهر گسترش یافته است.

### چرخ ایرانی

دستگاه دیگری که برای بالاکشیدن آب به کار می‌رفت "چرخ ایرانی" بود که هم منشأ آن، هم درباره نام آن و هم نحوه عملکرد آن موضوع مناقشات بسیاری است. ب.لاوفر در مقاله ناعوره و چرخ ایرانی<sup>۱</sup> کلیه تلاش‌هایی را که مصرشناسان و آشورشناسان برای انتساب این ماشین به منشائی غیر ایرانی کرده‌اند مردود می‌شمارد (Laufer.1933, p.241). لاوفر بر آن است که ساخت آسیای آبی در قرن سوم م در چین، به دست تو یو و از روی الگویی برگرفته از آسیای غربی، و احداث یک ناعوره در همان زمان و همان سرزمین، به دست ما کون، رخدادهای تصادفی نبوده است، بلکه این دو مهندس از نقشه‌های موجود که از جایی در آسیای مرکزی (ترجیحاً سرزمین سُعد)، یعنی شمال شرق دنیای ایرانی، به چین رفته بودند، الهام گرفته‌اند (همانجا، صص ۲۴۸-۲۴۷). اما نیدهام، چین‌شناس بر جسته دیگر، در نتیجه گیری لاوفر شک می‌کند و منشأ ناعوره را به هندوستان منتب می‌داند (Needham.1954-74.IV, pp.360-361). نیدهام به درستی از کم‌دقیقی لاوفر در تمیز گونه‌های مختلف چرخ آبی برای بالاکشیدن آب، خرد می‌گیرد. در حقیقت، سرچشمه این تشکیک درباره منشأ چرخ ایرانی یا ناعوره، به شباهی میان دو نوع دستگاه مختلف برمی‌گردد که هر دو برای بالاکشیدن آب به کار می‌رفته اما یکی به واسطه نیرویی محركه و دیگری با جریان آب کار می‌کرده است؛ پژوهشگرانی چند هر دو را "چرخ ایرانی" یا "ناعوره" نامیده‌اند. افزون بر این، نوع اول این دستگاه‌ها خود بر دو قسم بوده است: یکی آن که طناب بی‌انتهایی داشت و دلوها (ساقیه) را به آن متصل می‌کردند و دیگری آن که ظرف‌هاییش بر پیرامون چرخ نصب شده بود. بر خلاف لاوفر، نیدهام از این تمایز اخیر آگاه است اما وجه تمایز اول را نادیده می‌گیرد و میان انرژی حیوانی یا انسانی و انرژی آب تفاوتی قائل نیست. در نتیجه، از نظر او ناعوره، مستقل از نیروی محركه‌اش، اختراعی هندی است که در قرن اول پیش از میلاد در دنیای یونانی و در قرن دوم م در چین منتشر شده است (Needham.1954-74.IV, pp.361-362).

این را نیز اضافه کنیم که نه در نمونه‌هایی که لاوفر از هند نقل می‌کند (Laufer, 1933, pp.231, 243, 288)، نه در مقاله کوتاهی که آ.ک. کوماراسوامی درباره "چرخ ایرانی" به رشته تحریر در آورده است (Coomaraswamy, pp.283-584)<sup>۱</sup> و نه در اثری که ژوبیر ڈپاسا درباره آیاری در جهان باستان نوشته است و در خصوص هند نیز، بر اساس مشاهدات جهانگردان اروپایی در آغاز قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه، بحث می‌کند (Jaubert de Passa, I, pp.238-239)، هیچ اشاره‌ای به این نوع چرخ که با انرژی آب به حرکت در می‌آمده است وجود ندارد. در نقل قول‌های نیدهام نیز چیزی به چشم نمی‌خورد. در تنها نمونه‌ای که لاوفر از این چرخ در ادبیات سانسکریت کشف کرده است، هیچ اشاره‌ای به انرژی آب به عنوان نیروی محرك وجود ندارد: "در دست راستش تسبیحی را گرداند، به سان چرخ ایرانی ای"<sup>۲</sup> که با دلوهایش از چاه عواطف شادمانه آب بیرون کشد" (Laufer, 1933, p.244) البته می‌توان مجسم کرد که چرخی که آب را کد و ساکن را از چاه بیرون می‌کشد نمی‌تواند به وسیله هیچ نوع انرژی‌ای جز انرژی ناھیدرولیکی به چرخش درآید؛ لذا چرخی که الهام‌بخش بیت پیش‌گفته بوده است جز به کمک نیروی حیوان یا انسان به چرخش در نمی‌آمده است.

از سوی دیگر، این بیت هارشا کاریتا سازوکاری شیوه ساقیه را به ذهن القا می‌کند. در حقیقت نیز چرخاندن "تسویچ همچون وسیله‌ای دارای دلو" بیش از آن که یادآور دلوهای پیرامون یک چرخ آبی باشد، ساقیه و طناب بی‌انتهای آن را به یاد می‌آورد. شیولر در کتابی درباره دستگاه‌های رومی و اسلامی‌ای که برای بالاکشیدن آب به کار می‌رفته است، تعریفی کاملاً جدید و اختیاری از ناعوره ارائه کرده است: اگر در ماشینی که با طناب بی‌انتهای کار می‌کند، بازوی تبدیل حرکت کوتاه باشد آن را ناعوره و اگر بلند باشد ساقیه می‌نامند (Schöoller, pp.12-13). در واقع، چنین دستگاهی،

۱. بنا بر قول کوماراسوامی این چرخ ایرانی در شمال هند کاملاً شناخته شده است و نقش‌های آن در طرح‌های هندوستان مغولی متداول بوده است (Coomaraswamy, pp.283-284).

۲. هیچ معلوم نیست که در متن سانسکریت از عبارت "چرخ ایرانی" برای نامیدن این دستگاه استفاده شده باشد. در نبود امکان دسترسی به متن اصلی، ترجمه اختیاری لاوفر را که همه چرخ‌های آبی را "چرخ ایرانی" می‌نامد، می‌پذیریم. در بسیاری موارد اروپایی که به هند سفر می‌کردند ساقیه را "چرخ ایرانی" نامیده‌اند و بعضًا نام مطلق آن، رهت (rahet)، را نیز در می‌آن آورده‌اند: این دستگاه را در سال ۱۸۰۸م/ ۱۲۲۳ه یک افسر انگلیسی به تفصیل شرح داده است. در اطراف پاتایتا (در پنجاب) از چرخ ایرانی استفاده می‌کنند. من از منشأ این نامگذاری بی‌اطلاعم اما اهالی این منطقه که عموماً از این وسیله استفاده می‌کنند و خود را مخترع آن می‌دانند، نام رهت را بر آن نهاده‌اند" (نقل شده در Jaubert de Passa, I, pp.238-239).

مستقل از کوتاهی و بلندی بازو، کماکان یک ساقیه است. شیولر دستگاه‌های بالاکشیدن آب را بر حسب این که دارای سیستم چرخ‌دنده باشند یا خیر، به دو گروه تقسیم کرده است (معان‌جا، ۱۱)، اما فراموش کرده است که در گروه دوم دستگاه‌هایی هم هستند که طناب بی‌انتها ندارند ولی در پیرامون‌شان دلو نصب شده است. از این نظر، این دستگاه‌ها به دستگاه‌های گروه اول شبیه‌اند، با این تفاوت که به جای استفاده از انرژی آب یا انسان، نیروی محرکه آن را انرژی حیوان تأمین می‌کند.

السون نیز در کتاب نسبتاً اخیر خود این ماشین‌ها را بر حسب منع انرژی که آن‌ها را به حرکت در می‌آورد طبقه‌بندی نمی‌کند. طبقه‌بندی او مشتمل بر دو گروه بزرگ است: چرخ‌هایی که طناب بی‌انتها دارند (pot-wheel) و چرخ‌هایی که ندارند. در گروه دوم، گاه دلوها را مستقیماً به چرخ می‌بندند (اتصال باز) و گاه (به جای دلو) درون چرخ محفظه‌هایی تعییه می‌کنند (اتصال بسته). ماشین‌های هر دو گروه می‌توانند مجهز به سیستم چرخ‌دنده ساقیه (یا، به قول السون، saqiya gear) باشد. السون در واقع قادر به وجود ماشینی به نام ساقیه نیست بلکه بیشتر به چرخ‌دنده از نوع ساقیه اشاره می‌کند. (Oleson, pp.9-12).

ترجیح ما این است که در طبقه‌بندی چرخ‌های آبی انرژی اعمال شده را نیز مبنای فواردهیم. به این ترتیب سه دسته ماشین برای بالاکشیدن آب به دست می‌آید:

الف) ماشین‌هایی که با انرژی آب به حرکت در می‌آیند و هیچ نوع سیستم چرخ‌دنده و طناب بی‌انتها برای اتصال ظرف‌های آب ندارند،  
ب) ماشین‌هایی که با انرژی حیوانی به حرکت در می‌آیند و چرخ‌دنده دارند اما طناب بی‌انتها ندارند؛

پ) ماشین‌هایی که با انرژی حیوانی حرکت می‌کنند و هم سیستم چرخ‌دنده دارند، هم ظرف‌های آب آن به یک طناب بی‌انتها متصل می‌شوند.

این گروه‌ها را می‌توان به شکل زیر نمایش داد:

نوع اتصال		انواعی
زنجیره دلودار	چرخ دلودار	آبی
	ناعوره (الف)	
ساقیه (پ)	دولاب (ب)	اندامی

مشاهده می‌کنیم که واژه ساقیه که در اصل به معنای " مجرای آب" بود و بعدها به کل دستگاه اطلاق شد، در فهرست ماشین‌های کاتب خوارزمی به چشم نمی‌خورد. به زعم کتاب الحاوی، ناعوره "ماشین چوبی چرخنده"‌ای است مشابه دولاب "با این تفاوت که ناعوره تندتر می‌چرخد". در واقع ناعوره به این دلیل تندتر می‌چرخد که با جریان آب به حرکت در می‌آید. کتاب الحاوی ضمن محاسبه بازده دولاب به این نکته اشاره کرده است که دولاب می‌تواند به کمک یک یا چند گاو حرکت کند اما در بحث از بازده ناعوره هیچ اشاره‌ای به نیروی حیوان نشده است.

به این ترتیب در طبقه‌بندی ما ناعوره معادل گروه اول و ساقیه معادل گروه سوم است؛ برای گروه دوم نیز از واژه عام دولاب استفاده می‌کنیم.

### ناعوره

اما این توضیحات به حل مسئله عنوان "چرخ ایرانی" که گاه برای نامیدن ساقیه به کار رفته است، گاه برای ناعوره سوری و گاه برای چرخ‌هایی که ما در گروه دوم طبقه‌بندی کردیم، کمکی نمی‌کند. لاوفر به دفعات توجه خواسته را به این نکته جلب می‌کند که نویسنده‌گان مختلف در متنهای مختلف از همین عنوان واحد استفاده کرده‌اند (Laufer, pp.238, 240).

منشاً این واژه که فقط در نوشته‌های سیاحان اروپایی به آن برمی‌خوریم، معماً دیگری است. لاوفر قدیمی‌ترین مورد استفاده آن را در قرن هفدهم م/ یازدهم ه سراغ می‌کند اما نمی‌دانیم که این کلمه چه موقع ساخته شد- شاید پس از سده‌های میانی و حتی اوایل قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه- و آیا اساساً در فارسی استفاده می‌شد یا خیر. با بررسی بیشتر حتی به این نکته بر می‌خوریم که در ایران یکی از این سیستم‌ها را دولاب رومی می‌نامیدند. سید عبدالله شوستری (۱۷۰۰م/ ۱۱۱۲هـ- ۱۷۵۹م/

۱۱۷۳) در تذکرہ شوستر از ماشینی می‌نویسد که برای بالاکشیدن آب به کار می‌رفت و توسط زندانیان رومی در قرن سوم م به شوستر آورده شد: "دولاب رومی آب را به سهولت از حضیض زمین به اوچ آسمان می‌برد و هم اینک مورد استفاده است" (عبدالله شوستری، ص ۸).

حوالی ۱۲۱۵ھ، شوستری دیگری، به نام عبداللطیف شوستری، تاریخی تحت عنوان تحفه العالم درباره زادگاه خود به رشتة تحریر در آورده و در آن باوضوح بیشتری این دستگاه را، که کماکان از واردات رومی تلقی می‌شود، تشریح کرده است:

"دولاب رومی یا چرخاب به سهولت و بدون کمک انسان یا هرگونه عامل دیگر آب را از پایین زمین به قله آسمان می‌برد. در دوران جوانی من هنوز چندتایی از این چرخ‌ها در باغ‌های حاشیه گرگر کار می‌کرد. شنیده‌ام که این چرخ‌ها امروزه دیگر ویران و ناپدید شده‌اند." (عبداللطیف شوستری، جزو ۲۴ ب).

از این دو قطعه کوتاه می‌توان اطلاعات زیر را به دست آورد:

• دولاب رومی دستگاهی برای بالاکشیدن آب است که از جریان آب به عنوان نیروی محركه استفاده می‌کند.

• در آن زمان در شوستان با چرخ‌هایی که به دست انسان یا عوامل دیگر حرکت می‌کردند آشنا بودند. مضاف بر این نویسنده دوم برای این گونه چرخ‌ها نوعی فرودستی فنی نسبت به چرخ‌هایی که با جریان آب کار می‌کردند قائل است، و به نظر او این صرفه‌جویی در انرژی انسانی یا حیوانی برتری قابل ملاحظه‌ای محسوب می‌شود.

• دولاب رومی در قرن سوم م به دست اسیران رومی در جنوب غربی ایران ساخته شد و در آن زمان یک نوآوری محسوب می‌شد؛ به احتمال قوی این ماشین آبی منشأ رومی داشته است.

• عبارات شاعرانه در خصوص ابعاد این چرخ (از حضیض تا اوچ) چنین القا می‌کند که اندازه بزرگ و چشمگیری داشته است.

• این چرخ دو نام داشت: دولاب رومی و چرخاب. اما اطلاق صفت رومی به این چرخ گویای این است که در آن دوره گونه‌های دیگری از چرخ یا دولاب در ایران وجود داشت و این صفت برای تمیز چرخ جدید از چرخ یا چرخ‌های قدیمی‌تر بود. شاید هم دلیل این اتصاف این باشد که چرخ جدید به نسبت چرخ‌هایی که تا آن زمان در ایران استفاده می‌شد از اندازه چشمگیری

برخوردار بود و به جای آن که توسط انسان یا حیوان کشیده شود با جریان آب حرکت می‌کرد.

- آخرین نمونه‌های این چرخ در قرن هیجدهم م/دوازدهم ه و در یک فاصله پنجاه ساله در شوشتان از بین رفته است: نگهداری چنین چرخی حتی با ابعاد کوچک‌تر نیز نیازمند هزینه‌های گزاف بود.<sup>۱</sup> پیشتر نشان دادیم که چون تولید این قبیل دستگاه‌ها با امکانات محدود میسر نبود، ساخت این چرخ‌ها همواره تحت حمایت یک مرکز اقتدار صورت می‌گرفت. به این علت بود که در قرن هیجدهم م/دوازدهم ه همزمان با اضمحلال اوضاع اقتصادی ایران چرخ‌های شوشتار نیز از چرخش افتاد.

به احتمال قوی، چرخی که مستوفی، جغرافی دان ایرانی، در قرن چهاردهم م/ هشتم ه در دزفول مشاهده کرد نیز از همین نوع بود. او این چرخ را چون دولاب بزرگی توصیف می‌کند که آب را از جویی که در صخره‌های نزدیک روختانه حفر شده بود، تا ارتفاع پنجاه ذرع، حدوداً ۲۵ متر، بالا می‌کشید و از آن برای تأمین آب شهر استفاده می‌شد (مستوفی، ص ۱۳۲).

این نکته را که مستوفی این ماشین را به رومیان نسبت نداده است، می‌توان به این شکل توضیح داد که ساخت و بهره‌برداری این گونه چرخ‌ها در شوشتان سابقه‌ای داشته است و روایات محلی تا پیش از قرن هیجدهم م/دوازدهم ه آن را ثبت نکرده بودند. مستوفی که از منشأ چرخ بی‌اطلاع بود به توصیف آن به عنوان چرخی با ابعاد چشمگیر اکتفا می‌کند؛ او نیز چون یاقوت چنین چرخی را در هیج ولایت دیگر ایران ندیده بود.

به این ترتیب، ظاهرآ این ماشین فقط در شوشتان وجود داشته است. با این حال مقدسی، جغرافی دان عرب، در قرن دهم م/چهارم ه یک نمونه از آن را در فارس مشاهده کرده است. او ابتدا از ماشین‌هایی به نام دولب (جمع معرب دولاب) که در سواحل رودهای اهواز نصب شده‌اند و بانیروی جریان آب به حرکت در می‌آیند نام می‌برد. این چرخ‌های آبی که نوعی (جمع ناعوره) نامیده می‌شدند (مقدسی، ص ۴۱۱؛ Wiedemann, 1906, p.287) در قرن نهم م/سوم هنوز کماکان در شوشتان در حال کار بودند و چنانکه دیدیم عَضْدُ الدُّولَة در قرن بعد اقدام به تعمیر آن‌ها کرد. شاید همین

مرمت‌ها بود که او را به این فکر انداخت که کارهای هیدرولیکی مشابهی را در نزدیکی پایتخت خود در شیراز آغاز کند. به استناد مشاهدات مقدسی، بر روی بند امیر ۱۰ دولاب احداث کرده بودند که "مانند دولاب‌های شوشستان برای بالاکشیدن آب از آن استفاده می‌شد و در زیر هر ماشین یک آسیای آبی نیز بر پا کرده بودند" (مقدسی، ص ۴۴۴؛ ۲۸۹-۲۸۸ Wiedemann. 1906, pp. 288-289). این نخستین نمونه از چرخ آبی در ایران و خارج از شوشستان است که با جریان آب به حرکت در می‌آید.

از نظر اندازه، تنها ناعوره‌های حما (در سوریه) با چرخ‌های آبی عظیم شوشستان و فارس قابل مقایسه بودند: بزرگ‌ترین چرخ حما که به دست ابن عبدالغنى الحنفى (۱۲۵۱-۱۱۶۸م / ۶۴۹-۷۵۶ھ) احداث شده بود ۲۵ متر (۷۰ پا) قطر داشت چرخ‌های آبی کردیم قرار دارد و گواهی است بر این مدعای ناعوره را برای نامیدن همین چرخ‌های آبی کرده است؛ چنانکه مقدسی نیز درباره چرخ‌های آبی شوشستان و فارس چنین ذکر کرده است.

در بانیاس (Apamée) (سوریه)، بر موزائیکی مربوط به قرن دوم م نقش ناعوره دیده شد (همان‌جا) اما نمی‌دانیم آیا تصویر چرخی است که با آب حرکت می‌کند یا توسط انسان یا عاملی دیگر. اما ویتروپوس در حوالی سال ۳۰ پیش از میلاد مسیح، ماشینی را تشریع می‌کند که می‌توانسته است با انرژی انسان یا آب حرکت کند:

"باید چرخ بزرگی بر گرد محور ساخت به قسمی که ارتفاعش به نقطه‌ای که می‌خواهیم آب را ببریم برسد و در محیط آن دلوهای چوبی قیر و شمع اندود نصب شده باشد. این چرخ توسط کارگرانی که درون آن راه می‌روند به حرکت در می‌آید و به این طریق دهانه دلوهای پر از آب هنگام رسیدن به سطح منبعی که در بالا قرار گرفته است، رو به پایین قرار می‌گیرد و آب دلو خود به خود خالی می‌شود." (Virtute. X. IV).

نویسنده در سطور بعد نشان می‌دهد که همان چرخ را می‌توان در کنار رودخانه نصب کرد و با جریان آب به حرکت درآورد (X. V). اما هیچ اشاره‌ای به این نکته نمی‌کند که چگونه باید دلوها بر پیرامون چرخ نصب شوند: دلوها می‌توانند به طور ثابت نصب شده باشند یا این که به چرخ آویخته باشند. در حالت دوم ظرف‌ها، که معمولاً چوبی‌اند، حین بالارفتن عمودی باقی می‌مانند و محتویشان بیرون نمی‌ریزد. در انتهای

مسیر در بالاترین نقطه، ظرف‌ها با برخورد به یک تیرک ثابت سرازیر می‌شوند و آب در مجرای ریزد (Ewbank, p.115).

ج. بارو در شرح سفرش به چین که در سال ۱۸۰۴م/ ۱۲۱۹ه نگاشته است، این تفاوت را چنین شرح داده است: "تفاوت چرخ‌های آبی که اکنون در سوریه به کار می‌رود، با چرخ‌های چینی در این است که به جای لوله‌های ثابت، بر پیرامون شان ظرف‌های آویخته است." (Laufer, 1933, p.246). ظاهرآ در ایران نیز همین روش سوری به کار گرفته می‌شد. ویدمان از دست‌نوشته دیگری از مقدسی نقل می‌کند که چرخ‌های شیراز دارای محفظه یا خانه‌های چوبی بوده‌اند (Wiedemann, p.289) و این نکته را به ذهن مبتادر می‌کند که این ظرف‌ها در پیرامون چرخ آویخته بودند و از آنجا که چرخ‌های شیراز را از روی الگوی چرخ‌های شوشتان ساخته بودند، می‌توان حدس زد که چرخ‌های شوشتان نیز به همین سیستم مجهز بوده‌اند. شباهت‌های بین چرخ‌های ایرانی و سوری مؤید نظر تاریخ‌دانان شوشتاری است که منشأ چرخ‌های آبی بزرگ ایران را رومی می‌انگاشتند<sup>۱</sup>.

## دولاب

حال بازگردیم به سعد، جایی که فرضیه لاوفر چرخ‌ها را با وضوح بیشتری طبقه‌بندی می‌کند. متأسفانه لاوفر هیچ نمونه مشخصی از استفاده این چرخ‌ها در سرزمینی که بنا بر نظریه او زادگاه "چرخ ایرانی" است، عرضه نکرده است. علت این است که نوع دقیق چرخ‌هایی که در دوران باستان و سده‌های میانی در سُعد استفاده می‌شد در اسناد ما موجود نیست و این نوشه‌ها تنها به برشماری این دستگاه‌ها اکتفا کرده‌اند. بر اساس مشاهدات نویسنده ناشناس حدود‌العالم در قرن دهم م/ چهارم هدر بَزَدَه (در ماوراء النهر) آب را به کمک دولاب از چاه می‌کشیدند (حدود‌العالم، ص ۱۱۴). چهارصد سال بعد ابن بطوطه به وجود ماشین‌های آبی در سمرقند (شهر اصلی سُعد) اشاره می‌کند بی‌آن‌که سازوکار آن‌ها را مشخص کند: "سمرقند بر ساحل رودخانه‌ای به نام رود وادی

۱. مشکل بتوان تصور کرد که ناعوره در راه خود، از هندوستان به دنیای یونانی، از ایران گذشت باشد و اثری از خود بر جای نگذاشت باشد. در واقع این که دولاب رومی در ایران منشائی یونانی داشته باشد پذیرفتنی است.

الغسالین<sup>۱</sup> ساخته شده است و مملو از دستگاه‌های آبکشی است که با غات را آبیاری می‌کنند" (ابن بطوطه، VII، ص ۲۴۲).

شواهد درباره چرخ‌های آبی ترکستان و آسیای میانه را شوارتز و موذر در آغاز قرن بیستم / چهاردهم ه در اختیار ما گذاشتند. شوارتز چرخی را توصیف کرده است که با نیروی آب یک نهر حرکت می‌کند. این چرخ کوچک ۶ متر قطر داشته و در پیرامون آن دلوهای گلی آویزان بوده است (Laufer, 1933, p.242).

البته در این مناطق استفاده از این چرخ‌ها به دلیل مرمت‌های مکرری که لازم داشتند و به خصوص فراوانی آب، نسبتاً نادر بوده است (همان‌جا)<sup>۲</sup>. اما شوارتز نمونه‌هایی از همین سیستم را نزد قرقیزها یافته است که به جای آب با انرژی حیوان حرکت می‌کرده است؛ و با توجه به تعداد زیاد حیوانات باربری که قرقیزها در اختیار داشتند استفاده از این نوع انرژی کاملاً منطقی است (Laufer, همان‌جا، 242, p.242). موذر این دستگاه را که به ترکی به آن "چیگیر" می‌گویند به این شکل شرح می‌دهد:

"أساس این دستگاه چرخی چوبی است به قطر ۳ تا ۴ متر که در صفحه‌ای عمودی بر فراز چاهکی می‌چرخد. قسمت تحتانی چرخ در زیر سطح آب قرار دارد و بر پیرامون آن به فواصل مناسب کوزه‌های سفالی یا چوبی نصب شده است که نسبت به شعاع چرخ مایل هستند به قسمی که در چاهک پر می‌شوند و در ارتفاع مورد نظر در نهری خالی می‌شوند. این دستگاه می‌تواند در ساعت ۴ تا ۵ متر مکعب آب بکشد (Moser, 1933, pp.242-243).

ساکنان بخارا به ماشینی با همین مشخصاتی که موذر وصف کرده است "چرخ ایرانی" می‌گفتند (همان‌جا). این تنها موردنی است که می‌بینیم ساکنان ناحیه‌ای در ایران یک ماشین بالابر آب را "چرخ ایرانی" می‌نامند. عجیب این است که مبدع این نامگذاری سُغدیان بوده‌اند. در واقع اگر بنا بر نظر لاوفِر "چرخ ایرانی" را سُغدیان (که

۱. البته به نظر می‌رسد ابن بطوطه دو رودخانه را با هم اشتباه گرفته باشد: رودی که از سمرقند می‌گذرد زرافشان نام دارد و رودخانه وادی الغسالین از شهر دیگر سُغد، یعنی نخشب، عبور می‌کرده است.

۲. در ترکستان و آسیای مرکزی از این چرخی که با انرژی آب حرکت می‌کرد استفاده زیادی نمی‌گردید، کما اینکه از نوشه موذر نیز چنین بر می‌آید: "بیستم دیگری نیز شایان ذکر است که توسط ژنرال آنتکوف ابداع شده است و برای بالاوردن آب رودخانه که سطح آن نوساناتی با دامنه نسبتاً گسترده دارد می‌تواند کاربردهای زیادی داشته باشد. این بیستم که در کانادا مقبول افتاده است، از دو پایه شناور تشکیل می‌شود و محور یک چرخ آبی پرهدار و دلودار بر آن‌ها استوار است. چرخ به وسیله نیروی جریان آب می‌چرخد و دلوها در پایین مدار حرکت خود از آب پر شده و در نقطه اوج مدار خالی می‌شوند. به این ترتیب اختلاف سطح، با قطر چرخ تغییر می‌کند" (Moser, p.268).

ایرانی بودند) اختراع کرده باشند، هیچ دلیلی ندارد که بر دستگاهی که خود طراحی کرده و ساخته‌اند نام سرزمین‌شان را بگذارند. محتمل‌تر این است که فرض کنیم موزر در بخارا به افرادی برخورد کرده است که از ریشه ایرانی نبوده‌اند و این دستگاه را به همان نامی می‌نامیدند که هنگام فتح این نواحی از ایران (در زمان انقراض ساسانیان) بر آن گذاشته بودند.

بر خلاف چرخ آبی که از ترکستان تا شیراز هیچ اثری از آن دیده نمی‌شود، دولاب را در مناطق مرکزی ایران می‌توان یافت. رضا اصفهانی در کتابی که درباره اصفهان نوشته است راه‌اندازی این چرخ را در قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه وصف می‌کند (اصفهانی، ۱۳۶۷):

”و قسم دیگر نیز هست که چاه را مربع مستطیل می‌سازند در جایی که آب به سطح زمین زیاده از دو سه ذرع شاه نباشد و بر آن چرخی ساخته که افلانصف آن چرخ در چاه مذکور و به زیر آب رود، آلاتی بر آن ترتیب می‌دهند و آن را حیوانی از قبیل گاو و شتر می‌گرداند و آب زیاده بر روی زمین جاری می‌کند و آن را چرخاب می‌نامند.“ (اصفهانی، صص ۵۶-۵۵).

این دستگاه با توصیف موزر منطبق است و نویسنده ایرانی آن را به اسم عامی که در ایران رایج است، یعنی چرخاب، نامیده است<sup>۱</sup>. سیلوای فیگوئرو در ۱۶۱۷ م/ ۱۰۲۷ ه نیز همین چرخ را در ارگ لار در جنوب ایران مشاهده کرده است. او می‌نویسد که ”یک گاو چرخ را می‌چرخاند“ و ”به آسانی می‌توان برای سیر کردن تمام یک لشکر آب بالا کشید.“ (Silva y Figueroa, p.74). می‌توان این چرخ را با چرخی که ادریسی در قرن دوازدهم م/ ششم ه به آن اشاره می‌کند مقایسه کرد؛ ادریسی در قم ”چرخ‌هایی عصاری که توسط شترها به حرکت در می‌آید“ را مشاهده و نقل کرده است.

جبی، فرایر که از ۱۶۷۲ م/ ۱۰۸۳ ه تا ۱۶۸۱ م/ ۱۰۹۲ ه به هند و ایران سفر کرده است، به نمونه دیگری از همین دولاب برخورده است؛ با این تفاوت که، به جای ظروف گلی، کيسه‌های چرمی به پیرامون چرخ آن آویخته بودند (Laufer, 1933).

۱. ژ. دیلافووا در جلفا (منطقه ارمنی‌نشین اصفهان) همین چرخ آبی را دیده است: ”چرخ یک ماشین بالابر زمخت، ناله کنان بر گرد محور انتقال حرکتش می‌گردد و آب محتوی کوزه‌های متصل بر پیرامون آن در نهرهای آیاری می‌ریزد. این دستگاه ابتدایی و پرسرو صدا به وسیله چهار گاو بسیار زیبا که به یک چرخ دنده بسته شده‌اند به حرکت در می‌آید.“ (Dieulafoy, 1989, p.249).

(p.243). فرایر این چرخ را که ابتدا در هند و در راه سفر به ایران مشاهده کرده بود، "چرخ هندی" نامید.

به استناد نوشه‌های رضا اصفهانی و موزز قطر این چرخ آبیاری بین ۳ تا ۴ متر متغیر بوده است. این ابعاد کاملاً منطقی است، زیرا ساختن چرخی بزرگ بر روی چاهی بزرگ کارایی نخواهد داشت. از آنجا که این وسیله نمی‌تواند آب را از اعماق زیاد بالا بکشد، لذا باید بر روی چاه‌های کم‌عمق یا بر ساحل رودخانه‌ها نصب شود. در سایر موارد، باید از گاوچاه استفاده شود. با توجه به این که آب رودخانه‌های ایران نه تداوم چندانی دارد و نه عمق زیاد، می‌توان علت رواج پیش‌تر گاوچاه به نسبت دولاب را دریافت.

علی‌ایحال، ساخت و نگهداری چرخ‌های آبی موجب پیدایش حرفه‌ای به نام دولابی در شوستر شد؛ چنان که عبداللطیف شوستری، هنگامی که در قرن هیجدهم م/دوازدهم ها این شهر در رکود اقتصادی فرو رفت، از یک تن دولابی نام می‌برد که از زور فقر "با تمام وجود می‌گریست" (ص ۱۰۵). به احتمال زیاد پیش از آن، که دولاب‌ها رواج و رونقی داشتند، او نیز وضعی متفاوت داشت.

### ساقیه

اما دستگاه بالاکشی را که موکریجی در قرن نوزدهم م/سیزدهم ه در شمال هند به تصویر می‌کشد کاملاً متفاوت است: این دستگاه طناب بی‌انتهایی دارد و یک روسایی با دست و پا آن را به حرکت در می‌آورد (Mukriji, p.127) و به نظر می‌رسد که این همان دستگاهی باشد که در هارشا کاربیتا (ن. ک. بالاتر) به آن اشاره شده است و مربوط به دورانی است که به طور قطع آن را به تازگی از طریق ایران به هند آورده بودند.

به نظر ما این دستگاه شکل اولیه ساقیه‌ای محسوب می‌شود که با کمک عامل غیرانسانی حرکت می‌کرده، و از آنجا که در چند متن فنی از آن به عنوان دستگاهی یاد شده است که از سند به ایران آمده، می‌توان نتیجه گرفت که این دستگاه در ایران از یاد رفته بوده است. کاراڈو در واژه‌نامه فنی کتاب مکانیک استفاده از باد، اثر فیلون بیزانسی<sup>۱</sup> زیر واژه دولاب و تحت مدخل دولاب سندی چنین شرح می‌دهد: "چرخ سندی چرخی است دلودار" (Carra de Vaux, p.207).

است که ترجمة عربی اثر فیلون است و به زعم کارادُو تاریخ تحریر آن به دوران پیشرفت علوم در زمان خلافت مأمون (۸۳۳-۷۸۶م / ۲۱۸-۱۷۳ه) برمی‌گردد (همان‌جا، ص ۶). متأسفانه در متن نوشته هیچ اشاره‌ای به این گولاب سندی دیده نمی‌شود و معلوم نیست که مرجع کارادُو برای این تعریف چه بوده و این گولاب واقعاً چه شکلی داشته است.

شرح این چرخ سندی را در توصیفی که الجزری در کتاب خود از یک ماشین بالابر آب داده است، می‌توان یافت و ظاهراً این دستگاه نمونه متمکامل‌تری از ساقیه بوده است (al-Jazzari, p.182). تصویر و توصیف الجزری یادآور چرخی است که موکریجی در شمال هند یا در سند دیده و توصیف کرده است: آب از دلوهای متصل به یک طناب بی‌انتها به مجرایی که در میان چرخ تعییه شده است می‌ریزد<sup>۱</sup>. اما الجزری کتاب خود را در دیاربکر در شرق ترکیه و در منطقه‌ای کاملاً قرینه سند به پایان برده است و قطعاً این چرخ را جز به همین نام نمی‌شناخته است. این نامگذاری قدری عجیب به نظر می‌آید چرا که از انطباق دادن گولاب سندی با چرخ‌های دندنه‌ای، همان ساقیه که در قرن سوم م در مصر اختراع شده بود به دست می‌آید<sup>۲</sup>. از فرضیات محتمل یکی این است که استفاده از چرخ سندی، که نخستین نمونه ساقیه محسوب می‌شود، در غرب سند منسخ شده و برای سهولت کار، با سیستم چرخ دندنه‌ای جایگزین شده باشد. به این ترتیب، در عصر الجزری (قرن دوازدهم م / ششم ه) از این چرخ فقط در هند استفاده می‌شده است.

در منابع ایرانی هیچ اشاره‌ای به چرخ سندی و ساقیه دیده نمی‌شود و در حقیقت از "چرخ ایرانی"، ساقیه و گولاب رومی تحت عنوان عام گولاب نام می‌برند. با این حال، در یک راهنمای احکام نجوم به نام تَنگِ گوشَا که احتمالاً به دوره ساسانی یا اوایل اسلام مربوط می‌شود، به تصویری از یک گولاب برمی‌خوریم (تنگِ گوشَا، ص ۲۰۶)

که طرحی

۱. هیل در یادداشت‌هایی که بر این فصل از کتاب الجزری نوشته است به خوبی این چرخ را وصف و تصویری از آن را نیز ترسیم کرده است (ص ۲۶۵).

۲. به نظر نیدهام و سایر محققان در این حوزه، منظاً این دستگاه بونانی و عربی است و احتمالاً در زمان اسکندر اختراع شده است (Needham, 1954-57.IV, p.362). اما در حقیقت کاوشهای شیولر بر روی پاپروس‌های مصری بود که این امکان را فراهم آورد تا فرضیات را کنار گذاریم و بتوانیم تاریخ استفاده از این ماشین در مصر را تعیین کنیم. به زعم شیولر و به استناد یکی از پاپروس‌ها، در حدود سال ۲۵۰ م بود که نجاری با ساخت یک سیستم جدید چرخ دندنه‌ای و محور انتقال جدید، ساقیه را اختراع کرد. از طرف دیگر نیز مطمئن‌ایم که از این دستگاه در سال ۴۴۰ استفاده می‌شده است.

از همان ساقیه است (تصویر ۴). این راهنما در قرن هفدهم م/ یازدهم ه نسخه‌برداری شده است و منبع آن ترجمه‌ای فارسی بوده است که در قرن یازدهم م/ پنجم ه یا دوازدهم م/ ششم ه از روایتی عربی که خود نیز احتمالاً ترجمه متن پهلوی آن بوده، تهیه شده است. نسخه فارسی این مزیت را دارد که حاوی تصاویر نیز هست و اگر واقعاً مربوط به قرن یازدهم م/ پنجم ه یا دوازدهم م/ ششم ه باشد، می‌توان نتیجه گرفت ایرانیان پیش از آمدن مغول‌ها (در قرن سیزدهم م/ هفتم ه) ساقیه را می‌شناخته‌اند. اگر نه باید دانست که ورود ساقیه به چین به دوره متأخرتری (قرن چهاردهم م/ هشتم ه) بازمی‌گردد (Needham. 1954-57.IV, p.354).

به زعم موکریجی، ساقیه مصری برای روستاییان معمولی بنگال بسیار پیچیده بوده حال آن که استفاده از آن نزد اهالی بمبنی بسیار رایج بوده است (Mukriji, p.128) در نتیجه، در شمال هند که چرخ سندی شناخته شده بود آسان‌تر توانسته بود انطباق یابد. آیا می‌توان نتیجه گرفت که در هند نیز مانند چین ورود ساقیه نسبتاً دیر و پس از مغول صورت گرفته است؟ آیا جایگاه این دستگاه در این دو کشور مرهون سیستم ارتباطات مغول نبوده است؟ به این ترتیب، چندان غیرمنطقی نیست اگر تصور کنیم که این ماشین به ایران نیز در همان قرون وارد شده باشد.

### استفاده از ماشین‌های آبی

ماشین آبی نسبت به قنات در اقتصاد ایران جایگاه نازل‌تری دارد: نه برای آبیاری از آن استفاده می‌شود و نه کاربرد صنعتی دارد؛ تنها برای آبیاری باغات و مزارع سبزیجات که سطح کشت چندان زیادی ندارد به کار گرفته می‌شود. اما در دوره‌های کم آبی و خشکسالی، دست کم در شهرها و روستاهایی که از منابع آب دیگری برخوردارند، می‌تواند بسیار مفید باشد.

بازدهی این ماشین‌ها بسیار متفاوت است: بازده یک گاوچه (بر حسب این که آب را از چاه بکشد یا از رودخانه) بین ۲,۰۰۰ تا ۵,۰۰۰ لیتر در ساعت و برای یک گاو برآورد شده است. یک ناعرَه "به شرطی که چرخ آن کامل باشد، ۸۰ دلو دارد که هر یک می‌تواند ۱۵ رَطل (معادل ۷/۶۵ لیتر) آب بکشد، که در مجموع می‌شود ۱,۲۰۰ رَطل (۶۱۲ لیتر). با این مقدار آب می‌توان در روز یا در شب، ساعتی یک جریب

(۱/۴۷ هکتار) یا روزانه <sup>\*</sup> ۲۴ جریب (۳۵ هکتار) زمین را آبیاری کرد... با دولابی که تنها توسط یک گاو حرکت کند می‌توان ۱۰ جریب را آبیاری کرد... یک جریب محتاج ۳۰۰,۰۰۰ رطل (۱۵۳,۰۰۰ لیتر) آب است." (کتاب الحاوی، ص ۱۳۰). با این که تأثیره و دولاب بازده به مراتب بهتری از گاوچاه دارند، اما سادگی مکانیسم گاوچاه باعث می‌شود که استفاده و نگهداری از آن آسان‌تر باشد و درنتیجه حتی تا امروز نیز بتوانند از آن بهره گیرند.

مالیات‌هایی که بر این ماشین‌ها وضع می‌شد تمام سیستم‌های توزیع آب را در بر می‌گرفت. اشاراتی به این موضوع را می‌توان در متن‌های قدیمی که به بحث درباره موضع حقوق‌دانان مسلمان در قبال سیستم مالیات‌های ساسانی می‌پرداختند، یافت. ابویوسف (۷۹۸-۱۱۳ هـ / ۱۸۲ م) در اثری به نام کتاب خراج تلاش کرده است تا مسائل مربوط به حضور این چرخ‌ها حل و فصل کند. اهمیت این مسائل از آن روست که محاسبه مالیات اراضی، از جمله تابع منابع آبی مورد استفاده بوده است: ابویوسف برای پرهیز از انجام مجدد محاسبات، غدغن می‌کند که در نحوه کار کرد چرخ‌های آبی تغییری داده شود:

پیکش و زینهای فران پزه و گوک ملاب سیده و از جانب راست  
 او ملبد و حرض و قوی نند بکلیان سیده نهادیت زایمیر موده  
 کشند با سرکن غرما بوسند دازیان غریزه عاز جانب پیپ او  
 شکارکاری دام لایی دیف خرد کشند ابرک غرما هرین دمه  
 هاره دهنجاع با شعاع هرچه کنک تاره دشوف و قده از هنگه  
 هرچه جهیت هنگه نیچه جدی  
 بر اهدربن درب جوی آب کرده هنگه هنگه هنگه هنگه هنگه  
 باقی دیز خاره بیان با سرکه برخان لذت و ز جانب رست او بر این قوم  
 هی در باقی دبارم از قن او و هم کری هزار بیش ام عددت همکوه



تصویر ۴ - ساقیه (قرن یازدهم م / پنجم ه یا دوازدهم م / ششم ه) (تگ گوش)

در خصوص چرخ‌های آمی‌ای که بر روی فرات نصب شده است و از آن برای آبیاری زمین‌ها استفاده می‌شود، فکر می‌کنم هنگامی که قدیمی و برای آبیاری ضروری هستند و

نمی‌توان آن‌ها را با روش دیگری جایگزین نمود، هیچ تغییری نباید در آن داد، جرا که ممکن است موجب ضرر به خراج و به خراج دهنده‌گان بشود.” (Abu Yusof, p.142).

چنان که خواهیم دید مالیات بر آب قنات‌ها با مالیات آب رودخانه‌ها و همچنین مالیات آب حاصل از ماشین‌های آبی متفاوت بوده است. بنا بر قول متأخرتر و صاف (قرن چهاردهم م/ هشتم ه) ماشین‌های آبی در زمان سلطنة مغول مشمول مالیات شدند و این سنت تا قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه که مقارن با عصری است که فسایی اثر خود را تحریر کرده نیز ادامه داشته است. هنگام بحث درباره آسیاهای به این مسئله نیز خواهیم پرداخت؛ در حقیقت در ایران همه ماشین‌ها مشمول همان نوع مالیات می‌شدند اما اسنادی که در خصوص چرخ‌های آبی در دست داریم قلیل‌اند.

گاوچاه نیز مشمول مالیات می‌شد و در ایالت فارس به این نوع مالیات سرچرخی می‌گفتند. استک، در شرح خود از پاره‌ای شهرهای فارس در میانه قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه، مشاهده کرده است که هر گاوچاه ۸ تومان، معادل ۱۶ فرانک، مالیات به دولت می‌پرداخته و چاه‌ها، حتی در روستاهای متعلق به دولت نیز، خصوصی بوده‌اند. این تنها گزارشی است که از مبلغ مالیات این ماشین‌ها در دست است. (Stack.II, p.259)

## فصل هفتم

### آسیاهای

آسیاهای نیز درست مانند دستگاه‌های بالابری آب از دوران باستان تا روزگار ما در صحنه فنی ایران حضور داشته‌اند و مانند آن دستگاه‌ها با منابع انرژی متنوعی تغذیه شده‌اند. ساده‌ترین انواع آسیاهای انرژی را به شکل حرکتی پیوسته و چرخشی در صفحه افقی به کار تبدیل می‌کرده‌اند و این کار، به کمک اجسام مقاوم دیگر، مانند میل بادامک یا شاتون و میل‌لنگ، می‌توانسته است به حرکتی خطی و گستره در صفحه عمودی و یا به حرکتی خطی و پیوسته در صفحه عمودی یا افقی تبدیل شود. این تبدیل خاص آسیاهای نیست و می‌توان در ماشین‌های دیگر (مثلًا چرخ سفالگری) نیز آن را مشاهده کرد.

اگر بخواهیم به طبقه‌بندی روشنی از این ماشین‌ها دست یابیم، باید مینا را بر محصول تمام‌شده آن قرار دهیم؛ به خصوص که ادغام سیستم میل بادامک و شاتون و میل‌لنگ در آسیا باعث می‌شود دامنه موارد استعمال این مجموعه فنی گسترش یابد. با این حال، موارد شبهه برانگیزی نیز وجود دارد: در کنار آسیای آبی یا آسیای بادی، که مبنای تمیزشان از یکدیگر نوع انرژی‌ای است که مصرف می‌کنند، به آسیای کاغذ یا آسیای روغن نیز بر می‌خوریم که بر حسب محصول تمام‌شده تفکیک شده‌اند؛ همانگونه که انرژی مصرف شده در یک "آسیای آرد" نامعلوم است، هدف استفاده از "آسیاب" (یا "آسیای آبی") نیز قابل تشخیص نیست.

تکثر کارکردهای به ویژه بر گرد آسیای آبی متبلور شده است؛ چنان که در اروپای غربی قرون وسطی نیز آسیاب آهن یا "کارخانه آهن" (Jacomy, p.171) محور این تکثر بود: آسیاب آهن مجموعه‌ای فنی به شمار می‌آمد که شامل فعالیت‌های مربوط به تولید آهن می‌شد؛ به کمک انرژی آبی به حرکت در می‌آمد و کارکردهای متعددی داشت (از جمله دمیدن و چکش کاری آهن). پس از آن که جستجوی خاستگاه‌های آسیای آبی را به پایان بردیم، به این کارکردهای نیز خواهیم پرداخت.

## خاستگاه‌ها

جستجوی ریشه‌شناختی واژه آسیاب بسیار گویاست، و نشان می‌دهد که آسیاهای آبی در ایران کاملاً متداول بوده‌اند: آسیاب حاصل اشتراق آوابی واژه آسیاب است که از دو جزء آس به معنی سنگ آسیا و آب تشکیل شده است. با افزودن آس به ابتدا یا انتهای جزء دیگری که نوع انرژی مورد استفاده را مشخص می‌کند، نام انواع آسیاهای به دست می‌آید: آس باد برای آسیای بادی، خراس برای آسیایی که با خر (یا حیوان) به حرکت در می‌آید، دست آس برای آسیای دستی. اما به مرور زمان که آسیای آبی نسبت به دیگر انواع آسیا رواج می‌یابد، به جای جزء آس، آسیا یا آسیاب می‌نشینند: دست آسیا، چرخ آسیا (آسیای بادی)، آسیاب گاوی و حتی آب آسیاب (برهان قاطع، تحت واژه آس<sup>۱</sup> یا آسیا؛ بلوکباشی، صص ۳۷۲-۳۷۱).

در غرب ایران، تزد عشاير گر، امروزه نیز نوعی آسیای ابتدایی را که از نمونه‌های اولیه خردکننده دستی است به شکلی مشابه می‌نامند. این خردکننده از دو سنگ تشکیل می‌شود که یکی شیبه یک سنگ آسیاست که گودی خفیفی دارد و دیگری استوانه‌ای شکل است و با حرکت ببروی آن دانه‌ها را خرد می‌کند. به این دستگاه بردمر می‌گویند که ترکیبی است از برد به معنی سنگ و مر که مترادف آس<sup>۲</sup> است (همانجا و Digard, p.188). یاقوت در شرح سفری که در قرن سیزدهم م/ هفتمن ه انجام داده ترکیب دیگری را یافته است که در آن، جزء مر، از نقطه‌نظر دستور زبان، نقشی مشابه آس دارد: او حين عبور از آبهار چنین می‌نویسد: "شهری است بین قزوین، زنجان و همدان و نزدیک به کوهستان. ایرانیان آن را آبهار می‌نامند و به زعم ایشان این نام از آب و مر به معنی سنگ آسیا تشکیل شده است و معنی آن آب آسیاست."

(Yâqut, p.11). ریشه‌شناسی فارسی‌ای که نویسنده به آن استناد می‌کند درست، اما معنایی که از آن افاده می‌کند، نادرست است: آبهار مترادف آسیاب است به معنی آسیای آبی و نه "آب آسیا". چه بسا که مر نیز مانند آس در دیگر ترکیب‌های هم خانواده آسیا به کار رفته باشد، اما ما اثری از آن نیافتیم. با توجه به این که هم آبهار و هم منطقه‌ای که محل سکنی عشاير گر بوده است در غرب ایران واقع‌اند، شاید بتوان

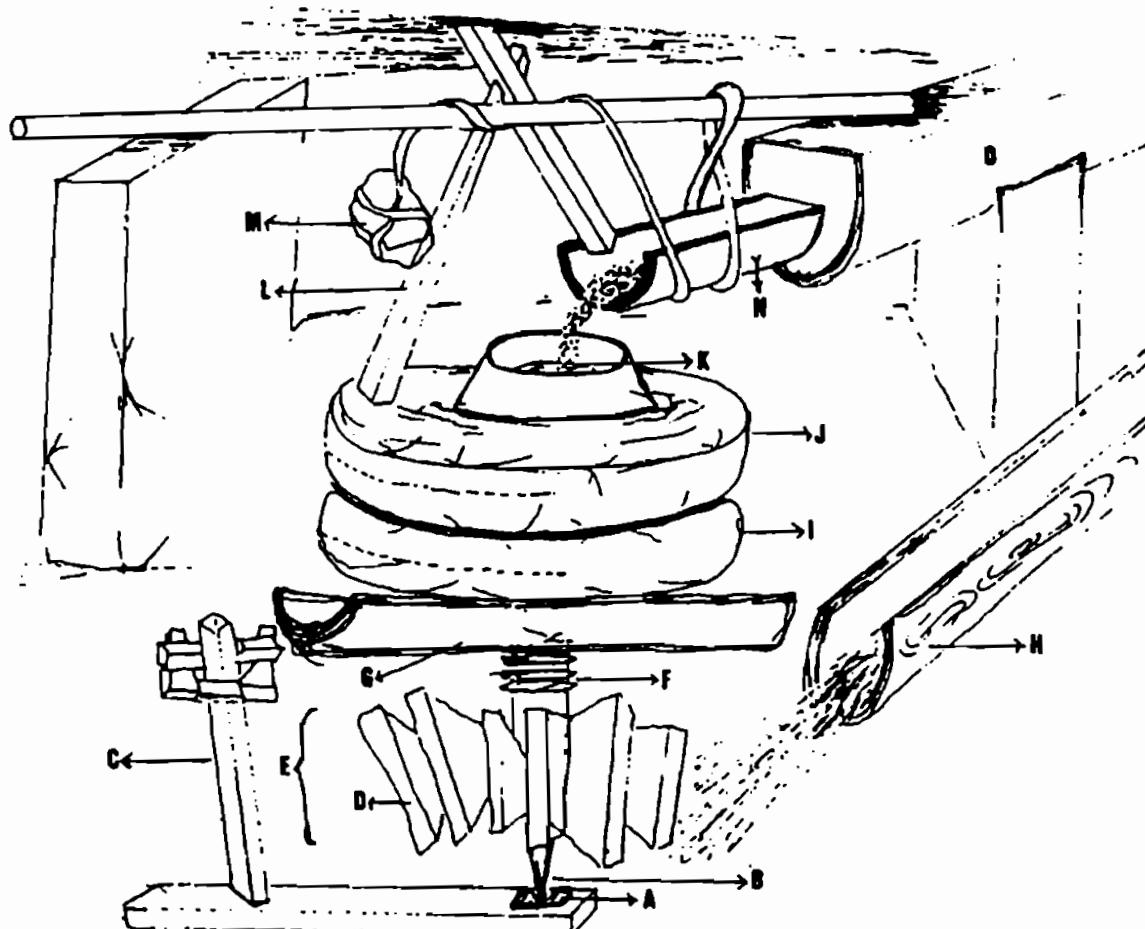
۱. معین در حاشیه‌ای که بر برهان قاطع نوشته است اضافه می‌کند که معادل آس در سانسکریت آسن است و در اوستا آسمان و آسن به معنی سنگ آسیاست.

۲. دیگار این واژه را به شکل برد ضبط کرده است و مورد استعمال دیگر آر یا مر را در کلمه چل عنان می‌کند که نوعی هاون است (Digard, p.188).

فرض کرد که استفاده از این واژه مختص غرب ایران بوده است<sup>۱</sup> و با عنایت به واژه آس در سانسکریت می‌توان چنین نتیجه گرفت که استعمال این کلمه در شرق ایران شکل گرفته باشد. به هر تقدیر آس بر هر غالب شده و هر تقریباً به فراموشی سپرده شده است.

در خصوص نحوه ترکیب این کلمات، مشاهده می‌شود که آس یا هر همواره با کلمه دیگری که نوع انرژی مورد استفاده را مشخص می‌کند، ترکیب می‌شود و از این رو نوع انرژی می‌تواند معیاری برای طبقه‌بندی آسیاهای باشد. بر خلاف غرب هیچ طبقه‌بندی‌ای که بر مبنای نوع محصول تمام‌شده صورت گرفته باشد در اینجا وجود ندارد، و این امر ممکن است ناشی از استفاده نادر از آسیای آبی در صنعت باشد. از سوی دیگر، استفاده واقعی از انرژی آبی برای آرد کردن غلات بوده است و این استفاده تا آن درجه اهمیت داشته که واژه آسیا یا آسیاب صرفاً به آسیای آرد اطلاق می‌شده است<sup>۲</sup>. اما از آنجا که در ایران انواع مختلف آسیای آرد وجود دارد و واژه آسیا هیچ اطلاعی درباره نوع آن نمی‌دهد، جز در مواردی بسیار نادر که نوع آسیا مشخص شده باشد، مشکل و تقریباً ناممکن است بداییم در این یا آن منطقه چه گونه‌ای از آسیا مورد استفاده قرار می‌گرفته است.

۱. در ناین (مرکز ایران) نیز به آسیا، آر که شکل دیگر هر است، گفته می‌شود. آرچو که ترکیب آر و چو (به معنی کوچک) است به نوعی آسیای دستی کوچک گفته می‌شود. ن.ک. سوده تحت این دو مدخل.
۲. در فرانسه واژه‌هایی که برای نامیدن آسیا استفاده می‌شود از منطقه‌ای به منطقه دیگر فرق می‌کند. آسیاهای گازری (foulon) را می‌توان به دو گروه بزرگ تقسیم کرد. در شمال غالباً از واژه *foulon* و مشتقات آن استفاده می‌شود. در *Forez* به واژه *mallei* و *ganz* برمی‌خوریم که اولی بقیه از *maillet* (به معنی نوع کوبه) و دومی احتمالاً از *walzen* آلمانی مشتق شده است. در جنوب یعنی از همه به واژه *battoir* و مشتقات آن برمی‌خوریم. در *Dauphiné* همچنین از واژه *paroir* استفاده می‌شود... آسیاهای شاهدانه از همان نوع آسیاهای گازری‌اند. شباهت بین این دو دستگاه آنقدر زیاد بود که غالباً به یک نام نامیده می‌شدند: برای مثال آسیاهای گازری را در "paroirs" هم برای آسیاهای شاهدانه به کار می‌برند و هم برای آسیاهای "battoirs" (Gille. 1951, p.10). اما زیل درباره نام آسیاهای آهن و کاغذ توضیحی نمی‌دهد. برای مثال‌ها و ریشه‌شناسی آسیاهای آبی در مناطق مختلف فرانسه، ر.ک. Bautier, pp.569-605



شکل ۵- آسیاب ناوی (جهانگیری).

A- پاخونه: نقطه اتکای محور گردش

B- بن میخ: منتهی‌الیه آهنی محور

C- پاس: بازوی سنگ آسا

D- په: پره

E- چرخاب، چرخ: توربین

F- تیر، قطب، ماسون: محور چوبی‌ای که میل فلزی در آن کار گذاشته شده است. میل از سنگ زیر عبور می‌کند و به کمک ادوات آهنی (تیبورک، تئور) به سنگ رو متصل می‌گردد.

G- آردنا: ابزاری برای جمع آوری آرد. این ابزار در همه آسیاها موجود نیست و در آن صورت آرد در پارچه‌ای که گرد سنگ آسا پهن می‌کنند جمع آوری می‌شود.

H- ناو: مجرای آب

I- سنگ زیر

J- سنگ رو

K- گلو

L و M- لک لک: کوبه و وزنهای که با ارتعاش ناودان باعث جریان غله می‌شود

N- ناودان

O- دول

سه نوع آسیای آبی در ایران شناخته شده است: آسیاب ناوی یا ناودانه (شکل ۵ و کلیشه ۷)، آسیاب تنوره یا پری (شکل های ۷ و ۸)، آسیاب چرخی یا شبی (شکل ۶). دو نوع اول یک چرخ افقی دارند که حرکت آن مستقیماً به سنگ رویی منتقل می شود و آن را روی سنگ زیرین می گرداند. نوع سوم دارای یک چرخ عمودی و لذا نیازمند یک سیستم چرخ دنده است که حرکت را به سنگ آسیا منتقل کند. در غرب این نوع آسیا را ویتروبوسی<sup>۱</sup> می نامند و وجه تسمیه آن معمار رومی قرن یکم پیش از میلاد است به نام ویتروبوس<sup>۲</sup>. حال آن که غربیان دو نوع اول را بدون هیچ گونه تمایزی "norois" یا "nordique" (به معنی "شمالی") می نامند.<sup>۳</sup>

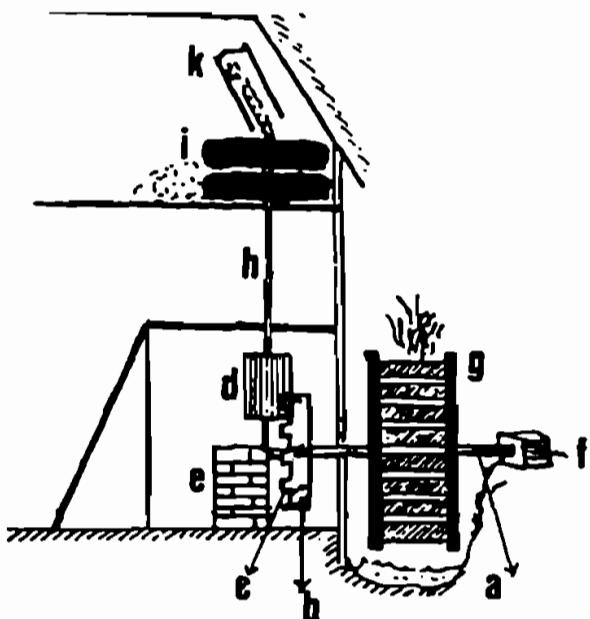
حتی وولف نیز که ایران را خوب می شناسد بر تفاوت میان دو نوع اول انگشت نمی گذارد (Wulff, p.280)، در حالی که آسیاب تنوره را می توان حاصل تحول دیرهنگام تر آسیاب ناوی دانست. در هر دو مورد چرخ افقی به وسیله جریان آب به حرکت در می آید اما در آسیای ناوی (شکل ۵ و کلیشه ۷) آب از طریق یک مجرای ساده یا ناو بین منبع و پرۀ آسیا جریان می یابد حال آن که در آسیای تنوره جریان آب از فشار ستون آب یا تنوره به دست می آید (شکل های ۷ و ۸).

ناو معمولاً یک تنۀ درخت است که به صورت مخروطی خالی شده است. سر گشادر آن را در بالادست جریان آب و انتهای تنگ تر آن را در زیر آسیا و روی پرۀ آسیا قرار می دهند. بنا بر نوشته حافظ اصفهانی طول و ارتفاع نقطۀ انکای ناو بر حسب حجم آب تعیین می شود. اگر آب فراوان، یعنی اگر عرض نهر ۲ متر و عمق آن بین ۰/۷۵ و ۱ متر باشد، طول ناو باید ۲ متر و ارتفاع نقطۀ انکای آن ۱ متر باشد. در این حالت عرض سر گشاد ناو ۱/۷۵ متر و انتهای تنگ تر آن ۰/۷۵ متر است. اگر آب کم باشد، طول و ارتفاع نقطۀ انکای ناو باید بیش تر شود (حافظ اصفهانی، صص ۱۰۱-۱۰۲).

۱ - vitruvien.

۲ - Vitruve.

۳. از آن جا که اقوام شمالی اروپا این نوع آسیا را در تمام کشورهایی که محل عبورشان بود، از ایرلند گرفته تا سوئیس رواج داده بودند، محققان انگلیسی قرن نوزدهم / سیزدهم ه آن را به نام آسیای شمالی خوانند (Stark & Teague, p.97).

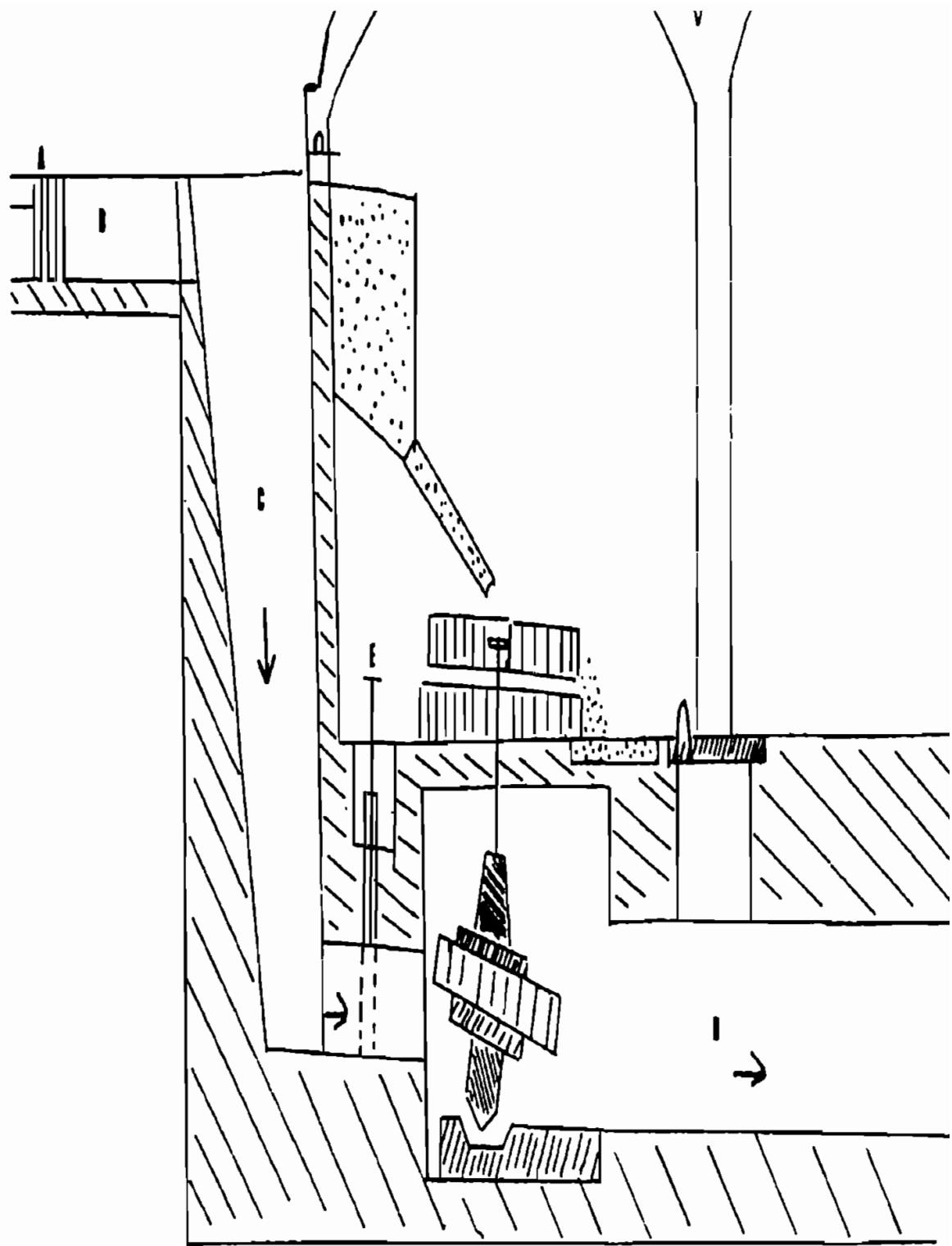


شکل ۶- آسیاب چرخی (آسیای ویترویوسی. شکل از نویسنده)

ج- سنگ  
ج- پر آسیاب  
ج- میل  
ج- چرخ آسیا  
ج- دول

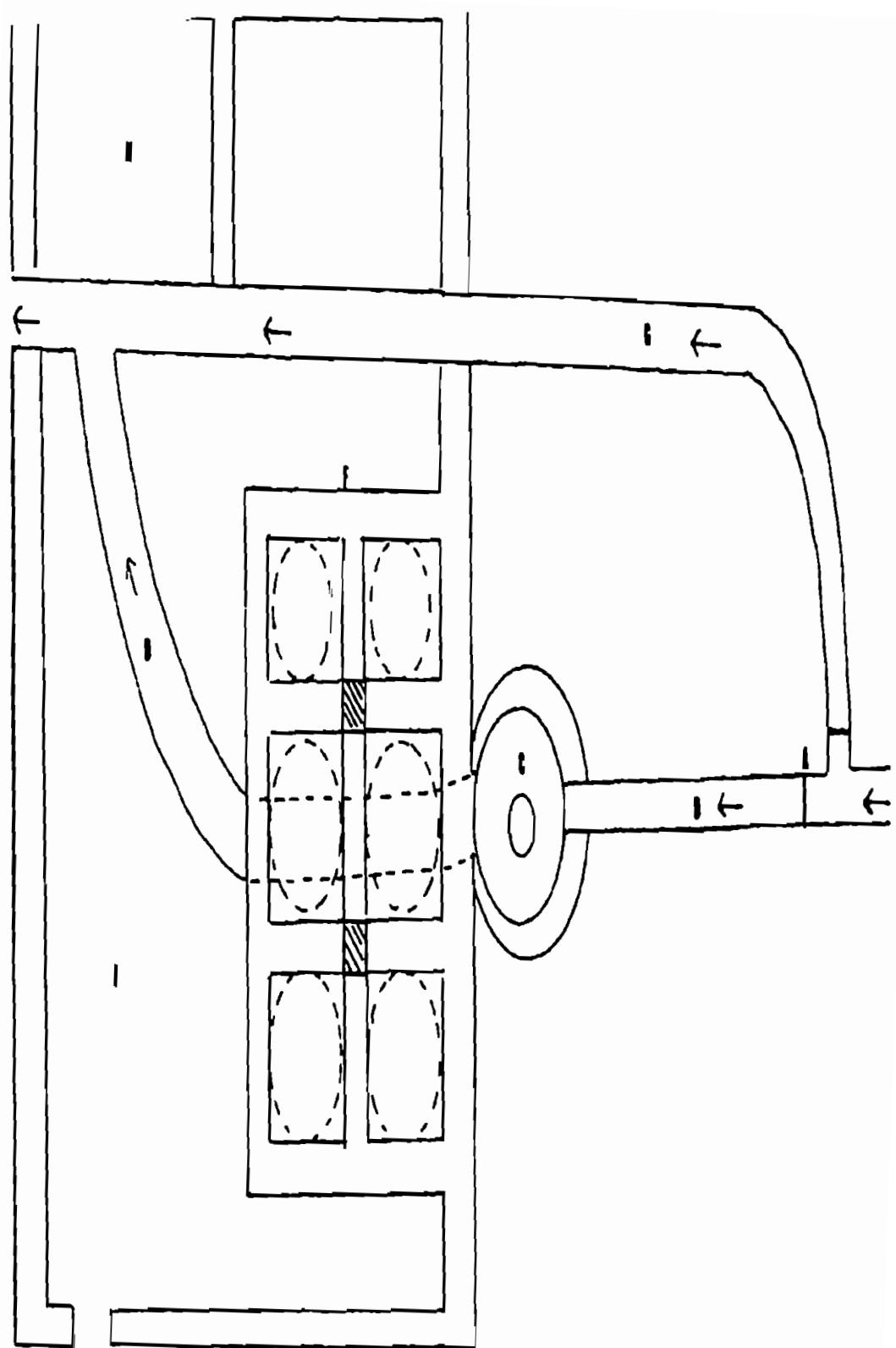
ج- سر میل  
ج- پره  
ج- دنده  
ج- گردنا  
ج- پاخونه

اگر ابعاد این ناو چنان باشد که حافظ اصفهانی آن را محاسبه کرده است، بیشتر شیوه به توره است (همانجا). اما در منابع دیگر توره مخزنی است که به شکل قیف بنا شده است و گاه تا ۲۰ متر ارتفاع دارد. قطر دهانه گشاد آن ۳ تا ۴ متر و هم سطح تاق آسیاست. دهانه دیگر که ۱ تا  $1\frac{1}{5}$  متر قطر دارد، به یک مجرای آب متصل می‌شود که از لوله‌های سفالی تشکیل شده و به آن تبوشه می‌گویند. تبوشه آب را با فشار به سمت پره زیر سنگ‌های آسیا هدایت می‌کند (Wulff, p.280؛ بلوکباشی، ص ۳۷۳). این نوع آسیا بر خلاف دیگر آسیاهای آبی که برای به حرکت در آوردن چرخ از انرژی جنبشی جریان‌های طبیعی آب و آبشارها استفاده می‌کنند، به شکل مفیدی از انرژی پتانسیل ستون آب بهره می‌گیرد. شایان ذکر است که همین نوع آسیا در اسرائیل و فلسطین نیز وجود دارد و که به آن آسیای اروپه می‌گویند (Avitsur, 1960, p. VIII).



شکل ۷-آسب توره ( Rufa، کوروئن؛ اشوری).

قسمت های مختلف این آسپا نیز به آسباب ناری هستند و همان نام ها را دارند. اما ادلون آبرسانی (توره) متفاوت است.



شکل ۱- آسیاب توره، مسیر آب (رفا، کوروس؛ مشوشری)

A-نخجند، B-مراب، C-توره، D-هزاب، E-نخ آبند، F-نلق، G-جوی انحراف آب، H-اسطل، I-چاهط

این سیستم از این لحاظ که قابلیت استفاده از قوه محركه جریان‌های ضعیف آب را فراهم می‌آورد، در واقع دستاوردهای فنی به حساب می‌آید. حال می‌توان از تقاضاهای ایرانی به موازات<sup>۱</sup> نقش اصلی‌شان که آبیاری است، به عنوان منبع انرژی آبی نیز بهره جست. این موضوع همچنین درباره جویبارهایی که به طور مصنوعی رودخانه‌ها را به رود اصلی متصل می‌کنند و جریان ضعیفی دارند نیز صادق است. آسیاب‌ناوری بیشتر برای مناطق کوهستانی مانند آذربایجان مناسب است که وجود آثار و اختلاف سطح استفاده از آن را تسهیل می‌کند.<sup>۲</sup>

با مراجعه به خاستگاه آسیای با چرخ افقی می‌توان مشاهده کرد که ساخت نخستین انواع آن و بدون آن که ناو یا تنوره‌ای در تولید انرژی نقش داشته باشند، آسان بوده است. چنان که در نمونه نقل شده توسط آویتسور هم می‌توان دید (همان‌جا)، هنگامی که جریان آب به اندازه کافی فشرده و شدت آن چنان باشد که بتواند چرخ آسیا را بگرداند، چرخ را مستقیماً در جویبار قرار می‌دهند.

نتیجه می‌گیریم که آسیای آبی با چرخ افقی (شکل ۹) تحول و تاریخچه خاص خود را داشته است. به نظر ما نادرست است اگر تاریخ ظهور این نوع آسیا را بدون درنظر گرفتن این تاریخچه با آسیای ویترویوسی مقایسه کنیم. به زعم آویتسور، آسیای از نوع تنوره یا آروبه بعد از قرن چهارم، یعنی چهار قرن بعد از تولد آسیای آبی، در حوزه مدیترانه پدیدار شده است (همان‌جا، ص XV). عموماً بر این عقیده‌اند که آسیای آبی، کمتر از یک قرن پیش از تولد مسیح در همان حوزه مدیترانه ظاهر شده است (Gille, 1951, p.2 و Bloch, p.541). شواهدی که مبنای این فرضیه‌اند، به بهترین شکل توسط بلوک دسته‌بندی و تحلیل شده است:

”در حدود سال ۱۸ پیش از میلاد یک آسیای آبی در گَبَر (Cabire) (واقع در پونت) وجود داشت که جزوی از بنای مربوط به قصری بود که پیش از آن توسط میثیridات ساخته شده بود. بدون تردید این آسیا همزمان با دیگر بنایها ساخته شده بود. در این صورت این آسیا قدیمی‌ترین نمونه‌ای است که تاریخ آن به دقت تعیین شده است: بین ۱۲۰ تا ۶۳ پیش از میلاد.<sup>۳</sup> در هجونامه‌ای یونانی که عموماً آن را مربوط به دوران اگوست می‌دانند،

۱. در پاره‌ای موارد آسیاب را متعیماً در قنات نصب می‌کنند. ن. ک. Pâpoli Yazdi.

۲. G.Goudie حاوی بررسی تفصیلی‌ای از این نوع آسیا در اسکاتلند است. در این اثر همچنین طرح و ابعاد چرخ یک آسیای ایرانی نیز گنجانده شده است که مانیز آن را در اینجا می‌آوریم (شکل ۹).

3. Strabon XII, p.556.

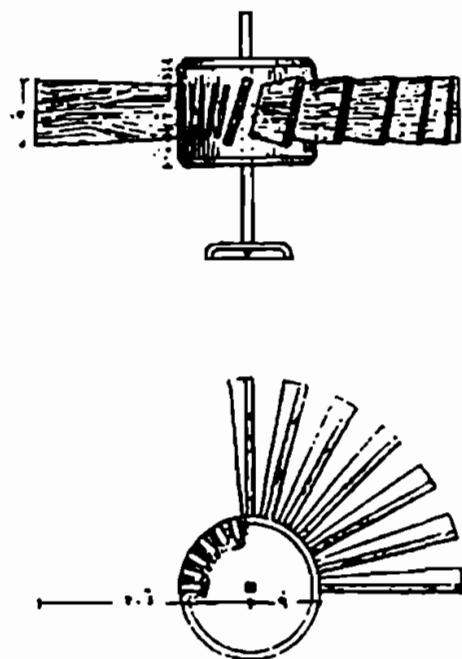
پریانی در قالب خردکنده غلات ایفای نقش می‌کند و از فحوای کلامستان بر می‌آید که مدت مديدة نیست که به این بیگاری گماشته شده‌اند.<sup>1</sup> ویتروویوس فردی لاتینی است که تقریباً در همان ایام این دستگاه را به تفصیل شرح داده است<sup>2</sup>: کمی بعد، پلینی از وجود چرخ‌هایی که بر روی رودخانه‌های ایتالیا نصب شده‌اند خبر می‌دهد.<sup>3</sup> هر چند این گزارش‌ها مطابق معمول تولد این اختراع را در هاله‌ای از ابهام فرو می‌برند، اما تجمع زمانی آن‌ها را نمی‌توان تصادفی دانست. همه شواهد به دوره زمانی نسبتاً محدودی در حدود قرن آخر پیش از میلاد اشاره می‌کند و ظاهراً همگی زادگاه این اختراع را ناحیه شرق مدیترانه می‌دانند.<sup>4</sup> (Bloch, p.539).

بلوک بر آن است که آسیای آسی از یونان به ایتالیا وارد شده بود و ویتروویوس نیز "هنوز این ماشین جدید را به نام یونانی آن، یعنی هیدرالتس (*hydraletes*) می‌شناخت"  
(همان‌جا). افزون بر این "او به آسیا در زمرة ماشین‌های آستحصل آب می‌پردازد. این تقسیم‌بندی خاصی است که برای توضیح آن چه بسا باید به نوعی یادآوری تاریخی متولّ شد. به طور مشخص مراحل تشریع آن چنین است: چرخ دلوداری که با پای انسان به حرکت در می‌آید؛ چرخ دلوداری که پره دارد و با جریان آب به حرکت در می‌آید؛ و نهایتاً چرخ آسیا. این ترتیب می‌تواند شجره‌نامه این سه دستگاه را ترسیم کند." (همان‌جا، ص ۵۴۱).

۱. آیا دخترانی که تا نه چندان پیش از این، غله خرد می‌کردید، دست‌های آشنا به سنگ آسیانان را برکشید. زین پس، این شما و این خواب‌های طولانی، بی‌اعتنای آواز خروس که طلوع روز را سلام می‌گردید. چه دُمتر (*Demètre*) به پریان سپرده است وظیفه‌ای را که شما بر عهده داشتید" (Bloch, p.546). در *Anthologie Palatine*.IX, 418 نسبت می‌دهند.

2. Vitruve.X, p.257.

3. Pline.XVII, p.23.



شکل ۹ - چرخ آسیای آسیا (Goudie).

اگر، چنان که بلوک معتقد است، نسب آسیای آسیا به چرخ‌های آسیا برسد، چرخ آسیا نیز باید مانند آن چرخ‌ها عمودی باشد. حال آن که از الگوی چرخ عمودی به ساخت چرخ افقی رسیدن مستلزم تلاش ذهنی و تخیل فنی عظیمی است. تحلیل بلوک قادر تمایز میان این دو حالت چرخ آسیاست: وینتروپوس آسیایی را توصیف می‌کند که چرخی عمودی دارد و پلینی نیز با تشریح ماشینی که ظاهرآ آسیا بوده و انرژی خود را از رودخانه می‌گرفته است، توصیف او را تأیید می‌کند؛ چرا که غالباً چرخ عمودی است که می‌تواند از توان رودخانه استفاده کند. علاوه بر این، دو نمونه یاد شده مربوط به غرب حوزه مدیترانه‌اند و نه شرق آن که زادگاه آسیای آسیا فرض شده است.

در واقع، چرخ افقی بیشتر در حوزه شرقی مدیترانه رایج بود، چنان که تحول آسیاهای با چرخ افقی و تکوین آسیای تورهای نیز مؤید آن است. در تمام دوران میانی بیشتر نمونه‌های این نوع آسیاست که در شرق، به طور کلی و در ایران بالاخص، مشاهده می‌شود.

حال افقی چرخ که سنگ آسیا را مستقیماً و بدون واسطه چرخ دنده‌ها به چرخی متصل می‌کند که انرژی طبیعی را جذب می‌کند، هنوز هم در آسیای بادی ایرانی مشهود است. زادگاه این آسیا در شرق ایران، خراسان، و سیستان بوده است. بنا بر روایات ابوالزلم، برده‌ای ایرانی که بعدها خلیفه عمر (۶۴۴-۶۴۳ م/۱۳-۲۴ ه) را به قتل رساند، مدعی بوده که دانش لازم برای ساخت آسیای بادی را داشته است. در واقع، گزارش دقیق در این باب به اوایل قرن یازدهم م/پنجم هو به قلم نویسنده ناشناس تاریخ سیستان بازمی‌گردد (تاریخ سیستان، ص ۱۲).

آسیاهای آبی و بادی را در دو طبقه می‌ساختند. در آسیای آبی، پره آسیا را در طبقه اول (زیرخانه) و سنگ‌ها را در طبقه دوم (خانه) نصب می‌کردند (کلیشه VI)، حال آن که در آسیای بادی بر عکس آن بوده است. با این حال، شرحی از یک آسیای بادی (دولاب)، به قلم نویسنده‌ای به نام دمشقی (۱۳۲۶-۱۲۵۶ م/۷۲۷-۶۵۴ ه)، متعلق به قرن سیزدهم م/هفتم ه، در دست است که در آن ترکیبی مشابه آسیای آبی توصیف شده است (Dimashqi, p.246). می‌توان نتیجه گرفت که الگوی آسیاهای بادی نخستین، مستقیماً ملهم از آسیای آبی، محور چرخش آن عمودی و چرخ آن افقی بوده است. اما در غرب، آسیای بادی چرخی عمودی را که در آسیاهای آبی آن سرزمین‌ها معمول بود حفظ کرده است. اگر استدلال نیدهایم که برای این اختراع منشائی واحد قائل است، می‌توان چنین نتیجه گرفت که آن چه حوزه مدیترانه را در نور دید، خود ماشین‌ها نبود و بیشتر فکر استفاده از آب و بعدها باد به عنوان نیروی محرکه بود.

به هر تقدیر، درباره وضعیت چرخ در آسیاهای آبی اولیه، نمی‌توان با هیچ قطعیتی سخن گفت و پاسخ به این پرسش بزیل که "آسیاهای آبی نخستین عمودی بوده‌اند یا افقی؟" (Gille.1951, p.2) کما کان دشوار است. قدر مسلم این که می‌دانیم ظهور آسیای ویترویوسی بر آسیای توره‌ای تقدم داشته است. لذا در پرسش فوق باید تصریح شود که منظور کدام نوع از آسیای آبی است.

ورود آسیای آبی به ایران در پس برده ابهام واقع است. برخی شواهد گویای آن است که آسیای آبی از طریق پونت به ایران آمده است: ژ.ڈمورگان در یکی از کاوشهایش در شوش به دو سنگ آسیا و لوله‌های انتقال آب بر می‌خورد (Morgan.1900-1902, p.66). "وجود چند سکه مربوط به آخرین پادشاهان اشکانی گویای این نکته است که این اماکن در سال‌های آخر قرن دوم م دارای سکنه بوده است" (همانجا). اما شاهان پونت که دست‌نشاندگان امپراتوری هخامنشی بودند و در

زمان فتح ایران به دست اسکندر به استقلال دست یافته و یونانی شدند، نیز خود اشکانی یا پارت بودند. آیا از این عناصر قلیل می‌توان نتیجه‌ای گرفت؟

این گونه نتیجه‌گیری نسبتاً مخاطره‌آمیز است. اما روایت است که در دوران حکومت کنستانتین در قرن چهارم م، ایرانی یونانی شده‌ای به نام متروپروس آسیای آبی را به هند برد (Forbes. 1954-58.II, p.93)<sup>۱</sup> و این امر ثابت می‌کند که در ایران عهد ساسانی فن ساخت آسیای آبی (احتمالاً از نوع ویتروویوسی) را می‌شناختند. دو قرن پس از آن، در مجموعه مقررات ساسانی (که بعداً به بررسی آن خواهیم پرداخت) قوانینی در خصوص حق استفاده از کانال‌های زیرزمینی برای آسیای آبی وضع شد. این آسیاهای احتمالاً از نوع توره‌ای بوده‌اند چرا که چنان که دیدیم آب قنات برای به حرکت در آوردن سنگ آسیا قدرت کافی ندارد. از سوی دیگر، دلایلی داریم که نشان می‌دهد ساسانیان آسیای توره‌ای را می‌شناخته‌اند: در کاوشهایی که نیلی در سال ۱۹۶۹/۱۳۴۸ هش. در دشت دهلران (شمال غربی خوزستان) به عمل آورد، آسیایی از این نوع کشف شد که بر روی یک کanal احداث شده بود (Neely, pp.33-34). بنابراین، ساسانیان هر سه نوع آسیای آبی‌ای را که در سده‌های میانی در ایران مورد استفاده بوده است می‌شناختند. این که دستگاه قانونگذاری ساسانی به موضوع بهره‌برداری از آسیاهای امپراتوری پرداخته باشد نشان‌دهنده رونق این ماشین‌ها در کارنامه صنعتی ایران پیش از اسلام است.

## تعداد و توزیع آسیاهای

فقدان داده‌های کافی باعث می‌شود نتوانیم طرحی از نقش آسیا در ایران در اختیار داشته باشیم، مگر استفاده معمول آن که تولید آرد بوده است. حتی برای آسیای آرد نیز آمار تعداد یا تنوع آن بر حسب منابع اثربری موجود، بسیار نادر و پراکنده است. از این رو، تنها وسیله برای دستیابی به تصویری کمی از آسیاهای در سده‌های میانی این است که بر اساس داده‌های موجود قیاس کنیم.

تنها جایی که از تعداد کل آسیاهای آبی در ایران ذکری به میان آمده است، در تاریخ ایران، نوشته سر جان. مالکلم در قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه است. او حين

۱. متأسفانه فوربس منع این روایت را ذکر نکرده است.

۲. معلوم نیست که ساسانیان نیز مانند ایرانیان قرون وسطی با سیستم‌های دیگر مانند میل بادامک که دامنه استفاده از آسیا را به منظورهایی غیر از خردکردن غله گترش می‌دهد، آشنا بوده باشند.

برشماری شیوه‌های مختلفی که در آن دوران برای شکل دادن به سواره نظام وجود داشت، می‌نویسد:

"... در دستنوشته‌ای خواندم که در ایران مالک یک آسیا آبی ملزم بود یک مرد سوار و مجهز را برای خدمت در اختیار دولت بگذارد. مطمئن نیstem که این شیوه هنوز هم معمول باشد اما بنا بر قول یک نجیبزاده عالی مقام ایرانی تا همین شش سال پیش یکی از منابع کشور محسوب می‌شد. بنابراین احتمال دارد که این الزام جنبه کاملاً قانونی داشته باشد و هنگامی که نیاز به سوار نیست، مالک آسیا مبلغی پول به دولت بپردازد. شایان ذکر است که چنین شیوه‌ای در چندین نقطه از ترکیه نیز معمول است." (Malcolm.IV, p.264).

مالکلم به تعداد سوارهایی که به این ترتیب تجهیز شده‌اند و یا مبالغی که توسط مالکان آسیاهای بوده دولت پرداخت شده است، اشاره‌ای نمی‌کند. اما روایت او را هموطنش جیمز موریه که در همان ایام به ایران سفر کرده بود، کامل می‌کند: "آقای بروس به اطلاع من رساند که در ایران هنوز رسمی رایج است که در شرایط اضطراری به ازای هر سنگ آسیا (که چرخ آن با آب بچرخد) یک سوار و یک اسب مجهز برای جنگ مطالبه می‌کنند. به این ترتیب ۱۰۰,۰۰۰ نفر فراخوانده می‌شوند." (Morier.1812, p.240). بسیار متحمل است که مالکلم و موریه هر دو به همان دستنوشته (که برای ما ناشناخته است) ارجاع داده باشند.

اما آیا واقعاً چنان که موریه نقل می‌کند، ۱۰۰,۰۰۰ آسیا در ایران بوده است؟ باستانی پاریزی برپایه مشاهداتی که در روستای زادگاهش، پاریز (کرمان)، به عمل آورده است چنین تخمین می‌زند که هر گروه متشکل از ۵ روستا احتیاج به ۲ آسیا دارد: ۵۰,۰۰۰ روستا قطعاً بیش از ۲۰,۰۰۰ آسیا لازم دارد (باستانی پاریزی، ۱۳۶۴، ص ۲۷۱). باستانی پاریزی ضمن افزودن این نکته که در روستاهای نزدیک شهرها ممکن است تعداد آسیاهای بیشتر نیز باشد، مثال روستای کوچکی<sup>۱</sup> به نام امامه را نقل می‌کند که با ۲,۰۰۰ نفر جمعیت ۲ آسیا دارد و در نهایت به این نتیجه می‌رسد که این نسبت را به عنوان قابل اعتمادترین عدد برای غالب روستاهای ایران پذیرد<sup>۲</sup> (همانجا، ص ۲۷۲).

۱. برآورد جمعیت در ایران امروز برای روستا جمعیتی بیشتر از ۵,۰۰۰ نفر است.

۲. در کشورهای دیگر نیز همین نوسان تعداد آسیا از روستایی به روستای دیگر را مشاهده می‌کنیم. بر اساس تحقیقات آویتسور در اسرائیل و فلسطین در روستاهای ۳۵۰ تا ۲,۰۰۰ نفری، از یک جفت سنگ آسیا استفاده می‌شود (Avitsur.1960, p.XIII).

شاردن در نیمة دوم قرن هفدهم م/ یازدهم ه تعداد روستاهای ایران را ۶۰،۰۰۰ و جمعیت کشور را ۴۰ میلیون (کذا<sup>\*</sup>) تخمین زده است (Chardin.II, p.5). اگر معیار باستانی پاریزی را برای آن دوران به کار بگیریم به رقم ۱۲۰،۰۰۰ آسیا می‌رسیم؛ و اگر در نظر بگیریم که برخی روستاهای مانند پاریز از تعداد کمتری برخوردار بوده‌اند، تخمین موریه برای قرن هفدهم م/ یازدهم ه چندان اغراق‌آمیز نمی‌نماید<sup>۱</sup>. اما باید توجه داشت که ایران قرن هفدهم م/ یازدهم ه به مراتب وسیع‌تر و پرجمعیت‌تر از ایران قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه (با ۱۰ میلیون نفر جمعیت) بوده است (Isavi.1971, p.162)<sup>۲</sup> و از سوی دیگر نیز، با اشکال جدیدتر انرژی آشنا نبوده است: از این رو به نظر می‌رسد رقمی که موریه بر اساس دست نوشته‌ای نقل می‌کند که پیش از سفر او به ایران تهیه شده بود، بیش از واقعیت باشد<sup>۳</sup>.

قطع نظر از تعداد آسیاهای بی‌گمان تنها مایه‌ی کاربرد آن تا قرن بیستم م/ چهاردهم ه در ایران رایج بوده است، آسیای آمی است. امیرکیر در نیمة اول قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه برای بهبود صنعت نساجی در ایران تصمیم گرفت ماشین‌هایی را از ایرلند به ایران بیاورد، چرا که بنا بر اطلاعاتی که در دست داشت، ایرلند تنها جایی بود که به جای بخار، از آب به عنوان قوه محرکه صنعت نساجی استفاده می‌کرد (آدمیت، ص ۳۹۰) و تمامی شهرهای ایران در آن زمان از انرژی آب که آسیاهای

\* معادل sic در لاتین به معنای "اینچنین" یا "مبینطور": قیدی است که معمولاً بین پرانتز و بعد از نقل قولی آورده می‌شود و منظور آن است که "نظر نویسنده عیناً نقل می‌شود، با این که عجیب به نظر می‌رسد" (م). ۱. به عنوان مقایسه، قابل ذکر است که به استاد نوشته ویان، فرانسه قرن هفدهم م/ یازدهم ه ۸۰،۰۰۰ آسیای آمی (Lema Moulines, p.9) و حدود ۲۰ میلیون نفر جمعیت داشته است (Soboul, p.142).

۲. سقوط امپراتوری صفوی، جنگ داخلی، حملات عثمانی، روس و افغان همگی منجر به کاهش جمعیت شهری شد. جمعیت اصفهان که در زمان سفر شاردن به ۶۰۰،۰۰۰ نفر بالغ می‌شد، در قرن هیجدهم م/ دوازدهم ه به چنددهزار نفر تقلیل یافته بود. مبنیتور، جمعیت تبریز که از ۵۵۰،۰۰۰ نفر به ۳۰،۰۰۰ نفر رسید. بنا بر تحقیقات پژوهشگران شوروی، به طور کلی شهرهای اصلی ایران، مانند شیراز، اصفهان، یزد، قزوین و تبریز، دو سوم جمعیت خود را از دست دادند (Isavi.1971, pp.161-162).

۳. روتا در *La vita del Sofy* که در سال ۱۵۰۸ م/ ۹۱۴ ه در ونیز منتشر کرده است، نقل می‌کند که ارتش شاه اسماعیل (۱۵۰۲-۱۵۲۴ م/ ۹۰۸-۹۲۱ م) پس از تصرف هرات ۱۰۰،۰۰۰ سوار با اسب و تجهیزات کامل داشته است (نقل شده توسط شفر در یادداشت‌های درباره سفر ر. دومان، pp.272-274). البته هیچ اشاره‌ای به این نشه است که آیا شاه برای تأمین نیروی خود به آسیاداران متول شده بود یا خیر، اما این عدد می‌تواند برای تحقیق‌مان راه‌گشا باشد.

آبی را به حرکت در می آورد استفاده می کردند و توربین یا بخار نیازمند نگهداری و فنونی بود که مهیا نبود.

در میانه قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه اصفهان (بدون احتساب آسیاهای دستی و شخصی) ۶۸ آسیا داشت و در کل منطقه اصفهان ۱،۷۹۷ آسیا کار می کرد (اصفهانی، ص ۵۵). متأسفانه برآورد گستره و جمعیت این منطقه دشوار است، اما نکته مهم این است که آسیا آبی از روستا به شهر آمده و شهر کاملاً به آن متکی شده بود. کاشان نیز آسیاهای مختص به خود را داشت؛ دُبُر وین سیاح هلندی که در ۱۷۰۳ م/ ۱۱۱۵ ه به این شهر سفر کرده بود، تعداد آسیاهای ۱۲۰ و خانه‌ها را ۳،۰۰۰ برشمرده بود (De Bruyn.IV, p.67). اما در شیراز آرد روزانه شهر از حومه آن تأمین می شد؛ شاید به این علت که برخلاف اصفهان در خود شهر رودخانه‌ای وجود نداشت.

"هر روز ۷۰ قطر گندم را از شیراز به آسیاهای آبی واقع در حومه شهر حمل می کند. قطرها روزانه دو رفت و برگشت انجام می دهند، یکی صبح و دیگری بعدازظهر. هر قطر در هر مسیر ۶۰ من (۱۸۰ کیلو گرم) گندم حمل می کند و در کل، روزانه ۸،۴۰۰ من گندم از شهر حمل می شود." (Morier.1818, pp.111-112).

با نگاهی به دوران قبل از قرن هفدهم م/ یازدهم ه و حتی شانزدهم م/ دهم ه متوجه می شویم که آسیا آبی همواره عامل ضروری اقتصاد و تعداد آن نشانه‌ای از رونق یک شهر محسوب می شده است. این بطوره در قرن چهاردهم م/ هشتم ه مشهد را "شهری بزرگ و وسیع، با میوه، آب و آسیاهای فراوان" توصیف می کند (Ibn Battuta.II, p.312). شاردن نیز برای نشان دادن عظمت ری در دوران پیش از سفرش به این شهر، ترجمه‌ای از یک کتاب جغرافیای ایرانی را می آورد به این شرح:

"آمده است که در زمان خلیفه مهدی ڈوانیقی<sup>۱</sup> که در قرن نهم مسیحیت می زیست، شهر ری دارای محلات متعدد بوده است، که هر یک ۴۶ خیابان و هر خیابان ۴۰۰ خانه و ۱۰ مسجد داشتند. در این شهر همچنین ۶،۴۰۰ مدرسه، ۱۶،۶۰۰ حمام، ۱۵،۰۰۰ مناره، ۱۲،۰۰۰ آسیا، ۱۷۰۰ نهر و ۱۳،۰۰۰ کاروانسرا وجود داشته است." (Chardin.I, p.208).

این تصویر از ری، حتی اگر متأثر از افسانه نیز بوده باشد رابطه مستقیمی را نشان می دهد که میان تعداد آسیا و رونق شهر وجود داشته است. مستوفی نیز در کتاب جغرافیای خود، نزهت القلوب، شهر هرات را با همین ویژگی‌ها توصیف می کند: "در

۱. بنا بر قول ابن اسفندیار، ڈوانیقی لقب خلیفه منصور (قرن هشتم م/ دوم ه) و مهدی جانشین او بوده است (ابن اسفندیار، ص ۱۶۹).

هرات در حین حکومت ملکان غور<sup>۱</sup> ۱۲،۰۰۰ دکان آبادان بوده و ۶،۰۰۰ حمام<sup>۲</sup> کاروانسرا و طاحونه<sup>۳</sup>. (مستوفی، ص ۱۸۷).

هنگام سفر ابن رُسته در قرن نهم م/سوم هایالات وابسته به این شهر شامل "روستاهای کوچک و بزرگی بود. از جمله روستاهای کوچک ۴۷ آبادی را می‌توان برشمرد که هر یک ۱۰ تا ۲۰ نفر جمعیت و ۳۲۴ آسیا داشتند." (Ibn Rusteh, p.20).

متاسفانه ابن رُسته مشخص نکرده است که این ۳۲۴ آسیا در بین چند روستا توزیع شده بودند، چنانکه مستوفی نیز توضیح نداده است آیا آمارش تنها شهر هرات را شامل می‌شود یا حومه آن را نیز دربرمی‌گیرد. به این ترتیب، دشوار و حتی ناممکن می‌نماید که بتوان از این تخمین‌ها نتیجه‌ای درخصوص گستره استفاده و ساخت آسیاهای سرانه هر روستا در قرن‌های اولیه تسخیر ایران به دست اعراب به دست آورد.

در قرن دهم م/چهارم ه، در قلم ۵۱ آسیا وجود داشته که ۳۹ باب آن فعال بوده است (تاریخ قم، صص ۵۲-۵۳). دو باب از این آسیاهای در پایان قرن نهم م/سوم ه و مقارن با تاریخ تحریر نسخه اصلی تاریخ قم احداث شده بود (همانجا). اما نام بعضی از آسیاهای که مغرب نشده است، نشان‌دهنده منشأ ساسانی آن‌هاست. به این ترتیب، قم که شهری مربوط به دوران اسلامی است و از به هم پیوستن روستاهای پیش از اسلام بنا شده است، در حین گسترش خود آسیاهای جدیدی نیز بنا کرده است و این نیز به خوبی اهمیت آسیای آبی را به مثابه منبع تولید انرژی در سده‌های میانی نشان می‌دهد. با ارزیابی از میزان نفوذ این مجموعه فنی در مناطق دورافتاده و بی‌بهره از منابع آبی، بیشتر به اهمیت آن پی می‌بریم. ابن حوقل که در قرن دهم م/چهارم ه کویر خشک مرکز ایران را درنوردید، روستایی را توصیف می‌کند که دارای ۲۰ خانه و

۱. غوریان: نام سلسله‌ای که در غور (در شرق ایران و افغانستان امروزی) در قرن دوازدهم م/ششم ه حکومتی مستقل داشتند (EI).

۲. بنا بر تخمین باستانی پاریزی می‌توان به ازای هر حمام یک آسیا منظور داشت (باستانی پاریزی، ۱۳۶۴، ص ۳۱) و به این ترتیب تعداد آسیاهای هرات بین قرن دهم م/چهارم ه و دوازدهم م/ششم ه حدود ۲۰۰۰ بوده است. چنان که دیدیم در کاشان قرن هفدهم م/یازدهم ه ۱۲۰ هم و همان تعداد آسیا وجود داشته است که این تا حدودی تخمین باستانی پاریزی را تأیید می‌کند.

★ طاحون و طاحونه: آسیا، آس آب (معین). (م)

آسیایی است که با آب جاری کار می‌کند (Ibn Hawqal, p.145); حضور آب به تنهایی به ایجاد آسیا می‌انجامد.

در سایر مناطق که آب فراوان و شرایط مادی و جغرافیایی مناسب مهیاست، آسیاهای نیز به تعداد زیاد و همگی در امتداد یک منبع آب جاری بنا شده‌اند. حدودالعالم که قدیمی‌ترین اثر جغرافیایی موجود فارسی است، یکی از این مجموعه آسیاهای را که در قرن دهم م/ چهارم هو در استان کرمان بنا شده بود، توصیف می‌کند: "جیرفت شهری است نیم فرسنگ در نیم فرسنگ و جایی آبادان است و بسیار نعمت و ایشان را رودی است تیز همی رود باتگ کنان و آب وی چندان است کی ۶۰ آسیا بگرداند." (حدودالعالم، ص ۱۲۴). البته این ارقام را طبق معمول باید با احتیاط پذیرفت چرا که در همان دوره و همان ناحیه، استخراج ۲۰ آسیا (Istaxri, p.79) و ابن حوقل ۵۰ آسیا (Ibn Hawqal, pp.305-306) گزارش کرده‌اند\*. در نیشابور، ۴۰ آسیا بر سینه کوهستانی در ۲ فرسنگی شهر بنا شده بود. جریان آب چندان سریع بوده است که در زمانی که یک کیسه آرد دوخته می‌شده، یک خروار (۳۰۰ کیلوگرم) آرد آسیا می‌شده است (مستوفی، ص ۱۸۲). در عهد صفوی در فین (کاشان) "در یک خانه اعیانی چشم‌های هست که گویا در زمان شاه سلیمان (۱۶۹۴-۱۶۶۷م/۱۱۰۶-۱۰۷۷ه) ساخته شده است و آب آن از کوهی بلند سرچشمه می‌گیرد و از طریق ۲۷ آسیا که در زمان شاه عباس (۱۶۲۹-۱۵۷۱م/۱۰۳۸-۹۷۸ه) ساخته شده‌اند به کاشان می‌رسد." (De Bruyn.IV, pp.67-68).

در قرن نوزدهم م/ سیزدهم هبر روی همین مسیر آب که (احتمالاً به نام سلیمان) سلیمانیه نامیده می‌شده ۳۶ آسیا به کار مشغول بوده‌اند (ضرابی، ص ۵۴).

این قبیل مجتمع‌ها را ترجیحاً در نزدیکی شهرهایی بنا می‌کردند که مصرف آرد ساکنان آن زیاد بوده است. چنین سیستمی ضرورتاً نیازمند جریان تند و شب‌دار آب نیست، و بعضاً می‌تواند از حجم آبی که پشت یک سد جمع شده است استفاده کند: نمونه بارز آن، استفاده‌ای است که در قرن چهارم م از بلهای شوستر می‌گردد. باستانی پاریزی به اتكای تحقیقات اقتداری این فرضیه را پیش می‌کشد که ۱۶ آسیای شوستر مربوط به دوران ساسانی‌اند و الگوی ساخت رشته آسیاهایی بوده‌اند که در قرن چهارم م در آرل (Arles) در شب کوه بنا شده‌اند (باستانی پاریزی، ۱۳۶۴).

\* منظور میزان آبدمی رود است و نه تعداد آسیاهای مثلاً می‌گویند فلان قنات ۱۰ سنگ آب دارد، یعنی ۱۸ لیتر در ثانیه آب در آن جریان می‌یابد. سنگ به معنی واحد آبدمی مخفف سنگ آسیاست. (و)

ص ۳۰۳). اما به نظر می‌رسد که تاریخ احداث آسیاهای پیش از ساخت پل بوده باشد: گرات وان روگن که پیش از این نیز به مأموریت علمی او در اوایل قرن بیستم / چهاردهم هدر ایران اشاره کردیم، می‌نویسد:

”در حال حاضر پل شوستر در طرف جنوب رودخانه دارای ۲۸ دهنه است و در طرف شمال ۷ دهنه دارد. قسمتی که در بستر رودخانه ناپایدید شده است برابر ۵ دهنه است. این پل می‌بایست در کل ۴۰ دهنه یا بیشتر داشته باشد. بین آخرین دهنه شمالی و فضای خالی، بدنۀ حجیمی قرار دارد که شامل چند تونل و یک دهنه می‌شود که بخشی از آن را ساخته و پر کرده‌اند. این مجزاها تمام عرض بنا را طی می‌کنند و محل عبور آب چندین آسیاهای هستند که در پایین دست پل واقع بوده‌اند و امروزه ویرانه‌های آن‌ها نمایان است. احتمالاً این قسمت از پل جایگزین چندین دهنه اولیه آن شده است و دلیل این ادعایم این است که مشاهده می‌کنیم این قسمت بنا آجری است در حالی که بدنۀ اصلی پل را با بلوك‌های سنگ سیاه ساخته‌اند. این نکته همچنین نشان می‌دهد که پل را در این نقطه به خاطر آسیاهای کاملاً تغییر داده‌اند و با این کار نه تنها هدف اولیه سد فدا شده است، بلکه در زمان‌های طغیان رودخانه، به علت افزایش سطح مواجهه با نیروی آب، خود پل نیز به خطر افتاده است.“ (Graat Van Roggen, p.10).

این آسیاهای نیز همچون آسیاهای سد دیگر شوستر، به نام بند گرگر، در دوران اسلامی بنا شده‌اند (همان‌جا، ص ۱۶). در قرن دهم م/چهارم ه، عَضْدُ الدُّولَة در سی کیلومتری شرق پایتخت خود، شیراز، بر رودخانه گر همین نوع مجتمع چند کاربردی (بند امیر) را شامل پل، سد، چرخ آبی و آسیا، احداث کرده بود. این آسیاهای را فرصت شیرازی (۱۹۲۱-۱۸۵۵ م/۱۲۷۲-۱۳۴۰ ه) تشریح کرده است:

”و این آسیاهای به وضعی غریب‌اند، مثلاً در یک عمارت، دو سنگ، سه سنگ و چهار سنگ بیشتر کار گذاشت‌اند، و از یک چشمۀ آب یا بیشتر متحرک‌اند.

از جمله در یک جایی هفت سنگ آسیا در کار است که آن‌ها به ذوزرهم واقع شده‌اند، یعنی به ردیف نیستند، بلکه چون حلقه، گردانگرد همانند، و از یک سمت عمارتی که سنگ‌های مذکوره در آن نصب است آب از رودخانه داخل می‌شود و به طوری می‌باشد که همه آن آسیاهای گردش می‌نمایند، و آب از زیر پره هر سنگی، از اطراف آن عمارت

۱. این گونه رشته آسیاهای در خاورمیانه وجود داشته، متنه تعداد آسیاهای به دو یا سه محدود بوده است. با این حال از روی نام بعضی مناطق، مثل شواه نهنت (Sheva' Tahanot) به معنی ۷ آسیا“ یا اسر نهنت (Esser Tahanot) به معنی ۱۰ آسیا“ (در اسرائیل کنونی)، می‌توان نتیجه گرفت که تعداد بیشتری نیز وجود داشته است. آویتسور بر آن است که این سیستم قطعاً در قرون‌های پنجم و ششم م به کار گرفته شده است، یعنی یک تا دو قرن بعد از آشنایی با آسیای توره‌ای (Avitsur, pp.X-XIV 1960).

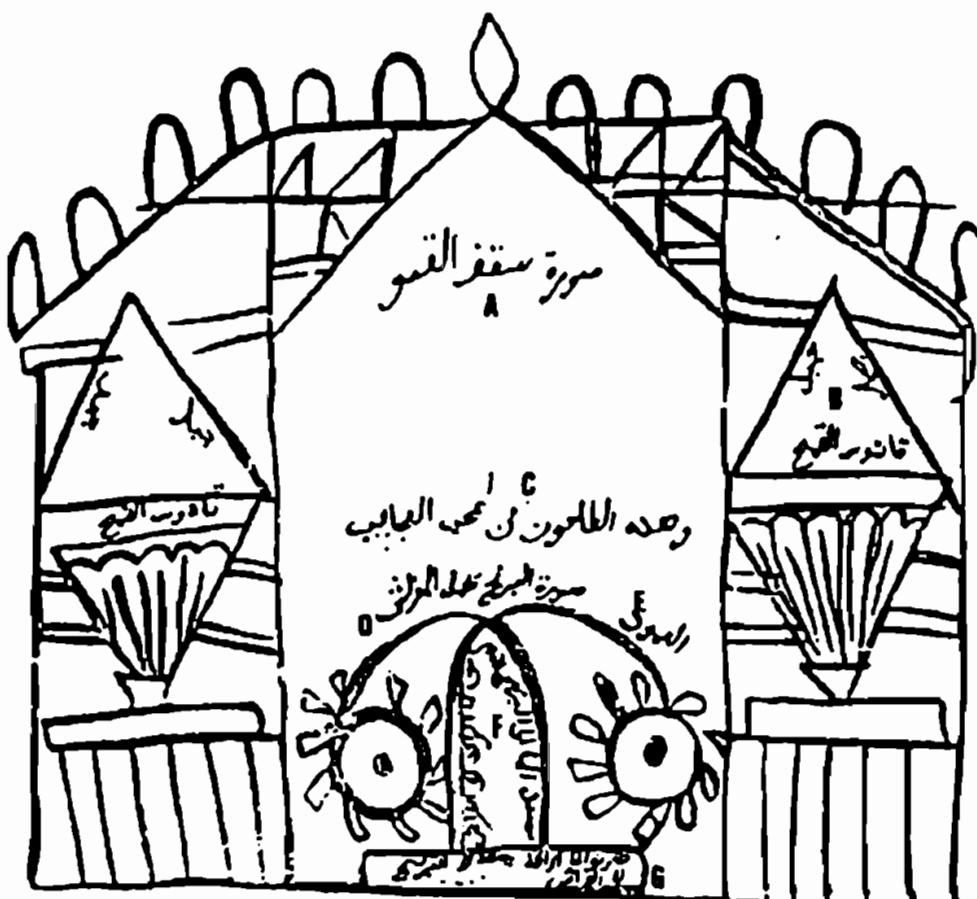
مدور، شعبه‌شube، خارج می‌شود و فرومی‌ریزد، بسیار تماشا دارد، و آن عمارت که در آن سنگ‌هاست با شعبه‌های آب که از اطراف خارج می‌شود خبلی شیه است به چرخی که در آتش‌بازی می‌سازند که از جوانش آتش‌فشاری می‌کند.“ (نقل از باستانی پاریزی، ۱۳۶۴، ص ۴۴۹؛ بلوکباشی، ص ۳۷۴).

در اینجا علاوه بر آن که آسیاها به صورت پشت‌سرهم ساخته شده‌اند، چندین سنگ نیز در یک عمارت نصب شده است. این نوآوری که قطعاً مربوط به سده‌های میانه و پس از دوره ساسانی است، در دوران‌های بعد نیز حضور دارد (باستانی پاریزی، همانجا). شاردن در اصفهان به نمونه‌ای برخورده که یک چرخ چهار سنگ را می‌گردانده است (Chardin.III, p.72)؛ دمشقی نیز در قرن سیزدهم م/ هفتمن هدر مرند (آذربایجان) آسیایی با دو جفت سنگ دیده است. او در تکمیل شرحی که از این آسیا می‌دهد طرحی را نیز ترسیم کرده است که اولین نمونه تصاویری است که از آسیاهای آبی در ایران سده‌های میانی در دست است (شکل ۱۰). آنچه را که سبب ویژگی این آسیا می‌شود در شکل می‌توان دید: اول این که در این آسیا سنگ زیر می‌چرخد و سنگ رو ساکن است، دو دیگر این که حرکت چرخ‌ها دائمی است چرا که آب به مقدار ثابت در حوضچه‌ای ذخیره شده است و از طریق یک سازوکار مکشی به بالا کشیده می‌شود و دوباره روی چرخ‌ها می‌ریزد (Dimaqi, pp.187-188). البته جغرافی دان چون نتوانسته است منبع آب را بیابد خود را به دست تخیلات سپرده و متقاعد شده است که این نمونه‌ای از حرکت دائمی است اعجیب این که در همان دوره‌ای که دمشقی به ایران سفر کرده بود، آسیایی از همین نوع در چین به کار مشغول بوده است. بنا بر داستانی تخیلی که نویسنده ناشناس هفت کشور در قرن سیزدهم م/ هفتمن هنگل می‌کند، این سینا از طرف شاه وقت مأمور می‌شود به چین برود و نحوه کار کرد آسیایی را که به طور دائمی حرکت می‌کرده است کشف کند. در این آسیا دو حوضچه قرار داشته که آب یکی به دیگری می‌ریخته و آب دومی دوباره به اولی باز می‌گشته است و این حرکت دائمی آسیا را بی‌وقفه در چرخش نگاه می‌داشته است. و در این افسانه آمده است که این سینا موفق به کشف این راز نشد... (هفت کشور، ص ۵۳).

در اینجا رشته بحث را لحظه‌ای رها می‌کنیم: سیاحانی که ما گرازش‌هایشان را مبنای کار خود قرار داده‌ایم تنها وقتی به تشریع یک آسیا پرداخته‌اند که ویژگی بارزی در آن یافته و توانسته‌اند از آن طریق بر جاذبه شرح سفر خود بیفزایند. آسیا می‌باشد واقعاً از خصوصیت خارق‌العاده‌ای برخوردار باشد که در سفرنامه‌ای شایسته نقل افتد، چرا که در سده‌های میانی آسیا پدیده‌ای بسیار رایج و معمولی بوده است. سفرنامه‌ها به ندرت به شرح

آسیاهای پرداخته‌اند که با نیروی حیوان حرکت می‌کرده‌اند، اما چندین سیاح به سه آسیای آرد در سرخس اشاره کرده‌اند که در وقت کم‌آمدی با شتر حرکت می‌کرده است (Ibn Hawqal.II, p.430؛ Idrisi.I, p.451؛ Yâqut, p.308).

با این حال، لازم به ذکر است که آسیاهایی که از حیوانات به عنوان نیروی محرك استفاده می‌کردند کاملاً رایج بوده‌اند. تنگ‌کوش (راهنمای نجوم که پیش از این نیز از آن نقل کردیم) حاوی طرحی از یک خرآس است (تنگ‌کوش، ص ۱۰۴).



شکل ۱۰ - آسیای دوچرخه مرند، "حرکت دائمی" (قرن سیزدهم م / هفتم ه) (Dimaqi).

- F- آب از مخزن آب ساکن در مجاري بالامي آيد، چرخها را می‌گرداند و به مخزن بازمي گردد (حرکت دائمي)
- G- ترتيب فرار گرفتن حوضچه آب ساکن که در مجاري بالامي آيد و بر چرخها فرومی‌ريزد.

- A- شکل تاق مخزن آب
- B- دول گندم
- C- اين آسيا شگفتانگيز ترین شگفتني هاست
- D- ترتيب فرار گرفتن ادوات انتقال آب به چرخها
- E- ستون

این طرح تنها نمایی است که از این نوع آسیای سده‌های میانی بر جای مانده است (شکل ۱۱). این آسیا از نوعی منحصر به فرد است و شاید به همین دلیل نیز تصویر شده است: به نظر می‌رسد که دول غله آن نقش سنگ نری را دارد که بر روی سنگ مخروطی شکل ثابتی شبیه به یک قیف وارونه نصب شده است. هر دو سنگ روی کاسه مدوری قرار دارند که کناره‌های آن برای برداشتن آرد از زیر سنگ ثابت بیرون آمده است. از شکل چنین بر می‌آید که این آسیا با آسیاهای قرن شانزدهم م/دهم ه که با نیروی حیوان حرکت می‌کردند تفاوت دارد. به استناد شرح مختصراً که دست‌نوشته فارسی ۷۲۷ داده است، ترکیب آن آسیاهای بیشتر به آسیاهای آبی سنتی نزدیک است تا به این خرآس سده‌های میانی. این آسیا بیشتر در زمرة آسیاهای رومی دومخروطه (مانند ساعت شنی) قرار دارد و کشف آن نشان‌دهنده دامنه نفوذی است که داشته است (هر چند که مخروطهای این آسیا به جای آن که به شکل مقعر به هم وصل شده باشند، محدب‌اند).

در قرن نوزدهم م/سیزدهم ه علاوه بر آسیاهایی که با انرژی آبی حرکت می‌کردند سه نوع آسیای دیگر مورد استفاده بوده است: آسیاهایی که با نیروی حیوان، با دست یا با پا می‌گردیدند. اما چنان که تحویل‌دار در کتابی که درباره جغرافیای اصفهان نوشته، استفاده از آن حدائق در شهرها محدود بوده است:

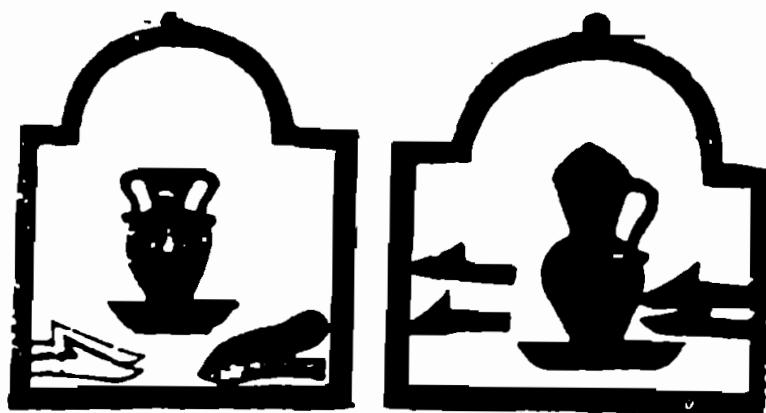
«آسیاب‌های بسیار در این شهر [اصفهان] دارد، هم آبی، و هم شتری، و هم قاطری، و هم دستی، و هم پایی - که با دست و پای انسان گردش می‌نماید. اول آن‌هایی که آبی است؛ مادی‌ها و نهرهای عدیده از رودخانه جدا می‌شود و از محلات شهر می‌گذرد که آب رودخانه بی‌حساب مسر می‌آید، آن‌ها مدام به گردش است و چهار ماه دیگر که آب به نوبه دونیش گردش می‌نماید آن طواحين هم تابع گردش آب است، گاهی لنگ و گاهی در کار.

آن‌ها که قاطری و شتری است از قدیم مخصوص خشک‌سالی و تنگ‌آبی سه چهار ماهه تابستان. آن‌هایی که دستی و پایی است. در زمان سابق اهل این شهر به کرات صدمات گرانی و محاصره و اغتشاش کشیده‌اند، اغلب خانه‌ها آسیاب‌های دستی و پایی درست کرده‌اند که در نامنی‌ها دست آس می‌نمایند که حاجت بیرون رفتن به هم نرسانند." (به نقل از باستانی پاریزی. ۱۳۶۴، ص ۴۰۲).<sup>۱</sup>

۱. شاردن نیز نوشته است که در اصفهان آسیای بادی وجود نداشت و آسیاهای ایران "آبی، دستی، یا حیوانی" بوده است (Chardin.III, p.67).

بنا بر قول رضا اصفهانی، که هم عصر این جغرافی دان بوده است، آسیای پایی از نظر اندازه و میزان تولید بین آسیای دستی و آسیاهایی که نیروی حرکة دیگر دارند قرار داشته است (اصفهانی، صص ۵۴-۵۵). سازوکار و سیستم چرخ‌دندوهای این آسیا که اول بار در این دو منبع قرن نوزدهم م/سیزدهم ه به آن برخورد کرده‌ایم، برای ما ناشناخته است؛ و این در حالی است که می‌دانیم در آسیاهایی که با نیروی حیوانات می‌گشته‌اند از چرخ‌دندوهایی استفاده می‌شده که به ازای هر دور گردش حیوان، هشت تا نه دور چرخ آسیا را می‌گردانده‌اند (همان‌جا). احتمال دارد در آسیای پایی نیز سازوکاری مشابه به کار گرفته شده باشد و نیروی حرکة آن را غلامان خانگی تأمین می‌کرده‌اند.

در قرن نوزدهم م/سیزدهم ه گونه دیگری از آسیاهای در فارس وجود داشته که با انرژی انسان حرکت می‌کرده است.



### د هجده باره د فسم از برج سنبله

بایه میں مر جمیعت خراسی کندم دجو دشلائی ن آند بکند کھستی ده گلند  
با جهیا خلخان ان ستو ره سپلاده که اسکه کو اند عین سعی سکھیا پات  
و در آن شش طورات کر ده تابت، کئن معهودت نوزه ده نخنخو که  
او بکشند شش طورات کر ده تابت، کئن معهودت نوزه ده نخنخو که  
او بکشند شش طورات کر ده تابت، کئن معهودت نوزه ده نخنخو که



شکل ۱۱ - خرآس (قرن یازدهم م / پنجم ه یا دوازدهم م / ششم ه). (نگ کروشا)

"شکل این وسیله یادآور آسیاهای رومی است و از دو سنگ مخروطی تشکیل شده است که بر روی هم سوار شده‌اند. صدای جیرجیر سایش سنگ‌ها که برای یک اروپایی غیرقابل تحمل است، قطعاً به گوش آیلیانی"‌ها بسیار خوش‌آهنگ می‌آید و افراد می‌کار و شوخ‌چشم ایل را از پرسه‌زدن بر گرد زیبارویان آسیابان باز نمی‌دارد." (Dieulafoy, 1990a, p.120).

عشایر یاد شده احتمالاً ستی هزارساله را حفظ کرده و هرگز از نیروی حیوان برای آردکردن غله استفاده نمی‌کرده‌اند (این آسیا از نوع دومخروطه‌ای است که در زیر خاکسترها پومپنی کشف شده است). به استناد نظر موریتس از آسیای دومخروطه پیش از آسیایی که با نیروی حیوان می‌گشته، استفاده می‌کرده‌اند (Moritz, p.59). به هر تقدیر، بازده آسیایی که با انرژی عضلاتی می‌چرخد، آن قدر کم بوده است که چنان که جغرافی دان اصفهان نیز نقل می‌کند، جز برای جبران کاستی‌های آسیای آبی به کار نمی‌رفته است. با این حال میان فراوانی آب و نبود این نوع آسیا (یا بر عکس آن) همیشه هم ارتباطی علی وجود ندارد: در اوایل قرن دوازدهم م/ششم ه ساکنان خُلار (فارس) که شهرستان مرکز تولید سنگ آسیا در فارس بود، در نتیجه کمبود آب، گندم خود را در روستای دیگری آسیا می‌کردند (ابن بلخی، ص ۱۴۴). این عوامل همگی باعث می‌شود که تعداد آسیاهایی که با انرژی آلی می‌چرخند قلیل بماند و فقدان این نوع از آسیا در منابع مورد مطالعه ما را توضیح می‌دهد.

حال می‌پردازیم به آسیای بادی که گونه نادرتری است، چون استفاده از آن محدود بوده است به شرق ایران (سیستان و جنوب خراسان) که باد قادر به چرخاندن پره‌های آسیا هست.<sup>۱</sup> نتیجتاً در منابع بسیاری به آسیای بادی اشاره شده است اما این علاقه‌مندان تشریع درستی از آن ارائه نکرده‌اند.

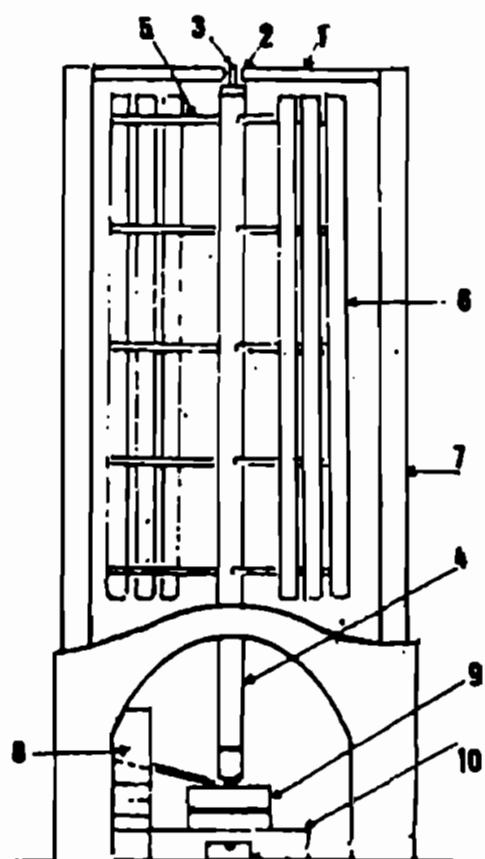
آسیای بادی هشت پره دارد که به وسیله بازوها بیش از شش متر درازا دارد متصل شده‌اند (شکل ۱۲). یک سر این محور که به آن تیرپل می‌گویند، به وسیله یک میخ به سنگ چرخان آسیا که در طبقه زیرین قرار دارد وصل

۱. در تابستان باد "صدویست روزه" از شمال، یعنی استپ‌های قزل‌قوم (ترکمنستان) به جنوب، سیستان، می‌وزد (Wulff, p.284 و Mazâheri, 1951, p.278). سیاحان، از مشهد و هرات (در خراسان) تا هند، به آسیاهای بادی ای بر می‌خورند که هشت پره افقی داشتند (همان‌جا). ادربی (قرن دوازدهم م/ششم ه) می‌نویسد که در سیستان "بادهای شدیدی می‌وزد، به طوری که به واسطه این بادها آسیاهایی ساخته شده که با باد می‌گردد" (Idrisi, I, p.443). (همچنین ن. ک. Yâqut, p.110 و Istaxri, p.10). مجموعه این نقل قول‌ها در گردآوری Wiedemann, pp.218-219

است. سر دیگر محور در حفره‌ای (کلوسی) در یک تیر افقی به طول پنج متر (خرپل) که روی دو دیوار بر فراز سایشگاه (محل ساییدن غله) بنا شده است، قرار دارد. دیوار سومی نیز متصل به این دو دیوار وجود دارد که تنها یک راه ورودی (دروازه باد) برای باد باقی می‌گذارد (یحیایی، صص ۲۳۹-۲۳۶؛ Wulff, pp.286-287).

تعداد کل این آسیاها را نمی‌دانیم، اما در اوآخر قرن نوزدهم م/سیزدهم ه و اوایل قرن بیستم م/چهاردهم ه آسیاهای چند روستا و آبادی شمارش شده‌اند. هدین در سفری بین سیستان و خراسان به روستایی به نام میگون می‌رسد با ۸ آسیای بادی که از آن بین ۵ آسیا از کار افتاده‌اند (Hedin.II, p.147). ساکنان میگون فقط ۸۰ خانوار بودند و به استناد نوشته باستانی پاریزی باید نتیجه بگیریم که تعداد آسیاهای آن احتمالاً نشان‌دهنده این بوده است که غلات روستاهای اطراف نیز این‌جا سایده می‌شده است (باستانی پاریزی، ۱۳۶۴، ص ۲۳۹، پانوشت ۱). همین نکته را در مورد نه نیز می‌توان گفت؛ هدین تعداد خانه‌های نه را ۴۰۰، دکان‌های بازار را ۳۰ و آسیاهای بادی را ۷۵ گزارش می‌کند (Hedin.II, p.152). در گزارش پیت، خانه‌ها و آسیاهای بادی ۵۰ عدد هستند (Yate, p.72). او همچنین در فاصله چند کیلومتری نه حدود دوازده آسیا، در طبس<sup>۱</sup> یک ردیف آسیای ۳۰ یا ۴۰ تایی و در خواف نیز به تعدادی آسیا برخورده است که تعداد آن را مشخص نکرده است. (همان‌جا، صص ۷۳ و ۱۲۶ و ۱۳۱).

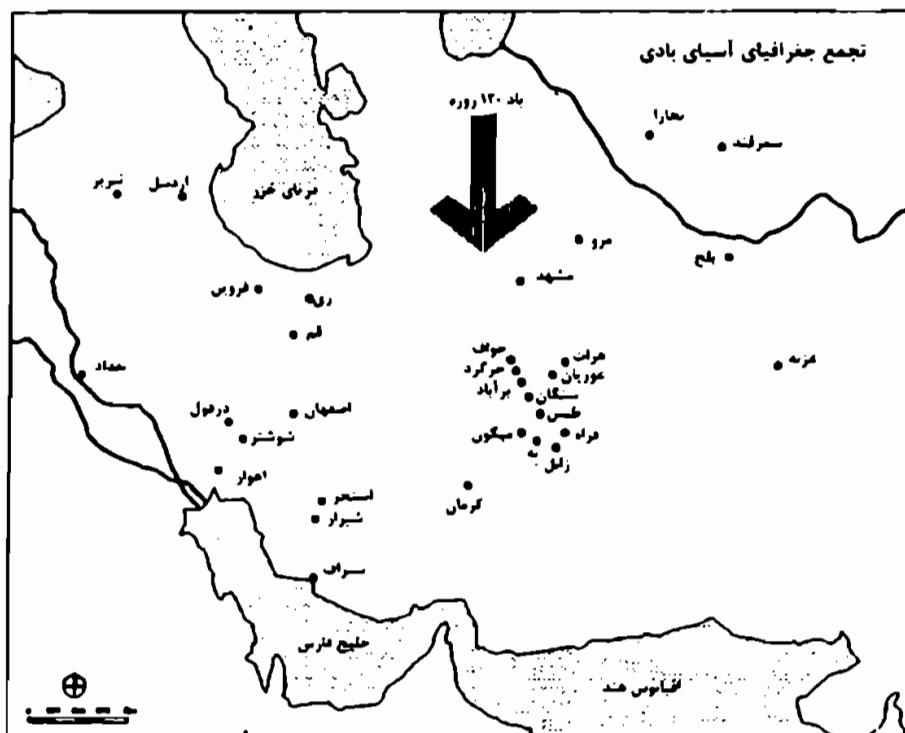
۱. فردیتان این روستا را که در شمال شرق نه و در نزدیکی مرز فعلی ایران و افغانستان واقع است با شهری به همین نام که در حاشیه کویر قرار دارد اشتباه گرفته و به این نتیجه رسیده است که آسیاهای تا حد این شهر به سمت غرب پراکنده بوده‌اند (Ferdinand, p.73).



شکل ۱۲ - آسیاهای بادی در سیستان (یحیائی).

۶. پره  
۷. سایشگاه  
۸. دول  
۹. چرخ آسیا  
۱۰. تاوره

۱. خربل  
۲. گلوسی  
۳. قندرک  
۴. تیرپل  
۵. بازو



نقشه شماره ۹ - تجمع جغرافیایی آسیاهای بادی

در حال حاضر در چندین روستا کماکان آسیاهای بادی یافت می‌شوند که عمرشان به چند قرن می‌رسد: در خوف، ۲۲ آسیای بادی وجود دارد که در دو ردیف ۱۱ تایی بنا شده‌اند؛ در خرگرد ۱۳ آسیا، در لاج ۳ آسیا، در رَبَّ آباد ۱۸ آسیا و همچنین در دیگر روستاهای (باستانی پاریزی، ۱۳۶۴، ص ۳۴۰). در زابل (سیستان) ۳ آسیای بادی از کارافتاده هست (Ferdinand, p.73). فردیناند ۱۳ آسیای بادی را که در غوریان (افغانستان، در غرب هرات) واقع‌اند وصف می‌کند. آسیاهایی که در فراه مشاهده کرده بود هنوز در حال کار بوده‌اند (همانجا، pp.72, 74).

این اطلاعات را بر روی نقشه شماره ۹ نشان داده‌ایم و چنان که مشاهده می‌شد، تمام این آسیاهای منطقه‌ای بین ایران و افغانستان جمع شده‌اند. در واقع علت این که این آسیاهای تنها در این منطقه ساخته شده‌اند وجود یک "گذرگاه بادخیز" است که از شمال به جنوب و به عرض تقریبی صد کیلومتر از این نقطه می‌گذرد.

بر اساس داده‌های پراکنده‌ای که در دست داریم، دشوار بتوان تعداد آسیاهای بادی فعل را در ایران برآورد کرد، اما می‌توانیم تخمینی بزنیم: با توجه به کویری بودن

منطقه و قلت جمعیت آن به نظر نمی‌رسد که تعداد آسیاهای از چندصد بیشتر بوده باشد.

با مشاهده این که آسیای بادی هیچگاه از این ناحیه فراتر نرفته است نتیجه می‌گیریم که سهم آسیای بادی در مجموع تامین منابع انرژی ایران بسیار محدود بوده است و آسیاهای آبی، هم از نظر تعداد و هم از نظر کارکرد، از آسیاهای بادی افزون‌تر بوده‌اند؛ آن هم در کشوری که آب چندان هم با گشاده‌دستی توزیع نشده است...

### اقتصاد آسیاب‌ها

احداث آسیاهای آبی بر روی نهرها و قنات‌ها نشان می‌دهد که از آب این آبراه‌ها، پیش از آن که نیروشان در مزارع از دست برود، به عنوان منبع انرژی استفاده می‌کردند. از زمان ساسانی نیز بر روی این نوع آبراه‌ها آسیابی آبی می‌ساختند که گاه برای مالک آب هم دست‌وپاگیر می‌شد. این امر سبب شد تا قوهٔ قانون‌گذاری ساسانی راه حل‌های حقوقی برای آن دست‌وپا کند. به این ترتیب بود که در "ماتیکان هزار داتستان" که مجموعه قوانین آن دوره را شامل می‌شد، برای حل و فصل اختلافات ناشی از وجود آسیاهای آبی بین مالکان آب و زمین، قوانینی گنجانده شد. برای مثال:

"هنگامی که شخصی با توافق صاحب نهر زیرزمینی یا *katas*<sup>1</sup> (آسیاب آبی‌ای) (آس آب) بر روی نهر می‌سازد و ساختمان آسیا (دار و درخت) مانع جريان آب (آب‌واره) می‌شود، مالک نهر نمی‌تواند آب لازم برای گردش آسیا را متوقف کند؛ اما قانوناً می‌تواند هر آنچه را به زیربنای آسیا متعلق است و در جريان آب واقع است، به مقدار لازم از آن دور کند." (Matikan.XLII, X+126).

البته در این جا صحبت از مالک نهر زیرزمینی یا *katas* است و از آن جا که احداث این نهرها محتاج سرمایه‌گذاری‌های هنگفتی است، مالک آن طبیعتاً باید بتواند از حق مالکیت خود برخوردار باشد. مورد مناقشه‌ای که "ماتیکان" به آن پرداخته است، موردی کاملاً مشخص است، چرا که ناظر بر عمل کسی است که با توافق صاحب قنات آسیابی بر روی نهر حاصل از قنات ساخته است. در جای دیگری از "ماتیکان" آمده است که "وقتی آسیابی آبی بر نهری که متعلق به کسی است و در

۱. این *katas*، یا به عبارت دقیق‌تر و بر اساس قرائت ز. ذ. موناس، *kat-kats* همان قنات‌ها هستند (Goblot.1979, p.20)

زمینی متعلق به کس دیگر احداث شده و در حال کار باشد، حق مالکیت نهر از بین نمی‌رود.“ (Matikan.XLII, X+125). حرفی از توافق میان مالکان مختلف نیست و به زعم بالسورا صاحب نهر می‌تواند هر وقت اراده کند آسیا را جمع کند (همان‌جا).

در دوره ساسانی، بین حق تصاحب یک زمین، یک آبراه و یک آسیا تمایز صریح برقرار است. اگر وصیت‌کننده، زمین را به کسی و نهر آب را به کس دیگری واگذار کند و آسیای آبی‌ای نیز احداث کرده باشد، آسیا به هیچ یک از دو وارث تعلق ندارد (Matikan.XLII, X+125). این نکته مؤید آن است که آسیای آبی از محدوده حقوقی خاص خود برخوردار است و احداث آن بر نهرهای خصوصی و زیرزمینی می‌تواند منشأ بروز اختلافاتی باشد.

اما ماتیکان درباره حقابهای که مالک آسیا ملزم به پرداخت آن بوده است، حاوی اطلاعاتی نیست. می‌دانیم که در دوره اسلامی مالیاتی که به آسیاهای تعلق می‌گیرد بر حسب آن که از آب قنات استفاده کند یا آب رودخانه، متفاوت بوده است. به استناد تاریخ قم، در بعضی ایالات آسیاهایی که در کنار رودخانه بناسده بود ۷۰ درهم<sup>۱</sup> و آن‌ها که دور از این منابع آب بودند و در نتیجه از آب قنات استفاده می‌کردند، ۲۵ درهم مالیات می‌پرداختند. مالیات آسیایی که از قنات استفاده می‌کرد، در پایان قرن دهم م/چهارم به ۱۲۵ درهم کاهش یافت (تاریخ قم، صص ۱۱۹-۱۲۰، Houtum-Schindler, p.71).

آسیایی که با آب قنات می‌گردد، کمتر از آن که با آب رودخانه می‌گردد مالیات می‌پردازد و این نشان می‌دهد که آب قنات (با توجه به سرمایه‌گذاری‌ای که لازمه احداث آن بوده است) از آب رودخانه گران‌تر بوده و بهای آب را آسیابان می‌پرداخته است. اما گاه نیز آب یک آبراه همواره به یک قیمت به فروش نمی‌رسید: هر چه از دهانه انشعباب اصلی دورتر می‌شویم، سرعت و نیروی آب نیز کمتر می‌شود. در نتیجه، آسیایی که نزدیک به دهانه نهر قرار دارد، نسبت به آسیاهای پایین‌دست از انرژی آبی بیشتری برخوردار است. به همین دلیل است که ابونصر هروی در موارد متعددی برای همان آبی که آسیاهای مختلف را می‌گرداند قیمت‌های متفاوتی را ذکر می‌کند. در منطقه آنجیل، آسیاهای بالادست ۵۰۰ دینار تبریز می‌پرداخته‌اند، در حالی که آسیاهای میانه رودخانه ۳۰۰ و آسیاهای پایین‌دست ۱۵۰ دینار می‌پرداخته‌اند

۱. بنا بر قول هوتوم-شیندلر (ص ۷۳) ۸,۰۰۰ دینار برابر ۴۵۰۰ لیره و در سال ۱۸۰۱م/۱۸۵۱درهم برابر ۵۸۸۲ دینار بوده است.

(ابونصر هروی، ص ۲۰). در منطقه خیابان، به نسبتی که آسیا از دهانه رود دور می شده ۳۰۰، ۱۵۰ و ۱۰۰ دینار تبریز می پرداخته است (همانجا، ص ۵۲).

مالیات را بر حسب مقدار آب مصرفی نیز محاسبه می کردند: به استناد طومار صفوی در اصفهان هر آسیا ۱،۰۰۰ دینار بابت یک سنگ آب پرداخت می کرد<sup>۱</sup> (Lambton.1938, p.670) اما در مواردی هم آب رایگان بود. مالک آب ضرورتاً مالک آسیا نبود و می توانست صاحب زمین باشد و اجازه دهد که آسیاهایی که در زمین های او احداث شده بود از آب این زمین ها استفاده کنند و این، بیش از آن که به قصد انتفاع (مثلًا اولویت داشتن در هنگام آسیا کردن) بوده باشد، به نیت نیکوکاری بوده است (bastani parizi. ۱۳۶۴، ص ۲۷۵) و این گونه بود که آسیابان وجهی بابت آب نمی پرداخت. بهره برداری رایگان از آب با نهاد اسلامی وقف<sup>۲</sup> مربوط است. سنگ نوشته های استرآباد که رایینو در اوایل قرن بیستم م/ چهاردهم ه به دقت از آنها سخن برداری کرده است، آشکار می کند که آب رودخانه ها و قنات ها در بسیاری موارد موقوفه بوده اند. در ۱۵۳۴م/ ۹۴۱ه یکی از اعیان شهر ۳ سنگ از ۱۸ و ربع سنگ آب رودخانه ای را در اختیار اهالی قرار داد (Rabino.1928, pp.51-52 استناد فارسی).

تصویبات مرتبط به تملیک قنات ها در ۱۵۵۲م/ ۹۶۰ه، ۱۶۲۳م/ ۱۰۴۳ه و ۱۶۴۵م/ ۱۰۵۵ه بعضًا آن ها را به اهالی واگذار و بعضًا نیز درآمد حاصل از آن را میان مؤسسات مذهبی تقسیم کرد (همانجا، صص ۲۹، ۳۸ و ۴۰).

در کاشان نیز در وقفا نامه ای که در ۱۴۷۲م/ ۸۱۷ه توسط حاکم شهر تنظیم شده است، مالکیت آب چندین قنات به مسجد جدید التأسیس شهر واگذار شده است (ضرابی، صص ۵۱-۵۰). به این ترتیب، در ایران شاهد همزیستی سه شکل مالکیت بر آبها هستیم: مالکیت حکام یا دولت؛ مالکیت خصوصی؛ و مالکیت دستگاه مذهبی که از طریق وقف اعمال می شود.

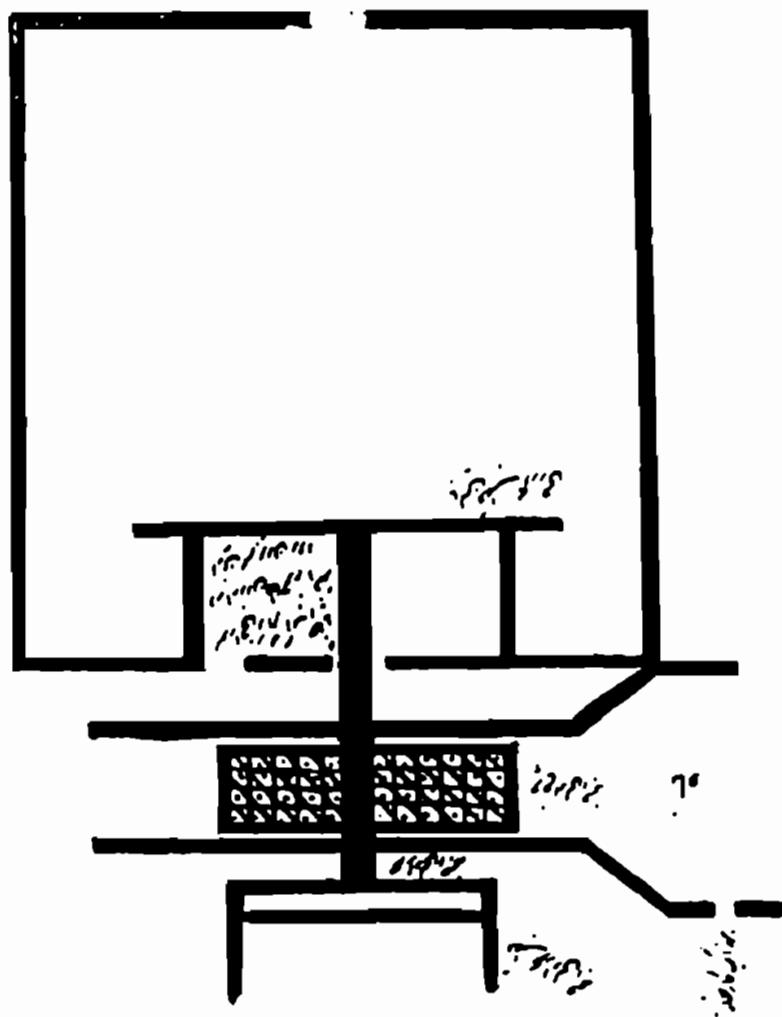
۱. در اصفهان یک سنگ معادل آبی است که برای آبیاری یک جریب (۱،۲۵۰ متر مربع) به مدت بک ساعت لازم است (Lambton.1938, p.408).

۲. موقوف علیه ها (کسانی که حق استفاده از موقوفه را دارند) "دو گونه اند: اشخاص، مانند اخلاق و اقف... در این صورت هدف از وقف این است که تداوم ملک را از گزند تقطیع بین وراث و حق دختران یا مصادره های دولتی در امان بدارند. گونه دیگر وقف، نهادهای حام المتفقه است؛ مانند مسجد، بیمارستان، مدرسه، پل، چشم، کاروانسرا و غیره. در این صورت وقف تقریباً معادل صدقانی است که مسجیبان به کلیا می دهند" (Cahen.1970a, p.110).

در خصوص مالکیت آسیاهای می‌توان از طریق بررسی نام اماکن اطلاعاتی به دست آورده. آسیاهای در ایران نام‌گذاری می‌شدند و این سنتی است که یقیناً به دوره ساسانیان مربوط می‌شود. آسیا گاه به نام یک شخص نامیده می‌شد (مانند آسیای عبدالله یا احمد)، اما گاه نیز نام خود را از روستایی که در مجاورت آن بود و یا روادخانه‌ای که در کنار آن ساخته شده بود می‌گرفت؛ مانند آسیای جوزق (روستا) یا شهرستان (روادخانه). در قم آسیای "مهراسفند" ظاهرآ به شخصی که با این نام در عصر ساسانی می‌زیسته تعلق داشته است و تمامی آسیاهای دیگری که بعد از سقوط ساسانیان در قم احداث شدند نیز بنا بر این سنت باستانی نام‌گذاری شده‌اند. همچنین آسیای مبارک آباد را که به دست شخصی به نام محمد بن حمزه در ۲۷۱ هجری / ۸۸۴ میلادی بنا شده است، به نام محل احداث آن نام‌گذاری کرده‌اند (تاریخ قم، صص ۵۶-۵۲).

در یزد نیز همین رویه اعمال می‌شد، اما در زمینه منشأ اسامی اندک تفاوت‌هایی وجود داشت: آسیایی که به دست یکی از ثروتمندان مسیحی بنا شده است، آسیای ترسا نامیده می‌شد (جعفری، ص ۱۵۰؛ کاتب، ص ۲۱۹) که به مذهب سازنده اشاره دارد. در لرستان نیز در اطراف خرم‌آباد به بازمانده‌های دو آسیا آسیور گوری می‌گویند (بلوکبashi، ص ۳۷۶) که یا اشاره به مذهب زرتشتی سازنده دارد (گوری یا گبری) و یا مربوط به دوران ساسانی می‌شده است، و صاحبان بعدی آن را چنین نام‌گذاری کرده‌اند تا خاستگاه آن در یادها بماند. حافظ اصفهانی آسیایی را (شکل ۱۳) که در پایان قرن پانزدهم م/نهم ساخت، به نام پیامبر، "محمدی" نامید (حافظ اصفهانی، ص ۱۳۸).

گاه نیز آسیای جدید التأسیس را نو (تاریخ قم، معان‌جا؛ کاتب، معان‌جا) و از آن پس آسیای قدیمی را کهنه می‌نامند (کاتب، معان‌جا). در سرتاسر ایران نمونه‌هایی از این گونه‌های مختلف نام‌گذاری یافت می‌شود.



شکل ۱۳ - آسیاهای آمی ساخته حافظ اصفهانی (قرن پانزدهم م/نهم ه).

تداوم نامگذاری آسیاهای ایران پس از ساسانی در عین این که سنتی ساسانی را تداوم می‌داده، تلویحاً گویای تداوم شکل مالکیت بر این ماشین‌ها نیز بوده است. نخستین شکل مالکیت، خصوصی بوده است. اعم از این که آسیا به نام شخص، بر اساس مذهب و یا منشاً او نامیده شود، مالکیت آن همواره از آن شخص باقی می‌ماند. اما اشکال دیگر مالکیت نیز وجود دارد. آسیاهای نیز، عیناً مانند آب، در اکثر موارد موقوفه‌اند و درآمد آن در اختیار مؤسسات عام‌المنفعه (مسجد، بیمارستان...) قرار

می‌گیرد. در قرن نهم م/ سوم ه و دهم م/ چهارم ه نیز این نظام برقرار بوده است. آسیا از ۵۱ آسیای قم جزوً موقوفه بوده‌اند، به این معنی که استفاده از آن بین مالک و مؤسسه موقوف علیه تقسیم می‌شده است (تاریخ قم، ص ۵۶).

اتابک ابوبکر بن سعد که در نیمة نخست قرن سیزدهم م/ هفتم ه در فارس حکومت می‌کرد، با احداث بناهای عمومی چون مدرسه، مسجد و بازارهایی در شیراز و اطراف آن، موجبات سپاس و قدردانی اتباع خود را فراهم آورد. مضاف بر این، به هر مؤسسه مزارع، باغات و آسیاهایی به عنوان منبع درآمد اعطای کرد (وصاف، ص ۹۲).

در دامغان (مرکز ایران) بر سنگ مقبره امامزاده‌ای نوشته‌ای هست که نشان می‌دهد در آغاز قرن پانزدهم م/ نهم ه شخص ناشناسی آب، زمین و مجموعه آسیا و زمین‌های متعلق به آن را وقف نگهداری از آن مقبره کرده است (طاهریا، ص ۱۲۵). در همین شهر به دو نمونه دیگر از آسیای موقوفه بر می‌خوریم که در قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه برای تحصیل طلبها و مدرسه ایشان وقف شده‌اند (همانجا، صص ۲۷-۲۸). در سال ۱۵۸۸ هـ/ ۹۹۷ م، دختر شاه طهماسب برای نگهداری از مقبره شاه عبدالعظیم در ری، مزرعه‌ای را به همراه متعلقاتش از جمله تفات‌ها و آسیاهای آمی، اعم از دائر یا معیوب، به متولیان آن وقف کرد (هدایتی، صص ۹۴-۹۳).

اما گاه نیز آسیا را به نیت افراد مستمند و نیازمند وقف می‌کردند: "در خارج اصفهان ساختمان‌های بزرگی وجود دارد. سپس مقبره اللئوردی خان، نورچشمی شاه عباس دوم، قرار دارد که محل بنیاد خیریه‌ای است که هدفش اطعام صد فقیر در روز است. هزینه‌های این بنیاد از محل درآمد حمام‌ها، آسیاهای و بازارهای اطراف مقبره تأمین می‌شود." (Chardin.III, p.75).

در این قبیل وقف‌نامه‌ها، آسیا به تنها ی هزینه‌های مؤسسه مربوطه را تأمین نمی‌کند و در واقع به عنوان بخشی از تجهیزات مزرعه و همراه آن وقف می‌شود. به همین دلیل است که وقف‌نامه دختر شاه طهماسب حتی به آسیاهای معیوب نیز اشاره می‌کند. با این حال، گاه نیز پیش می‌آید که آسیا را به منظوری مشخص وقف می‌کنند. مثلاً، ترخان خاتون، حاکم کرمان در قرن سیزدهم م/ هفتم ه، مشخص کرده است که آسیای موقوفه برای مرمت مقبره‌ای در فلان روستا وقف شده است (bastani ۱۳۶۴، ص ۲۷۷). وقف‌هایی که یک ملک و آسیای آن را شامل می‌شده "در اواخر سده‌های میانی گسترش چشمگیری یافت و روشنی بود برای این که از این نهادها در برابر نارسانی‌ها یا ولع دولت‌های در حال انحطاط حفاظت شود. در زمان

شاه عباس تعداد این مؤسسات کمتر بود و از محل بودجه دولتی اداره می‌شد.<sup>۱</sup> (Cahen.1970a, p.110) اظهارات کاهن درباره "ولع دولت"، به خصوص در ایران بسیار بجاست: در عهد مغول، در سال ۱۲۸۶ هجری / ۱۶۸۵ میلادی، در دوران حکومت آرغون خان، یک چهارم اراضی فارس همراه با قنات‌ها و آسیاهای آن به دست پسر پادشاه مصادره شد و اعتراضات صاحبان این اراضی هیچ حاصلی نداشت (وصاف، ص ۱۳۸). ظاهراً تغییر مالکیت اجباری اراضی، بر خلاف میل مالک اصلی، شامل ماشین‌ها و تأسیسات آبی نیز می‌شده است و از آنجا که با توجه به تغییرات دائمی حکومت در ایران، مصادره اراضی امری معمول بود، عواقب این فرازونشیب‌های قدرت دامن آسیاهای آبی را نیز می‌گرفته است. پرَن در قرن نوزدهم م/سیزدهم ه در بررسی‌ای که درباره درآمدهای ایران از دادوستد، حمام‌ها و آسیاهای آبی کرده است، چنین نتیجه می‌گیرد که "...منع این درآمدها پس از انفراض خاندان صوفی‌ها و خاندان کریم<sup>۲</sup> که با مصادره‌های بی‌شماری همراه بود، به طرز چشمگیری کاهش یافت." (Perrin.IV, p.131).

شاه یا دولت نیز می‌توانستند صاحب آسیا باشند. این که پادشاهی این قبیل ماشین‌ها را وقف کند نشان می‌دهد که یا قبلاً صاحب آن بوده یا آن را مصادره یا خریداری کرده است. در وقف‌نامه ترخان خاتون آمده است که او آسیای خود را به شکل قانونی از صاحب آن خریده است. شایان ذکر است که این وقف‌نامه در ضمن سه شکل مالکیت بر آسیاهای را در ایران نشان می‌دهد: خصوصی، شاهی و وقفی. همچنین، آسیا می‌توانست به کل یک جامعه روستایی تعلق داشته باشد یا این که می‌شد سهمی از آن به جامعه روستایی تعلق گیرد. در برخی روستاهای آسیای آبی و آسیابان نداشت، در هر محله چند آسیای دستی برای استفاده عموم اهالی در مکانی نصب می‌کردند (بلوکباشی، ص ۳۷۲). اگر هم بعدها روستاییان می‌توانستند آسیای آبی برای روستا تهیه کنند، شکل مالکیت آن جمعی بود.

شکل پنجمی نیز وجود داشت و آن مالکیت دولتی بود. عنوان آسیاب دیوانی در سرخس (مهندس، ص ۴۲) نشان‌دهنده مالکیت دیوان (دولت) بر این آسیاست<sup>۳</sup>. در

۱. سلسله صفوی (۱۷۲۲-۱۵۰۱ هجری / ۱۱۳۵-۹۰۷ میلادی) و سلسله زندیه (۱۷۹۴-۱۷۵۰ هجری / ۱۱۶۴-۱۲۰۹ میلادی).

۲. قبلاً دیدیم که بخشی از حقوق یک سرای در بخارا از طریق درآمد یک آسیای متعلق به دولت تأمین می‌شده است (ن.ک. فصل پنجم).

خصوص آسیاهای در واقع به همان تفاوت‌هایی بر می‌خوریم که در خصوص مالکیت اراضی دیدیم و همان شکل‌های حق مالکیت به این ماشین‌ها نیز منتقل می‌شود. شکل مالکیت یک آسیا می‌توانست مختلط و مرکب از اشکال متعدد حق مالکیت ارضی نیز باشد، چنان که یک مورد آن را در قم دیدیم. بنا بر گواهی ابن حوقل در قرن دهم م/ چهارم ه "در فارس آسیاهای متعلق به دولت‌اند" (Ibn Hawqal, p.298) احتمالاً این آسیاهای جزئی از اراضی متعلق به دولت یا پادشاه بوده است. اما بعيد به نظر می‌رسد که تمامی آسیاهای یک ایالت به دولت تعلق داشته باشد. در واقع نیز سفر ابن حوقل به فارس همزمان بود با اجرای مقررات جدیدی که عَضْدُ الدُّولَةِ برای بهبود دولت وضع کرده بود: مالیات‌های جدید وضع شد و آسیاهای ملزم به پرداخت عوارضی شدند که تا پیش از آن برقرار نبود<sup>۱</sup> (Ibn Meskawaih.VI, p.71).

این امر که آسیاهای در زمرة منابع مالی دولت به شمار می‌آمدند، بیانگر این واقعیت است که فعالیت پرونده‌ای داشته‌اند. با این حال، عَضْدُ الدُّولَةِ بی شک در مورد رونق آسیاهای به خط رفته بود، چرا که پس از او صاحب‌الدوله به محس رسیدن به قدرت، تحت فشار آسیابان‌ها و مالکان آسیا، این مالیات را لغو کرد (Ibn Meskawaih.VI, pp.71, 79). مالیات آسیاهای احتمالاً تا زمان سُلَيْمَان (۵۴۳-۶۸۶ م/ ۱۲۷۴-۱۴۸۱ ه) در فارس ملغی شده باقی مانده بودند، کما این که وصف نیز تأیید کرده است که تا پیش از فشار مالی مغول‌ها بر این سلسله محلی، آسیاهای مالیات نمی‌پرداختند. در اوایل قرن سیزدهم م/ هفتم ه، سُلَيْمَان مطیع ایلخانان مغول شدند. اما اتابک سعد بن زنگی (متوفی به سال ۱۲۷۴ م/ ۶۷۳ ه) که شاه مقندری نبود از آن‌جا که نمی‌توانست توقعات بی‌حد و حصر مغولان را برآورده کند، تصمیم گرفت که برای حیوانات باربر، منسوجات، قنات‌ها، چرخ‌های آبی و آسیاهای مالیات وضع کند (وصاف، صص ۹۴-۹۵).

۱. به احتمال زیاد اشاره جغرافی دان یاد شده به این مالیات‌های دولتی است. به خصوص که جمله خود را به این ترتیب به پایان می‌برد: "اجارة خانه‌هایی که در آن گلاب درست می‌کنند" نیز متعلق به دولت است، اما نه خود کارگاه‌ها. استخری نیز که پیش از ابن حوقل به فارس سفر کرده و سفرنامه خود را در ۹۵۱ م/ ۳۴۰ (۲ سال بعد از به تخت نشستن عَضْدُ الدُّولَةِ) به اتمام رسانده است، می‌نویسد آسیاهای آبی‌ای که در اطراف شیراز واقع‌اند به سلطان باج می‌بردارند" (Wiedemann, p.216).

به این ترتیب مشکل بتوان نصور کرد که در فاصله سفر این دو جغرافی دان، آسیاهای شیراز تغییر مالکیت داده باشد. به این ترتیب روایت این مسکوبیه درست‌تر است.

فایل این سطور وصف را در اثری به نام فارس‌نامه ناصری (تحریر سالهای ۹۵-۱۸۹۴م/۱۲۱۲-۱۳ه) نقل و اضافه کرده است که این عرف نامطبوع در زمان او نیز کماکان ادامه داشته است (فایل، ص ۲۱). این مالیات در آغاز قرن نوزدهم م/سیزدهم ه در تمام ایالت‌ها اخذ می‌شد و "بخشی از درآمدهای ایران از محل مالیات بر منازل، کاروانسراه، حمام‌ها، دکان‌ها، آسیاهای آبی، کارگاه‌ها و هرگونه کالای وارداتی و صادراتی بود" (Perrin, IV, p.131). این که آسیای آبی به مثابة موجودیتی مستقل و در کنار دیگر فعالیت‌های پیشه‌وری و تجاری، مشمول مالیات می‌شده است شاهدی است بر نقش فعالی که آسیا در تأمین هزینه‌های دولت در سده‌های میانی داشته است. نادرشاه (۱۷۳۶-۱۷۴۷م/۱۱۴۹-۱۱۶۰ه) نیز مانند عضله‌دوله در سیستم مالیاتی خود مالیاتی بر آسیاهای وضع کرد و مبلغ آن را از ۱،۶۹۰ دینار به ۳،۱۵۰ دینار افزایش داد. (اشرفیان، ص ۹۶). به این ترتیب، افزایش مالیات همواره شامل مالیات بر آسیا هم می‌شده است. این مالیات اجباری که آسیاهای آبی برای سواره‌نظام ایران می‌پرداختند مؤید آن است که از آسیاهای نیز مانند سایر اشکال مالکیت باج‌های بی‌حساب و کتاب گرفته می‌شده است.

درباره نسبت میان درآمد، بها، مالیات و اجاره آسیا تنها در قرن نوزدهم م/سیزدهم ه و در یک تاریخچه محلی شهر کاشان است که می‌توان داده‌هایی را یافت: مالیات یک آسیای آبی ۱۸ تومان<sup>۱</sup> و ارزش آن بین ۵۰۰ تا ۱،۰۰۰ تومان بوده است؛ ارزش ۱۰ آسیا بر روی هم ۷،۵۰۰ تومان بوده است. اجاره ۱۰ آسیا حدود ۷۰۰ تومان بوده (ضرابی، ص ۸۴) که می‌شود تقریباً ۷۰ تومان برای هر آسیا. در جای دیگری می‌خوانیم که بهای ۳۶ آسیا ۴۰،۰۰۰ تومان بوده و درآمد آن‌ها بر ۳،۵۰۰ تومان بالغ می‌شده است (ص ۷۹). به این ترتیب قیمت آسیا حول و حوش ۱،۰۰۰ تومان و درآمد آن حدود ۱۰۰ تومان بوده و نوسان آن از منطقه‌ای به منطقه دیگر خیلی زیاد نبوده است. اگر به این هزینه‌ها آب‌بها را نیز بیفزاییم مشاهده می‌کنیم که جز در مواردی که مالیات و هزینه آب را مالک آسیا تقبل می‌کرده یا حداقل در آن مشارکت داشته است، آسیا درآمد چندانی برای مستأجر آن نداشته است.

بازده آسیا، و در نتیجه، درآمد آن متغیر است و به نوع آسیا، مقدار آب موجود، هوشیاری آسیابان و عواملی مانند آنها بستگی دارد. ضرابی نمونه‌ای از یک آسیا را

<sup>۱</sup> در قرن نوزدهم م/سیزدهم ه، ۱ تومان = ۲۰ فرانک.

نقل می‌کند که در ۲۴ ساعت تقریباً ۶،۰۰۰ کیلوگرم آسیا می‌کرده است (ص ۸۹). همانطور که خود او نیز می‌گوید، آسیای یاد شده از قدرتی فوق العاده، تنوره‌ای نسبتاً بلند و چرخ‌دنده‌های خوبی برخوردار بوده است. در ڈرُق، روستایی در حوالی کرمان، نیز یک آسیای نمونه وجود داشته که در ۲،۰۰۰ کیلوگرم آسیا می‌کرده است (bastani paryzi ۱۳۶۴، ص ۲۸۰). آسیای اشکنَر یزد نیز که در قرن نوزدهم م/سیزدهم ساخته شده، ساعتی ۱۰۰ کیلوگرم آرد تولید می‌کرده است (افشار، ص ۱۴۱). این آسیاهای همگی از نوع تنوره‌ای‌اند و ارتفاع تنوره‌شان در حدود ۸ متر است. ولف می‌نویسد که در شیراز آسیایی با این ارتفاع تنوره وجود داشته که در موقع خشکسالی بین ۲/۵ تا ۴/۷ پیمانه<sup>\*</sup> در ساعت و در شرایط آب و هوایی مساعد ۵/۵ پیمانه آرد تولید می‌کرده است (Wulff, p.281). میانگین این مقدار تقریباً معادل ۱۰۰ کیلوگرم در ساعت یا حدود ۲،۵۰۰ کیلوگرم در ۲۴ ساعت است.

العر نیز در اوایل قرن بیستم م/چهاردهم همین را مشاهده کرده است: "برای آسیا کردن ۱۰ خروار (۳،۰۰۰ کیلوگرم) تقریباً ۲۴ ساعت وقت لازم است. خروار آرد گندم را ۸ قران (۴ فرانک) و خروار آرد جو را که پوست سخت‌تری دارد ۱۰ قران می‌فروشند." (Olmer, p.15). به این ترتیب، آسیایی از نوع پیش‌گفته می‌توانسته است در ۲۴ ساعت حدود ۲ تومان (۴۰ فرانک) درآمد داشته باشد و درآمد سالانه آن بالغ بر ۷۰۰ تومان بوده است. با توجه به ۱۰۰ تومان درآمدی که آسیایی کاشان داشته است، این آسیا یک نمونه استثنایی است. بر این ملاحظات باید افزود که آسیا در تمام سال کار نمی‌کند: آسیای ڈرُق ۳ ماه کار می‌کرده و تولید آسیای شیراز در تابستان کمتر بوده است. وقتی آب فراوان بود (مثلاً در فصل بهار) تقاضا چندان زیاد نبود و به همین سبب جارچیان در کوچه‌های شهر به راه می‌افتدند و نام آسیایی را که آب داشت و آماده کار بود جار می‌زدند. بر عکس وقتی آب کم بود می‌بایست منبع را پر می‌کرددند و به همین دلیل آسیا نمی‌توانست بیش از یک یا دو ساعت کار کند و در نتیجه جلوی آسیا صفت می‌بستند (bastani paryzi ۱۳۶۴، صص ۲۸۱-۲۸۲، پانوشت ۱). وضعیت آب مستقیماً بر دستمزد آسیابان تأثیر می‌گذشت: در فصل وفور آب، آسیابان از هر ۷۵ کیلوگرم آرد ۳ کیلوگرم برای خود بر می‌داشت (کنتره یا گستن) و در

★ واحدی که در قدیم برای اندازه‌گیری حجم اجسام جامد استفاده می‌شده است، حدوداً معادل ۱۰ تا ۱۲/۵ لیتر. (م)

فصل کم آبی ۴/۵ کیلوگرم یا بیش تر (همان‌جا). به این ترتیب اگر آسیا ۳۰،۰۰۰ کیلوگرم آرد تولید می‌کرد، ۱۲۰ کیلوگرم عاید خودش می‌شد که بازده خوبی بوده است.<sup>۱</sup> آسیای اشکندر یزد با تولید ۲،۵۰۰ کیلوگرم آرد در ۲۴ ساعت، درآمدی بالغ بر ۹۰ کیلوگرم داشت<sup>۲</sup> (همان‌جا، ص ۲۷۱؛ اشاره.I، ص ۱۴۱). اما در بلوچستان، آسیا "باید محصول چندان مداومی داشته باشد چون غالباً به دلیل نبود آب متوقف می‌ماند." (Pottiger.I, p.252).

درآمد آسیا بین آسیابان و مالک تقسیم می‌شود و از آن جا که "مالک تقریباً هیچوقت خودش کار نمی‌کند" (Olmer, p.15) تقسیم درآمد ضروری است. آسیابان در صدی از کل تولید را دریافت می‌دارد و دستمزد شاگردش را هم باید پردازد. از آن جا که تمامی این پرداخت‌ها معمولاً به صورت جنسی انجام می‌گرفت، بهره برداران این ماشین مکانیکی از نوسان‌های ارزش پول زیان نمی‌دیدند.

اما اگر آسیا موقوفه باشد، وضع فرق می‌کند. بلوکباشی نقل می‌کند که درآمد آسیای موقوفه تماماً متعلق به آسیابان بوده است (بلوکباشی، ص ۳۷۸). اما در این صورت چگونه مؤسسه‌ای که به درآمد آسیا متکی بود می‌توانست پول لازم برای گذران فعالیت خود را دریافت کند؟ وقتی آسیابی به کل جماعتی وقف شده باشد، احتمالاً تمام درآمد آن نصیب آسیابان می‌شود. در غیر این صورت، آن را اجاره می‌داده‌اند: یکی از شاهزاده‌های صفوی بخشی (۴/۵ دانگ) از درآمد آسیابی به نام قوشخانه در قزوین را وقف اداره مقبره شاهزاده حسین کرده بود. این آسیا از سال ۱۷۹۸/۱۲۱۳هـ به شخصی به نام کریم طحان<sup>۳</sup> اجاره داده شد که سالانه ۲،۵۰۰ دینار به متولی مقبره می‌پرداخت (bastani parizzi, ۱۳۶۴، صص ۵۹۲-۵۸۸). امیر وقت که آسیا را پردرآمد دید آن را مصادره کرد، مستأجران آن را که بیش از سی سال در آن‌جا به کار مشغول بودند اخراج کرد و دست آخر آسیا را به شخص دیگری فروخت (همان‌جا).

۱. این روش محاسبه دستمزد هنوز نیز معمول است و حتی با ورود آسیای برقی در ایران منسوخ نشده است. در خلخال، حاشیه جنوبی طالش در شمال ایران، یک بیشم آرد و در جنوب، که آسیاهای کم شمارتر هستند، یک پانزدهم آرد را بر می‌دارند" (Bazin, 1980.II, p.99).

۲. این آسیا که با آب یک فنا تغذیه می‌شد به علت مسدودشدن فنا دیگر فعالیت ندارد (افشار.I، ص ۱۴۱).

۳. آسیابان

داستان این آسیای قزوین تمامی اشکال مالکیتی را که در ایران جاری بوده است به ما بازمی‌نمایاند: مالکیت شاهی، شخصی، وقف، مختلط، اجاره و حتی مصادرهای. ادامه این ماجرا حاکی از آن است که تا سال ۱۳۰۲ هجری ۱۸۸۴ م/ هنوز سرنوشت این آسیا هنوز معلوم نبود. به رغم اعتراضات روحانیون و حتی یک فرمان شاهی مورخ ۱۸۳۶ م/ ۱۲۵۲ ه به پشتیبانی از ایشان، نیمی از آسیا در تعلق یک تاجر بود. امروزه مدارک مربوط به موقوفات مذهبی به شکل دفتری نزد یکی از مراجع سرشناس قم ثبت است. این نمونه‌ای است از آسیایی که از دوره صفوی اهمیت خود را در زندگی روزمره ایران حفظ کرده و نشان داده است.

## فصل هشتم

# کاربردهای دیگر آسیاب

کاملاً واضح است که بزرگترین بخش انرژی آبی که توسط آسیاهای انتقال می‌یافته، برای آسیاکردن غلات به کار می‌رفته است. با این وصف نمی‌توان از کنار کاربردهای دیگر این نوع انرژی گذشت. می‌توان ماشین‌هایی را که در موارد دیگر به کار می‌روند، بر حسب نوع حرکتی که تولید می‌کنند و به کار می‌برند، به چند دسته طبقه‌بندی کرد. ساده‌ترین شکل چنین ماشینی با استفاده از همان اصلی کار می‌کند که در آسیای گندم نیز مبنای تولید حرکت چرخشی است. ساختار فنی آن نیز با اندک تغییراتی همان است. اما با ادغام سیستم‌ها و فنون دیگر انتقال حرکت، می‌توان این ماشین را از آسیا متمایز کرد و در نتیجه به تغییری ساختاری دست یافت. نمونه‌ای از حالت اول آسیای شکر، و نمونه حالت دوم آسیای کاغذ است که از سیستم بادامک استفاده می‌کند. این دو نوع ماشین در ایران وجود داشته‌اند و بعد به آن‌ها خواهیم پرداخت. اما ماشین‌هایی چون آسیای چوب‌بری که با استفاده از سیستم شاتون-میلنگ یا سیستم‌های دیگر، از انرژی آبی بهره می‌جویند، به چشم نمی‌خورد.

برای روشن‌تر شدن منظورمان، قدری در خصوص آسیاهای چوب‌بری و سنگ‌بری تأمل می‌کنیم. در وهله اول، این نوع آسیا حرکت خطی و پیوسته‌ای را در صفحه افقی طلب می‌کند که ایجاد آن ساده نیست و طراحی و ساخت آن دشوار است. در اروپا، "از آنجا که تا اواخر قرن چهاردهم م/ هشتم ه هنوز سیستم شاتون-میلنگ را کشف نکرده یا نتوانسته بودند آن را بازنده، مجبور بودند یا ماشین‌هایی بازنده که به علت نیاز به کارگر-شاگرد پرهزینه‌تر بود و یا ماشین‌های کمایش پیچیده‌ای که به صورت پیوسته یا متناوب کار می‌کرد، ولی، در همه حال با دشواری بسیار همراه بود." (Gille.1951, p.43). حتی طراحی سیستم شاتون-میلنگ هم به راه حل مطلوب نینجامید، چرا که تولید آن ابدآ آسان نبود و متخصصان قرن شانزدهم م/ دهم ه را با دشواری‌های عملی عدیده‌ای مواجه می‌کرد. با این حال،

همان طور که ”دون ژوان ایرانی“، فرستاده شاه عباس اول، نیز در اوایل قرن هفدهم م/ یازدهم ه دیده و نقل کرده است، در آسیاهای چوببری دوکنشین ساکس از این سیستم استفاده شده بود<sup>۱</sup>. او حین عبور از ساکس، فعالیت‌های معدنی این دوکنشین را اجمالاً شرح می‌دهد و اضافه می‌کند که ”از تعداد کارگاه‌های چوببری که با نیروی حرکة آب کار می‌کند و برای معادن چوب می‌برند بسیار متعجب شدم.“<sup>۲</sup> (بیات، ص ۳۰۸).

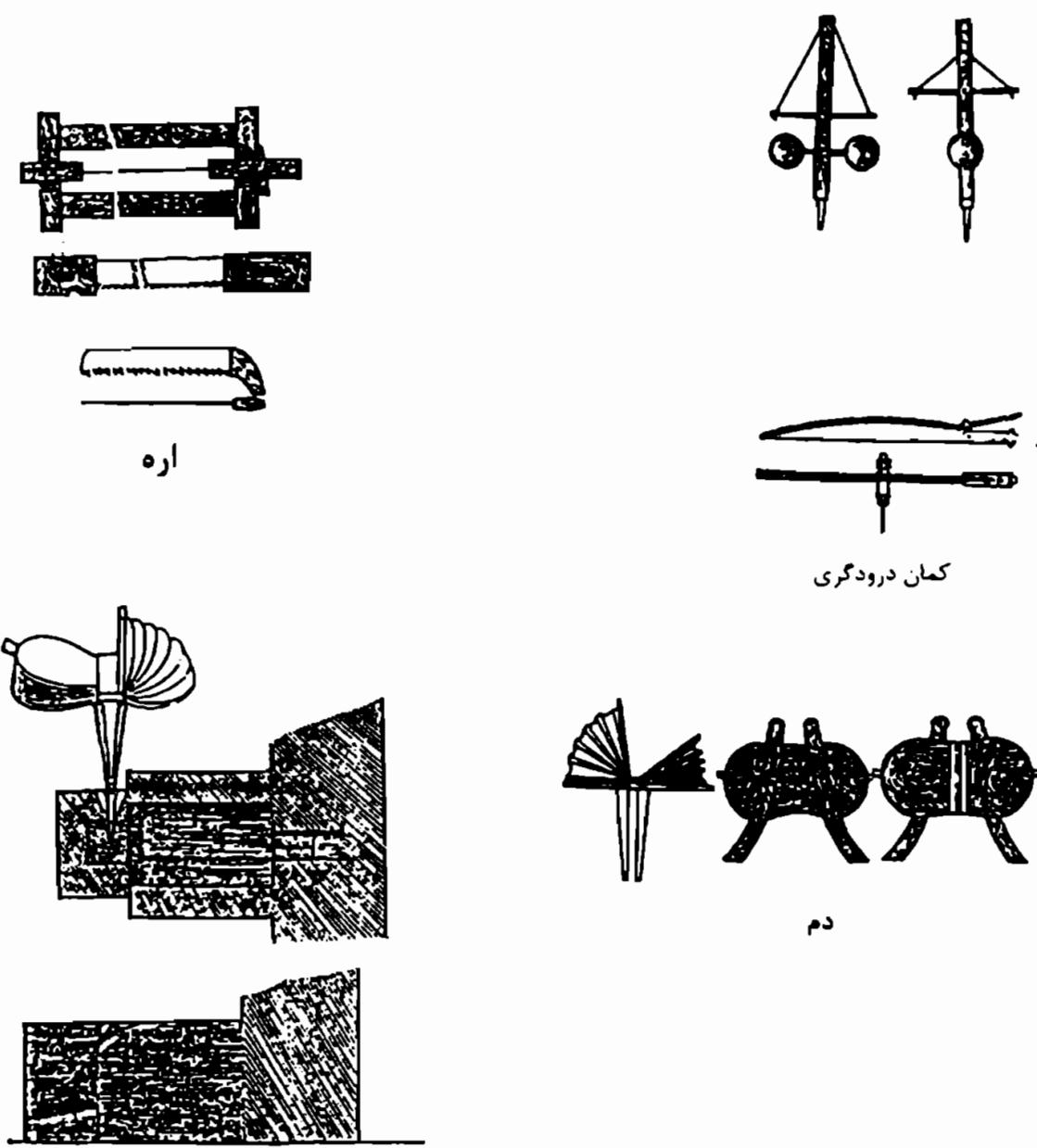
سفیر شاه عباس که به هر آنچه در ایران وجود داشت بسیار غره بود، بی‌محابا آسیاهای ساکس را با آسیای چوببری‌ای مقایسه کرد که مدعی بود خود در ایران دیده است. حال آن که در منابع موجود نه از آن آسیا، نه از سیستم شاتون-میلنگ که اساس آن را تشکیل می‌دهد، هیچ اثری دیده نمی‌شود. البته در ایران دسته لنگ را می‌شناختند و برخی چرخ‌های ریستندگی به آن مجهز بودند. اما آسیاهای دستی را همواره به کمک دسته کوچکی که نزدیک به لبه سنگ (کاملاً خارج از مرکز چرخش) قرار داشت، می‌گرداندند.

دسته لنگ در قرن یازدهم م/ پنجم ه در غرب ظهرور کرد و به احتمال منجر به ساخت میلنگ شد که در برخی کاربردهای سیستم شاتون-میلنگ به کار گرفته شد (Gille.1951, pp.43-44). در ادوات ایرانی، اثری از میلنگ دیده نمی‌شود و ایرانیان از آن استفاده نمی‌کردند (Chardin.II, p.81). روپرستون که بین سال‌های ۱۸۴۰ م/ ۱۲۵۶ و ۱۸۴۲ م/ ۱۲۵۸ به معرفی ادوات پیشه‌وران ایرانی برای جامعه سلطنتی هنر اسکاتلند پرداخته است، هیچ اشاره‌ای به این نوع وسیله نمی‌کند. متهای کمان یا خزانه (شکل ۱۴، همچنین کلیشه VII)، کمالینکه در ایران امروز نیز چنین است (Wulff, p.85). علاوه بر این، ارهاهایی که روپرستون ترسیم کرده است، ارّه قاب‌دار و ارّه الواربری و هر دو از نوع دستی‌اند (Roberston.1842, p.52).

۱. چوببری‌های آمی از قرن پانزدهم م/ نهم ه جزوی از صنایع اروپا بود. برخالی‌ها در سال ۱۴۵۵ م/ ۱۴۶۰ در مزارع نیشکر جزیره مادیرا چند چوببری آمی نصب کرده بودند که چوب و تخته‌ها را بدون وقه و در ابعاد مختلف می‌برید. (Meyer, p.52).

۲. در حوالی قرن شانزدهم م/ دهم ه معادن ساکس پیشرفته‌ترین معادن در سطح اروپا بودند و معدنجان آلمانی را به کشورهای دیگر، از جمله انگلستان، می‌فرستادند تا در آن جا به بهبود روش‌ها پردازنند.

در آسیای چوببری از تبدیل حرکت چرخشی به حرکت خطی پیوسته بهره می‌گیرند. در اوایل قرن پانزدهم م/نهم ه، در آسیاهای دستی آلمان جنوی، برعکس این تبدیل (یعنی تبدیل حرکت خطی به حرکت دورانی پیوسته) را می‌توان یافت (Gille.1951, p.44). علاوه بر این نمونه‌ها، در اروپا چرخ‌های خراطی نیز با کندی شروع به استفاده از سیستم شاتون-سیل‌لنگ کردند. با این حال، "کثیریت چرخ‌های خراطی‌ای که در فرهنگنامه دیدرو آمده‌اند، چرخ‌هایی با حرکت متناوب و شبیه به آن‌هایی‌اند که در سده‌های میانی به کار گرفته می‌شده است. اولین چرخ پایی که حفظ شده است، چرخ مته‌ای است که در موزه براسورها، در هانور، نگهداری می‌شود. این چرخ مربوط به قرن شانزدهم م/دهم ه است" (Gille.1951, p.46). ژیل در جای دیگری نمونه‌ای از یک چرخ پایی با دو پدال را نقل می‌کند که در متن یک نقاشی شیشه‌ای در کلیسا شارتر دیده می‌شود و تاریخ ساخت آن به قرن سیزدهم م/هفتم ه بازمی‌گردد (Gille.1978, p.534). گروان گوران تصویری از این چرخ را رسم کرده است: حرکت آن ناشی از یک تسمه نقاله است که به طور متناوب توسط هر یک از پدال‌ها کشیده می‌شود (Leroi-Gourhan.1971, p.180، شکل ۱۳۵).



شکل ۱۴ - ابزار پیشه‌وری در ایران (قرن نوزدهم م/سیزدهم ه). (Roberston. 1842)

ر.دومان در سال ۱۶۶۰ م/۱۰۷۱ ه، از مقایسه چرخ ایرانی و چرخ فرانسوی (اعم از این که به سیستم شاتون-سیل‌لنگ مجهز باشد یا نه) به یک تفاوت بزرگ می‌رسد: "خراطها چوب را به کمک کمان و با دست، مانند روشنی که در اسپانيا متداول است، خراطی می‌کنند، و نه با پا، مانند فرانسه. آن‌ها از خراطی اجسام بیضی، بیج و شکل‌های متساوی‌الاضلاع هیچ نمی‌دانند. عمل پوشاندن کار بالاک را، که ظاهراً ورنی چینی است، بسیار خوب انجام می‌دهند و به آن منظور چوب خراطی شده را به کمک کمان، بدون

انقطاع و با سرعت روی پایه خراطی حرکت می‌دهند و لاک یا موم اسبابی را روی آن می‌گیرند...” (R, du Mans, p.203).

”وقتی خراط می‌خواهد قطعات کوچک را خراطی کند، احتیاجی به شاگرد ندارد چون با یک دست پایه را به کمک کمان حرکت می‌دهد و با دست دیگر قطعه را نگاه می‌دارد.“ (Chardin.II, p.81). وولف هم چرخ خراطی را که امروزه در ایران استفاده می‌شود، همین گونه توصیف کرده است (Wulff, p.91).

ناآشایی با میل لنگ، استفاده محدود از دسته لنگ برای چرخ، استفاده از کمان و بازو برای ایجاد حرکت چرخشی متناوب و عدم اشاره منابع مورد مراجعة ما به سیستم شاتون-میل لنگ باعث می‌شود نتوانیم وجود چنین سیستمی را در سیستم فنی ایران پذیریم. هر جا که تبدیل حرکت خطی به حرکت دورانی پیوسته یا برعکس آن لازم بوده است، پیشه‌ور ایرانی به دانش فنی و ماشین و ابزار چوبی خود وفادار مانده است. دستگاهی مانند چرخ خراطی در بد و تولد خود ”سهمی“ بوده که هیزم‌شکن‌ها در تکوین ماشین‌ها داشته‌اند و برای نخستین بار نزد یونانیان مشاهده شده است“ (Mumford, p.80).

”(Mumford, p.80) این دستگاه تا قرن حاضر در ایران استمرار داشته و کارکردهای ستی خود را، احتمالاً بدون هیچ تغییری، حفظ کرده است.

با به تحلیل مالکم، ایستایی‌ای که در حرف و ابزار مشاهده می‌شود ناشی از اداره خودسرانه امور توسط نظام‌های سیاسی ایران در سده‌های میانی است:

”طبقات آرام و متعدن ایران که در شهرها و روستاهای زندگی می‌کنند در زمینه صنایع مفید و هنرهای زیبا پیشرفت‌های بزرگی کرده‌اند. اما از ورای آثاری که از خود بر جای گذاشته‌اند و همچنین به استناد سفرنامه‌های سیاحان اروپایی، چنین به نظر می‌رسد که چندین قرن پیش نیز به اندازه امروز پیشرفته بودند. این امر را باید بیشتر به شکل و روح حاکم بر دولت‌هایشان نسبت داد تا به پیش‌داوری‌های ایرانیان و مصانی که کشورشان متحمل شده است. انسان‌هایی که تحت یک حکومت استبدادی سخت‌گیر زندگی می‌کنند جزء گردنیهادن به این شرایط و قبول آن نمی‌توانند چشم به سعادتی دیگر داشته باشند. هر تلاشی برای بهبود وضعیت برای مبتکر آن خطراتی به همراه دارد. کافی است کسی رشته جدیدی برای فعالیت تجاری بیابد و سود حاصل از آن هم زیاد باشد، تا در معرض خطر حرص و ولع قدرتمندان قرار بگیرد. اگر کارگر باشد و مهارت زیادی از خود نشان دهد، کار او باید در خدمت امیر یا دست‌نشانده محلی قرار بگیرد. آیا اصول علمی جدید به اطلاع عموم می‌رسد؟ هر قدر هم که این اصول درست باشد، طبقه قدرتمند افرادی که پشتیبان به قانون است و رتبه‌شان در جامعه به انتکای این گمان است که از دانش بیشتری برخوردارند، با انواع تهاجمات به آن برخورد می‌کنند و حاضرند هر نوع حمله‌ای به عقاید خود را جایتی در حد کفر یا بیش از آن بشمارند. در کنار موافعی که این چنین سر راه

پیشرفت دانایی را گرفته‌اند هیچ چیز نیست که تشویق به فراغیری کند. افراد آنقدر با نلاطمات مختلف مواجه‌اند که تعداد اندکی به چیزی جز گذران روزگار خوبش می‌اندیشند." (Malcolm.IV, pp.306-308).

حالت دیگری نیز وجود داشت و آن وقتی بود که انحصار دولت بر شاخه‌ای از صنعت، برای حفظ منافع دولت، مانع می‌شد که پیشه‌وران در رشتة خود به کار مشغول شوند. این گونه است که "عمل صابون خانه نی‌ریز، پیه و مواد اولیه صابون را به بهای کم می‌خریدند و صابون را به بهای گراف می‌فروختند و قدغن می‌کردند که هیچ آفریده صابون نریزد و خرید و فروخت ننماید. اگر کسی به عمل می‌آورد او را مجرم دانسته جرمیه ازو می‌گرفتند." (باستانی پاریزی. ۱۳۵۸، ص ۳۰). شاه طهماسب در ۱۵۷۳ هـ / ۹۸۱ م، سه سال پیش از مرگش، فرمان به لغو این انحصار داد (همانجا).

از طرف دیگر، پیشه‌وران ایرانی در کنار دیگر محدودیت‌ها می‌باشد برای دستگاه شاهی بیگاری نیز بکنند، "... یعنی حسب دستور پادشاه در خدمت او باشند و حرّفی نیز که در این گونه بیگاری‌ها به کار نمی‌آمدند، مانند کفاشان، کشاف‌ها و جوراب‌باف‌ها، می‌باشد مالیاتی تحت عنوان خراج پادشاه بپردازنند." (Chardin.II, p.72). بهترین پیشه‌وران راهی کارگاه‌های شاهی می‌شدند و این روال از زمان‌های بسیار قدیم مرسوم بوده است: در زمان مغلولان، وابستگی پیشه‌وری به قدرت بسیار زیاد بود (رشیدالدین فضل الله همدانی. ۱۹۴۰، ص ۳۳۷) چنان که لمبتون نمی‌تواند تشخیص دهد آیا تمام پیشه‌وران جزء دستگاه دولت بودند یا فقط بخشی از ایشان؛ او ذکر می‌کند که به هر حال ایشان موظف به بیگاری بودند و حتی در صنعت و کشاورزی نیز برده‌داری مرسوم بود (Lambton.1989, pp.345-346).

هنگامی هم که دولت حق انحصاری بر صنعتی پررونق را نداشت، مانند نساجی در کاشان یا در اصفهان، صنعتگران ملزم بودند مصرف دربار از تولیدات خود را تأمین کنند (نذر کره الملوك، صص ۲۰ و ۶۶).

کارگاه‌هایی که مدیریت آن به دست دولت بود نیز بر دو نوع بودند: آن‌هایی که در صحن دربار بربا می‌شدند و تحت نظارت مستقیم آن بودند، و آن‌هایی که در سراسر کشور پراکنده بودند و تحت پوشش دولت، شاه یا نمایندگان محلی و منطقه‌ای او قرار داشتند. طراز<sup>۱</sup> از این نوع اخیر و کارخانه<sup>۲</sup> از نوع اول است.

۱. به زعم لبار به نظر می‌رسد این فیل کارگاه‌ها همراه با قورخانه‌ها و کارگاه‌های تولید کاغذ، تنها کارگاه‌های شاهی نزد مسلمانان بوده است (Lombard.1953, p.219). ناصرخسرو در ۱۰۵۲ هـ مشاهده کرده است که در اصفهان کوچه‌ای به نام کوی طراز وجود دارد که محل کارخانه نساجی دولتی اداء در صفحه بعد →

مینورسکی در مقدمه‌ای که بر تذکره الملوك (یکی از آثار نادری که درباره دستگاه حکومت صفویه در اوایل قرن هیجدهم م/دوازدهم ه تحریر شده است) به دنبال علت وجودی طراز است:

"شاهان صفوی، در نبود صنعت سرمایه‌داری، همانند اسلاف یا هم‌عصران خود، برخی اقلام ضروری یا تجملی را در کارگاه‌های دربار خود تولید می‌کردند. بعضی از این کارگاه‌ها، یا بیوتات، بخش‌هایی از اقامتگاه بودند، مانند آشپزخانه، انبارهای مختلف، استبلهای، لانه‌های سگ و غیر آن. اما بعضی دیگر از بیوتات واقعاً به عنوان کارگاه‌های دولتی به فعالیت مشغول بودند. از آن جمله، شعریافخانه، دو واحد خیاطخانه، ضرابخانه که مشتمل بر هفت بخش بود، قورخانه و غیره." (تذکره الملوك، ص ۲۹).

بنا بر همین منبع، ۳۳ باب کارگاه شاهی، کارخانه یا بیوتات وجود داشت (همانجا، ص ۵۶ و ص ۲۳۸ متن فارسی). به زعم شاردن در پایان قرن هفدهم م/یازدهم ه کارگاه یا کارخانه وجود داشت (Chardin.III, p.15) همانطور که در دربار مغول نیز وجود داشته است: "در دربار مغول ۳۶ کارخانه بود اما بیشتر برای مصارف دولتی کار می‌کردند و نه ضرورتاً برای برآوردن نیازهای دربار و وابستگانش."<sup>۱</sup> چنان که دیدیم، این نوع کارگاه‌های شاهی پیش از به قدرت رسیدن مغول‌ها نیز وجود داشت و به کارگران آن کارداران بیوتات می‌گفتند (Lambton.1989, 331).

→ ادعا از صفحه قبل

است (Lambton.1989, p.330؛ ناصرخسرو، ص ۲۵۳). لمبورن نتیجه می‌گیرد که طراز در آن زمان نیز وجود داشت اما از این که هیچ سندی در خصوص نحوه سازمان آن وجود ندارد ابراز تأسف می‌کند (همانجا).

۱. بنا بر قول رشیدالدین وطواط در زمان خوارزمشاه (۱۲۲۰-۱۱۹۴/۶۱۷-۵۹۱هـ) کارگاه‌های شاهی، که او آن‌ها را کارخانه می‌نامد، وجود داشته است، اما در این مورد هم سازمان و تولیدات آن‌ها بر ما معلوم نیست (Lambton.1989, p.331). بلافاصله پس از سقوط خوارزمشاه به دست مغولان، یشهوران و متخصصانی را که اسیر می‌شدند به مغولستان می‌برندند و به کار بافت ابریشم در هرات می‌گمارند. بعضی را نیز در ایران و در کارگاه‌هایی که به فرمان مقامات مغول اداره می‌شد به کار می‌گرفتند (پتروفسکی، صص ۵۱۴-۵۱۳).

۲. توضیحات مینورسکی که از ابن حسن نقل می‌کند. The central structure of the Mughal Empire, Oxford, 1936 (تذکره الملوك، ص ۱۳۵).

به این ترتیب، اصناف مختلف از بن و ریشه صدمه دیدند<sup>۱</sup>؛ از یک سو به خاطر تمام قیودی که ذکرش رفت و از سوی دیگر به خاطر نبود یک تشکیلات مستحکم حرفه‌ای و همچنین به خاطر کنترل مستقیم دولت که مانع از آن می‌شد تا یک جامعه پیشه‌وری مستقل و قادرمند که بتواند داعیه بخشی از قدرت سیاسی را داشته باشد، شکل بگیرد<sup>۲</sup>.

با این وصف، حتی اگر جامعه پیشه‌وری ایران یک شبه-تشکیلات حرفه‌ای نیز می‌داشت، نمی‌توانست نظام پیشرفته‌ای را برای تقسیم کار ایجاد کند. در حقیقت انتقال دانش فنی بر اساس رابطه استاد و شاگردی صورت می‌گرفت که تقسیم کار در آن شکلی ابتدایی داشت. شدت یافتن تقسیم کار جز از طریق استفاده گسترده از ماشین‌های آبی و در بی آن کارخانه‌ها ممکن نبود. در این صورت بود که کارآموزی و سلسله مراتب حرفه‌ای می‌توانست نظام دیگری بیابد<sup>۳</sup>.

بحث درباره پیشه‌وری را فعلًا به بعد و بخش جمع‌بندی موکول می‌کنیم و به موضوع ماشین‌ها بازمی‌گردیم. چنان که مشاهده کردیم، برخی ماشین‌های آبی در محیط فنی ایران حضور نداشتند اما ایرانیان آن‌ها را که از سیستم بادامک استفاده می‌کردند، می‌شناختند. افزون بر این، آسیاهای آبی گندم در حیطه‌های دیگری نیز کاربرد داشتند؛ از آن جمله به عنوان چکش که موضوع بخشی جداگانه خواهد بود. حال می‌خواهیم به عنوان نمونه‌ای از استفاده انژری آب در مجموعه‌های فنی‌ای که به سیستم بادامک مجهر نیستند، به کارگاه شکر پردازیم.

## آسیاب شکر

آسیابی شکر نیز مانند آسیابی گندم نمونه‌ای از انتقال حرکت چرخشی چرخ به سنگ آسیاست؛ وجوده تمایز این دو در سرعت، وزن و ابعاد سنگ آسیاست. اما گرفتن

۱. برای دوران صفوی، ن. ک Chardin.II, p.72 و تذکره الملوك، صص ۸۳-۹۱ برای دوره‌های قبل ن. ک. Lewis Cahen. 1970b

۲. با این حال، گاه پیش می‌آمد که دولت در مقابل بعضی حرف عقب می‌نشت. بدیم که یکی از شاهان آل بویه مجبور به لغو مالیات‌های جدیدی شد که شاه پیشین برای آسیابان‌ها وضع کرده بود.

۳. نظام‌های استاد و شاگردی به شدت در مقابل نوآوری‌های فنی مقاومت می‌کردند. حتی در حیطه‌ای از فعالیت پیشه‌وری که از اهمیت زیادی برخوردار بود، مانند حفر قنات، اختراعات گرچی از کتاب او پا را فراتر نگذاشتند و مقتنی‌های بی سعاد که روش‌های سنتی خود را دنبال می‌کردند از آن بی اطلاع ماندند و دانش خود را دست‌نحوerde به شاگرد بعدی خود متقل کردند.

عصاره نیشکر توسط آسیای استوانه‌ای می‌شود. باید بگوییم که در ایران برای تولید شکر علاوه بر انرژی آب، از مواد سوختی<sup>۱</sup> و انرژی عضلاتی غلامان نیز استفاده می‌شد. برای روشن شدن کاربردهای گوناگون و متنوع انواع انرژی، لازم است به ترسیم مسیر تاریخی شکر در ایران پردازیم.

### تاریخچه

ا. آ. فون لیپمن که در آغاز قرن بیستم / چهاردهم ه به بررسی تاریخچه کشت نیشکر در ایران پرداخته است، خاستگاه‌های آن را چنین خلاصه می‌کند:

”نشکر در حوالی سال ۵۰۰ ه به ایران آورده و ظاهراً برای نخستین بار در اطراف گندی‌شاپور که بر ساحل خلیج فارس و دهانه رود فرات واقع بود کاشته شد. فن تولید شکر خام جامد کمی بعد از نیشکر به ایران وارد شد و احتمالاً عالمان مسیحی گندی‌شاپور که با هند در ارتباط بودند آن را مطالعه و تکمیل کردند. ایشان اولین کسانی بودند که موفق شدند قندی سفید و خالص به دست آورند که شیه قندهای تصفیه شده امروزی ما بود. این قند را تبر زد می‌نمایدند چون آن قدر سفت و سخت بود که برای شکستن آن به قطعات کوچک‌تر باید از تبر استفاده می‌کردند. برای تصفیه شکر خام آن را چندین بار حل می‌کردند و شیره به دست آمده را با شیر، سفید می‌کردند و نهایتاً می‌جوشانند و می‌پختند. به این ترتیب تصفیه شکر در ایران اختراع شد. علاوه بر این استفاده از قالب برای تولید کلمقند نیز در این کشور اختراع شده است.“<sup>۲</sup> (Von Lippmann, pp.91-93, 104-105, 114, 119-120 pp.7-8).

لاوفر با استناد به گزارش موسی خورنی مورخ ارمنی (که سنتا او را به قرن پنجم م مربوط می‌دانستند اما امروزه می‌دانیم که در قرن نهم م / سوم ه می‌زیسته است) در این نتیجه گیری‌ها شک می‌کند. به زعم او منشأ کشت نیشکر و تولید قند در ایران را نباید به مسیحیان گندی‌شاپور که به ساسانیان منتب کرد و در تأیید نظر خود از سیاحان چینی نقل می‌کند (Laufer, 1919, pp.376-377). پتروشفسکی نیز برهمنی عقیده است و با استناد به یک نویسنده عرب نشان می‌دهد که تولید محلی شکر، بخشی از مناسک سال نو در ایران عهد ساسانی بوده است (پتروشفسکی، ص ۴۰۹). لاوفر در نظریه فون لیپمن که روش تصفیه شکر را اختراعی ایرانی می‌داند، نیز شک می‌کند. اما نتایج تحقیقات جدید به عمل آمده در جهت تقویت فرضیه فون

۱. ما هیچ اطلاعی از مقدار مواد سوختی‌ای که برای اجاق‌های کارگاه‌های تولید شکر استفاده می‌شده است نیافتنیم.

۲. تمامی نقل قول‌های کتاب فون لیپمن از اثر ژ. ویزبرگ اقتباس شده است.

لیپمن است. کاوش‌های اخیر که توسط هیئت باستان‌شناسی فرانسوی در شوش انجام شده است، به کشف یک کارگاه تولید شکر بر ساحل رود شاور و مربوط به دوره اسلامی انجامیده است.

”با توجه به ابعاد کارگاه تولید شکری که بر ساحل راست رود شاور واقع است و بر خلاف آنچه از متون سده‌های میانه برمی‌آید، این کارگاه یقیناً از مراکز عمده تولید نیشکر نبوده است. یشتر به نظر می‌رسد که در دوران رونق منطقه، این کارگاه یک واحد کوچک و حاشیه‌ای بوده یا یکی از محدود کارگاه‌هایی بوده باشد که پس از کسادی کشت نیشکر در خوزستان (در قرن دوازدهم م/ششم ه)، کماکان فعال مانده است. نشانه‌های زمانی به دست آمده از اثاثه کارگاه یشتر مؤید فرضیه دوم‌اند.“ (Boucharlat & Labrousse, p.176).

در این کارگاه که تا بعد از قرن دوازدهم م/ششم ه فعالیت می‌کرده، تعداد زیادی قالب و کاسه یافت شده است:

”کاسه‌هایی را که برای پختن شیره استفاده می‌شد نیافتنیم اما به تعدادی قالب دست پیدا کردیم که در آن‌ها سو راخ تعییه شده و همچنین کوزه‌هایی که برای صاف کردن شکر بعد از پخت به کار می‌آمده است. کاسه‌ها شیه به نمونه‌هایی اند که در قرن سیزدهم م/هفتم ه در مصر و از قرن شانزدهم م/دهم ه به بعد در مراکش و جزایر آمریکا مورد استفاده بود.“ (همانجا، ص ۱۷۴).

این کاسه‌های سوراخ دار در واقع قالب کله‌قندند و ”این قالبهای آبکشی و کاسه‌ها همان ادوات لازم برای تهیه شکر شسته معروفی است که در آن ایام باستان برای تولید قند با عالی ترین کیفیت به کار می‌آمده است؛ شکر شسته به شکری می‌گویند که پس از خروج از دیگ‌ها سفید می‌شود و نیازی ندارد که مانند شکر تصفیه شده بار دیگر آب شود یا با تخم مرغ رنگش را بگیرند.“ (Bethier, p.196).

برتیه می‌پرسد ”این روش از کجا آمده است؟“ به نظر نوئل دیر، انتساب این روش به ونیز بجا نیست و باید به این منظور به پیش از آن درحوالی سال ۶۰۰ م<sup>۱</sup>، کمی بعد از آن که نیشکر به ایران رسید، و به جامعه کشیشان نسطوری گندی‌شاپور رجوع کرد. این نظری است که گرامر نیز به این شکل بیان کرده است:

”گندی‌شاپور مدرسه عالی علوم طبیعی را، که شهرت بزرگی داشت، در خود جای داده بود. در این مدرسه دانشمندانه ایران عالمان فیزیک جمع بودند و یقیناً تحقیقاتی که در آن جا دنبال می‌شد سهم بزرگی در پیشرفت صنعت و تجارت داشته است. در این مدرسه بود که

۱. چنان که نشان دادیم، این تاریخ درست نیست و نیشکر پیش از قرن پنجم م در ایران کاشت می‌شده است.

## کاربردهای دیگر آسیاب / ۲۰۹

نخستین بار شکر تصفیه شده را شناختند و نخستین کاربرد آن نیز در سوزمین خوزستان بود.<sup>۱</sup> (همانجا، ص ۲۰۰).

این استدلال را، همانند استدلال فون لیپمن، باید در زمرة فرضیات ذهنی قرار داد. اما ویدمان به نقل از کتاب کمال صنعت دستی (*Book of the perfection of art*) می‌نویسد "در خوزستان قند را در همان قالب گلی کله‌قند حمل و نقل کرده، به فروش می‌رسانند". همچنین نقل قول دیگری که به روسکا منسوب است، می‌گوید که در کتاب سر السرار برای نامیدن قالب، واژه دیشم<sup>۲</sup> به معنی "قرع" آمده است (همانجا). به این ترتیب دلائلی که لاوفر به دنبالش بود به اندازه کافی وجود دارد و نقش ایران در تکوین تصفیه شکر را تأیید می‌کند. بسیار محتمل است که "قالب"‌های شوش نیز مانند کشت نیشکر و تولید شکر، پس از تسخیر ایران توسط اعراب در قرن هفتم م/ یکم هـ، به مصر رسیده باشد. با توجه به این که این کاسه‌ها از قرن سیزدهم م/ هفتم هـ به بعد در مصر پیدا شده‌اند، این احتمال نیز وجود دارد که پیش از ورود قالب‌های نیز شکر تولید می‌شده است.

این اتفاقات همه در جنوب غربی ایران رخ داده است، حال آن که در شمال و جنوب شرقی ایران شکر را با ادوات و روش‌های ویژه خود تولید می‌کردند (نقشه شماره ۱۰).

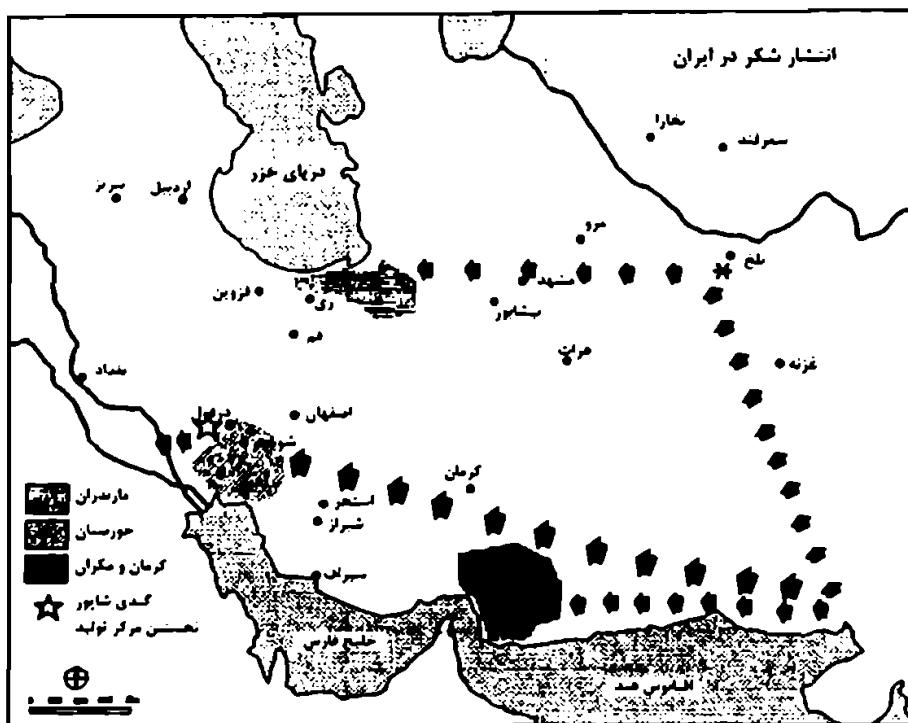
### شکر در جنوب غربی ایران

کارگاه تولید شکر شوش که مربوط به سده‌های میانی بود از چند اتاق بزرگ تشکیل می‌شد که در یکی از آن‌ها آسیاهای را نصب کرده بودند و در آن نیشکر را خرد می‌کردند.

"در شوش اثری از چنین تأسیساتی وجود ندارد. باید متذکر شویم که در حال حاضر رودخانه شاور از ۱۵۰ متری شرق محل می‌گذرد. از طرف دیگر تمام قسمت بالای تپه‌ای که بین رودخانه و تأسیسات قرار داشته ویران شده است؛ در شمال نیز جز قسمت‌های برآکنده‌ای از بنایها باقی نمانده است. محوطه خردکردن نیشکر می‌توانسته در یکی از این دو بخش واقع شده باشد." (Boucharlat & Labrousse, p.171)

۱. ما در فرهنگ‌های لفظی که در دسترس داشتیم این کلمه را نیافتنیم؛ احتمال دارد که حین گذار به زبان عربی املاء آن تغییر کرده باشد.

۲. ن. ک. به نوشته بوشارلا و لاپروس که پیشتر به آن اشاره شد.



نقشه شارة ۱۰ - انتشار شکر در ایران

به این ترتیب، برای آن که بتوانیم در خصوص نوع آسیاهای نیشکر شوش به مدرکی باستان‌شناختی دست یابیم، از هیچ اقبالی برخوردار نیستیم. اما در جنوب شوش، در اهواز که یکی از مراکز مهم تولید شکر در سده‌های میانی است، هنوز بقایایی از تأسیسات یافت می‌شود که می‌تواند به یک کارگاه تولید شکر مربوط بوده باشد، چنان که عبداللطیف شوشتی (قرن هیجدهم م/دوازدهم ه) اعتقاد دارد:

اهواز یکی از بزرگترین شهرهای دنیا بود... در جنگل‌ها، بیشه‌ها و زمین‌های اطراف آن نیشکر کاشته شده بود. تأسیساتی از قبیل حوضچه‌های وسیع، سنگ‌های آسیای آمی و مانند آن، که برای کارگاه تولید شکر احداث شده، چنان پرشمار است که فقط خدا می‌داند.<sup>۱</sup> (عبداللطیف شوشتی، جزویه ۳۶B).

۱. اهواز در دوران عباسی شهری آباد و پر رونق بود ولی در اواخر قرن نهم م/سوم ه و در جریان شورش‌های زنگیان، غالب مزارع نیشکر و کارگاه‌های شکر آن از بین رفت و هرگز نیز عظمت قبلی خود را باز نیافت. زنگیان پس از آن که متفرق شدند و شکست خورده‌اند دیگر علاقه‌ای به بازسازی شهر از خود نشان ندادند، به ادامه در صفحه بعد ←

یک قرن بعد، در اوایل قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه، کاپیتان ر. مینیان در سفری به اهواز، تعداد زیادی سنگ آسیا مشاهده کرد که در فضای وسیعی پراکنده بود و نتیجه گرفت که این سنگ‌ها باید مربوط به صنعت شکر این شهر بوده باشد (Mignan, p.309). کمیتر قطر این سنگ‌ها را ۱/۲ تا ۱/۸ متر تخمین زده است که به زعم او بسیار بزرگ‌تر از سنگ‌های معمول در آسیای گندم هستند<sup>۱</sup> (همانجا، ص ۳۰۴).

برای آن که کاربرد این سنگ‌ها را با دقت تعیین کنیم، می‌توانیم به سنگ‌های مشابهی که در قسمت دیگری از خاورمیانه به کار می‌رفت رجوع کنیم: در اوایل قرن بیستم م/ چهاردهم ه در نزدیکی یک آسیای قدیمی نیشکر در فلسطین، سنگ‌های بسیار بزرگی کشف شد (۲۷۰ متر قطر و ۰/۷۰ متر کلفتی). ر. پ. آبل نتیجه گرفت که این سنگ‌ها برای خردکردن نیشکر به کار می‌رفته است (Berthier, p.143). آویتسور از بررسی یک آسیای نیشکر در نزدیکی آریحا که سنگ ساکنی به قطر ۲ متر داشت، حدس زد که نیشکر را با یک سنگ گردان خرد می‌کرده‌اند. سنگ گردان این آسیا بعدها یافت شد. به این ترتیب، معنی کلمه مَعْصَرَه را که در عربی هم به معنای دستگاه روغن‌کشی زیتون است و هم به معنای آسیای نیشکر، در می‌یابیم: بررسی آویتسور نشان می‌دهد که آسیاهای نیشکر و روغن‌کشی‌ها کاملاً شبیه به هم بوده‌اند. پرسشی که اکنون پیش می‌آید از این قرار است که آیا سرعت چرخش سنگ باعث گردشدن نیشکر نمی‌شده است؟ (Avitsur, 1969, p.178). به نظر ما خیر؛ این سنگ‌های عظیم را می‌توان با سرعت مناسب گرداند: از آنجا که برای خردکردن نیشکر نسبت به گندم به نیروی کم‌تری نیاز داریم، وزن زیاد سنگ، خود باعث می‌شود از سرعت چرخش آن کاسته شود و نیشکر کاملاً له شود. از سوی دیگر، آویتسور مشاهده کرده است که چرخ آبی این آسیا توسط یک آبشار به حرکت در می‌آمده که نیروی زیادی هم تولید نمی‌کرده است. دقیقاً همین جاست که باید به دنبال علت بزرگی سنگ‌ها بود.

→ ادامه از صفحه قبل

خصوص که خلیفه نیز به این امر تمایلی نداشت (جزوه ۳۷B). در نتیجه در قرن هیجدهم م/ دوازدهم ه از آن چه روزگاری یک مؤسسه بزرگ دولتی بود، چیزی جز نکه‌باره‌هایی از سنگ‌های آسیا و حوضچه‌هایی چند بر جا نمانده بود.

۱. یادآور شوبم که سنگ آسیای گندم حدود ۲ تا ۲/۵ پا قطر دارد. هر پا حدود ۳۰/۵ سانتیمتر است.

بدیهی است که تنها با سنگ گردان، بازده دستگاه نمی‌توانسته چندان زیاد بوده باشد. در کتاب کشاورزی نویری می‌توان تصویری از دو مرحله عصاره‌گیری را به دست آورد. نیشکر قطعه شده را آبتدا در دستگاه عصاره‌گیری ای که از یک سنگ گردان تشکیل شده است، می‌فشارند.<sup>۱</sup> سپس محصول مرحله نخست را در مشک می‌گذارند و در یک آسیای<sup>۲</sup> تخت مجدداً می‌فشارند تا بقیه شیره آن نیز خارج شود. ( & al-Hasan Hill.1988, p.221) آسیای تختی که در اینجا از آن صحبت شده است می‌تواند همان مَصْوَرَه باشد که آویشور می‌گوید و نویری آن را به نام دولاب التخت می‌نامد که یک نام مرکب فارسی است به معنی "چرخ تخت یا افقی" و به قیاس آن می‌توان نتیجه گرفت که این روش عصاره‌گیری از نیشکر منشأ ایرانی داشته است... سنگ‌های متعددی که در اهواز یافت شده است نیز شاید به همین منظور به کار می‌رفته‌اند؛ اما در کنار این آسیاهای گونه‌های دیگری از عصاره‌گیری یا آسیا نیز به کار مشغول بوده است.

### شکر در جنوب شرقی ایران

آسیای نیشکری که شرحش رفت، به هیچ وجه تنها گونه مورد استفاده نبود و نوع متداول آن، آسیای استوانه‌ای، با طرز کاری از این قرار است: نیشکر را "در قطعات کوچک و طبعاً با دست می‌بریدند" و بین دو استوانه سنگی یا چوبی می‌فرشند؛ استوانه‌ها به کمک یک چرخ آبی و چرخ‌دنده حرکت می‌کرد. بر حسب موقعیت افقی یا عمودی استوانه‌ها به این آسیا "... خوابیده یا ایستاده" می‌گفتند. آسیای ایستاده بسیار پیشرفته‌تر از نوع دیگر است. در این سیستم «تغییر صفحه» از طریق درگیرشدن چرخ کوچک دندانه‌داری، چرخک، با چرخ تاج‌مانند دندانه‌دار بزرگی که بر محوری عمودی می‌گردد، صورت می‌گیرد. این ترتیب، موجب انعطاف بسیار زیادی در ماشین‌ها می‌شود چرا که حرکت چرخ آبی، در اثر بزرگی یا کوچکی و سختی یا نرمی ساقه‌های نیشکر، با انقطاع مواجه نمی‌شود. (Berthier, pp.144-145)

در خصوص توزیع جغرافیایی این نوع آسیا باید گفت که استفاده از استوانه، "... برخلاف نظر فون لیپمن که معتقد است سیستم استوانه‌ای در پارلم

۱. روشن نیست آیا منظور نویسنده‌گان از کلمات "press" و "rotating stone" سنگ آسیاست با استوانه. چنان که خواهیم دید این‌ها دو دستگاه متفاوت‌اند.

۲. "آسیا" را باید "سنگ آسیا" خواند. این جا نیز ترجمه نویسنده‌گان روشن نیست.

اختراع شده است، احتمالاً منشأ شرقی داشته و به این اعتبار باید برای آن قدمت بسیار بیشتری قائل باشیم.“ (همانجا). توصیف س.آویتسور بر اساس ”مطالعه بازمانده‌های آسیاهای آبی نیشکر در سرزمین‌هایی چون ایران و کشورهای حوزه مدیترانه که این صنعت را دارا بودند“، نشان می‌دهد که این آسیاهای به همان شکل که بر تیه شرح داده است کار می‌کردند و بنابراین استوانه‌ای و از نوع ایستاده بودند (Avitsur.1960, p.177-178).

آسیای استوانه‌ای خواهید در مکران (جنوب شرقی ایران) نیز استفاده می‌شد. این سیستم را یک افسر انگلیسی به نام هنری در آغاز قرن نوزدهم م/سیزدهم هشوح داده است:

”در میان راه بین بلا تا باع، کارخانه بزرگی دیده می‌شود که گور یا شکر خام تولید می‌کند. آسیایی که شیره نیشکر را می‌گیرد، توسط جریان آبی که از کوهستان‌های اطراف جاری می‌شود به حرکت در می‌آید و ساختمانی به غایت ساده دارد. چرخ آسیا دو استوانه افقی کاملاً صیقلی را به حرکت در می‌آورد و پس از آن که برگ‌های ساقه نیشکر را گرفتند، تکه‌های آن را بین این دو استوانه قرار می‌دهند. استوانه‌ها به مرور که نیشکر فشرده می‌شود تکه‌ها را به داخل می‌کشند و تفاله ساقه‌ها از طرف دیگر بیرون می‌آید. شیره نیشکر در کاسه‌ای که در زیر استوانه‌ها قرار دارد می‌ریزد و از آن جا به سمت مخزنی جاری می‌شود. شیره را سپس در دیگ‌های مسی و تخت می‌جوشانند و نهایتاً شکر خام را در گیسه‌هایی از برگ نخل بسته‌بندی می‌کنند و برای صدور به سواحل دریا ارسال می‌دارند. شکر خام را به عنوان خوراک به شترها می‌دهند و ساکنان منطقه در غذاهاشان بسیار از آن استفاده می‌کنند. لردی که در دیگ‌ها تنشین می‌شود کود بسیار خوبی است.“ (Pottinger.I, p.52).

این شرح سرنهضی نیز درباره منشأ ورود این روش تولید شکر به ما می‌دهد: واژه‌ای که برای شکر خام به کار رفته است (gour یا gur) هندی است و در هند به نوعی شکر سخت می‌گویند (Berthier, p.152). لذا احتمال دارد که این روش از هند به ایران آمده باشد. از سوی دیگر، اگر توصیفی را که وات از آسیای استوانه‌ای<sup>۱</sup> هندی داده است با شرح پاتینجر مقایسه کنیم، به آسانی متوجه می‌شویم که این دو همسان‌اند، با این تفاوت که آسیای هندی را یک جفت گاو حرکت می‌داده و آسیای مکران با آب حرکت می‌کرده است. احتمال دارد استفاده از آب در آسیای استوانه‌ای در حین تکامل آن صورت گرفته باشد، اما به استناد شرحی که شلو در اوآخر قرن نوزدهم م/سیزدهم ه از سفرش نوشته است (Chélu, p.226)، در مصر تا آن ایام نیز

۱. تعداد استوانه دو یا سه است. در نوع اول قسمت بالایی استوانه‌ها به شکل پیچ نر و ماده (نورانوری) است و در حالت دوم در کار هر استوانه نر یک استوانه ماده قرار دارد. استوانه‌ها ایستاده‌اند و نیشکر را گاه تا ۶ مرتبه از بین آن‌ها می‌گذرانند (Watt.VI-ii, p.303)

از آسیاهایی شیوه آسیای هندی استفاده می‌شده است.<sup>۱</sup> ژ. مانزوئل تأیید می‌کند که تا پیش از پیدایش کارخانه‌های جدید در مصر، گرفتن عصاره نیشکر با استفاده از همین آسیاهای چوبی صورت می‌گرفت (Manzuel, p.135). فطعاً ادغام انرژی آب در این آسیای استوانه‌ای بعد از ورود آن به مصر محقق شده است.

نکته آخر درباره روش تصفیه از این قرار است که به نظر می‌رسد بعد از صدور گور، عملیات دیگری نیز برای تصفیه روی آن انجام می‌گرفته است. بنا بر قول ابن حوقل، در چندین شهر سند، مکران و بلوجستان قند سفید و نبات تولید می‌شد. این گونه بود که از خاش، در بلوجستان، "قند سفید به سیستان و خراسان" صادر می‌شد، در منسورة (سند) "نبات" و "در منطقه‌ای روستایی، به نام خروج، قند تصفیه شده فراوان" تولید می‌شد (Ibn Hawqal, pp.308, 313, 318). به استناد حدودالعالم، نبات نه تنها درسند که در مناطق مختلف کرمان و مکران نیز تولید می‌شد (حدودالعالم، ص ۱۲۴). در قرن دوازدهم م/ششم ه مکران "معدن قند و فانید بوده و از آن جا"، احتمالاً از طریق بنادر تیز و هرمز در حاشیه دریای جنوب، "به اقصی نقاط جهان صادر می‌گردید" (افضل کرمانی، ص ۱۲۸). تاریخ سیستان در خصوص قیمت‌ها در قرن سیزدهم م/هفتم ه اطلاعاتی می‌دهد: یک من (۳ کیلو گرم) نبات ۱۰ و یک من قند ۱۵ دینار قیمت داشت، در حالی که قیمت ۲۰۰ من آرد فقط ۱ دینار بود (تاریخ سیستان، ص ۳۹۶). بدیهی است که قند محصولی گران‌قیمت و مصرف آن خاص ثروتمندان بوده است.

### شکر در شمال ایران

اما در مازندران است که آثار یکی از قدیمی‌ترین دستگاه‌های تعصیر نیشکر یافت می‌شود، این دستگاه مانند آسیایی که در مصر یافت شده بود، از یک استوانه چوبی تشکیل شده است که با دست می‌گرداند (Manzue, p.135). پرینسن-گیرلیگز تصاویر گوناگونی از یک دستگاه متعلق به منطقه شمال غربی هند را ارائه کرده است که گله‌های نامیده می‌شده و برای خردکردن ساقه نیشکر یا گرفتن روغن کنجد به کار می‌رفته است (Watt. VI-ii, pp.282-283).

۱. اما شیوه تصفیه شیه به روش مکران است: "این آسیاها ساقه نیشکر را به زحمت خرد می‌کردند اما ۴۰ تا ۵۰ درصد شیره آن در ساقه می‌ماند. سپس شکر را (اگر بتوان این ماده تیره‌رنگی را که فقط بومیان قادر به مصرف هستند، شکر نامید) در هوای آزاد و در دیگرهایی که مستحب‌مآ روى آتش فرار گرفت می‌پزند." (Chélu, p.226)

راینو و لافون در آغاز قرن بیستم م/ چهاردهم ه از آسیای نیشکر مازندران داده‌اند می‌توان دید. با توجه به اهمیت این توصیف تقریباً تمامی آن را در اینجا نقل می‌کنیم:  
اَبزاری که برای خردکردن نیشکر و تدارک شکر به کار می‌رود بسیار ساده است. در داخل تنه یک درخت A حفره‌ای مخروطی شکل ایجاد می‌کنند که نوک آن به سمت پایین است و از طریق مجرای کوچکی به بیرون راه دارد. این تنه را که گله‌دار می‌نامند محکم در خاک فرو می‌کنند به قسمی که حدوداً ۷۵ سانتی‌متر آن از زمین بیرون بماند؛ این قسمت ثابت خردکننده است.

قسمت متحرک خردکننده یک تنه دیگر B است که سر آن به شکل مخروطی با قطر کم‌تر تراشیده شده است؛ نوک این قطعه در قسمت خالی گله‌در قرار می‌گیرد. قطعه بعدی (شکل ۱۵) امکان می‌دهد تا حرکتی چرخشی به تنه B متصل شود. بر روی این تنه یک قطعه چوبی منحنی C (به نام گله-گلو) نصب می‌شود که دو سر آن به نوعی نرdban افقی D (دمیر) به طول ۲ متر متصل می‌شود. یک میله اتصال چوبی E (دمجد) به میان نرdban D میخ می‌شود. در انتهای این میله کمانی وجود دارد که به عنوان بوغ به گاو یا گاومیش بسته می‌شود. مرد جوانی روی انتهای D نرdban که چند صفحه چوبی به شکل صندلی دارد، می‌نشیند.

با گردش گاو، تنه B با زاویه خفیفی که ناشی از وزن راتنده است، بر محور خود می‌چرخد. در نتیجه این زاویه اصطکاک شدیدی به طور منظم و متوالی در جداره حفره مخروطی گله‌دار اعمال می‌شود. قطعات نیشکر (بندکا) که در داخل خردکننده قرار داده می‌شود، له شده و شیره شیرین آن از طریق یک لوله (گروهست) در ظرفی چوبی گلو یا نوروکا) می‌ریزد. این ظرف ۱/۵ متر طول و تا ۱۲۰ کیلو شیره گنجایش دارد.

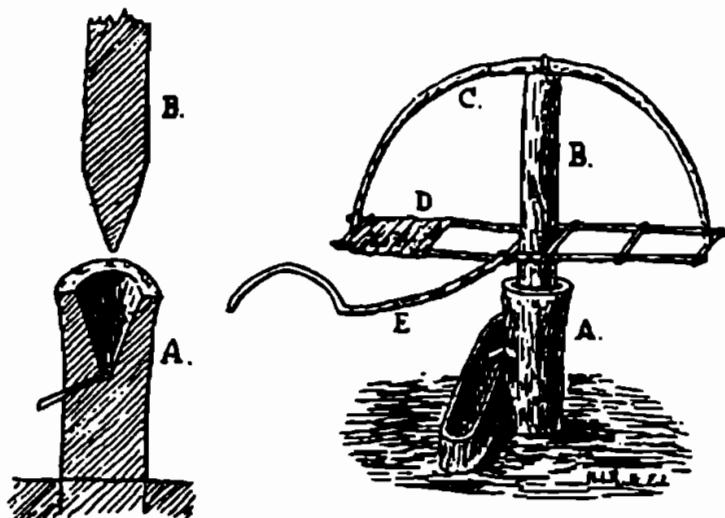
بقایای نیشکر خردشده (ساس‌لوله) را عمدتاً دور می‌ریزنند. اما مقدار کمی از آن را برای خوراک احتمام نگه می‌دارند. (Rabino & Lafont. 1914, pp.241-242).

وقتی شیره به دست آمد، قسمت مکانیکی فرایند به اتمام رسیده است و پخت آغاز می‌شود. از یک دیگ حاوی ۱۲۰ کیلو شیره، حداقل ۱۲ کیلو عصاره شکر به دست می‌آید؛ به این ترتیب بازده این روش ۱۰ درصد است. (همان‌جا).

دستگاه عصاره‌گیری که موضوع بحث ماست گلایا نام دارد (بهرامی، ص ۲۸۱) و پرینسن- گیرلینگز تخمین می‌زنند که نرخ تولید آن از همتای هندی‌اش، گله‌هو، بیشتر باشد: نرخ متوسط تولید یک آسیای دواستوانه‌ای ۵۳٪ و آسیای سه‌استوانه‌ای ۶۰٪ است. به این ترتیب بازده یک گله‌هو، که یک استوانه دارد، از ۵۳٪ کم‌تر است (Prinsen-Geerlings, p.52).

تاریخ ورود گلایا به مازندران را نمی‌دانیم اما به استناد قول بلعمی در قرن دهم م/ چهارم ه آمل قند مصرفی خود را وارد نمی‌کرده و خود تولید می‌کرده است (بلعمی، ۱، ص ۳۴۶). رشید‌الدین فضل‌الله همدانی در قرن چهاردهم م/ هشتم ه با تأیید کاشت نیشکر

در این استان اضافه می‌کند که شکر مازندران سرخ است، کاملاً منعقد نمی‌شود و بعضاً  
حالت سیال خود را حفظ می‌کند و به همین دلیل برای تولید قند مناسب نیست  
(رشیدالدین فضل الله همدانی. ۱۹۸۹، ص ۱۸۳). احتمالاً دستگاه تعصیر این دوره از همان  
نوعی بوده است که رایینو و لاфон توصیف کرده‌اند. ایشان سه نوع شکر را ذکر می‌کند  
که بر حسب درجه پخت شیره از هم متمایز می‌شوند: یک نوع شکر خشک به رنگ زرد  
متقابل به قهوه‌ای که از پخت طولانی به دست می‌آید؛ شکر دیگر که هنوز مقداری آب  
در خود دارد؛ و نوع سوم که به شکل خمیری نرم و زردرنگ است (Rabino & Lafont. 1914, pp.241-242  
قطعاً رشیدالدین فضل الله این نوع سوم را به عسل تشییه  
می‌کرده است<sup>۱</sup>.



شکل ۱۵ - آسیای نیشکر مازندران. (Rabino & Lafont. 1911).

تشابه میان دستگاه‌های تعصیر در مازندران و هند می‌تواند مؤید این نکته باشد که  
خاستگاه این دستگاه هندی است و از طریق بلخ، در خراسان، به مازندران رسیده

۱. احتمالاً دوپره نیز در اوایل قرن نوزدهم م/سیزدهم همین نوع شکر را چشیده بود: "این شکر به رنگ سرخ  
فهوهای است. هر چند تصفیه شده است اما کماکان نمزه شیره قند می‌دهد. ایراد کار قطعاً از تولید کنندگان  
است." (Dupré, p.373).

۲. فریزر نیز در اوایل قرن نوزدهم م/سیزدهم هشکر مازندران را همین گونه توصیف می‌کند. بهای ۳  
کیلوگرم از این شکر ۸ پنس بود (Fraser, p.41).

است؛ وجود کشت نیشکر در بلخ نیز تأیید شده است (Ibn Hawqal, p.436): سلطان محمود غزنوی (۱۰۳۰-۴۲۱ م/ ۳۸۷-۹۹۷ هـ) دستور به ایجاد باغ بسیار مفصلی داد که در آن، از جمله، این گیاه نیز می‌رویید (حافظ‌ابرو، ص ۶۰). به این ترتیب نیشکر قبل از قرن دهم م/ چهارم هـ به بلخ وارد شده است و پس از آن به سمت سرزمین‌های مساعدتر مازندران رفته است. به هر تقدیر هیچ اثری از شکر بلخ در دست نداریم و جز فرضیاتی که داده‌های جدید باید به اثبات آن کمک کنند، دستمنان به جایی بند نیست.

### جمع‌بندی

از این بررسی نتیجه می‌گیریم که تولید شکر در ایران بین سه مرکز با سه روش متفاوت خردکردن و تعصیر تقسیم می‌شده است. در شمال و جنوب شرقی، تحت تأثیر هند، از فنونی مشابه آن سرزمین استفاده می‌شد. در جنوب غربی، با این که کشت نیشکر توسط هندیان به این منطقه وارد شده است، اما از فنون دیگری بهره می‌گرفتند که بیش‌تر شبیه به روش‌های متداول تعصیر روغن زیتون در حوزه مدیترانه است. همچنین، تفاوت‌هایی در روش تصفیه نیز مشاهده می‌شود: در مازندران در مرحله جوشاندن، محصول سرخ و قهوه‌ای رنگی حاصل می‌شود در حالی که از زمان ساسانیان "در گندی‌شاپور شکر را تصفیه و متبلور می‌کردند و در سرباز [بلوچستان] نبات می‌ساختند." (Mazâheri, 1951, p.267).

نخستین روش تصفیه شکر، بی‌شک در گندی‌شاپور اختراع شده است. کارگاه‌های شکر این شهر مانند همتایان مراکشی و مدیترانه‌ای خود، وسیع‌اند و بخش‌های متعدد دارند حال آن که کارگاه‌های بلوچستان یا مازندران کوچک‌اند، با تعداد کمی کارگر اداره می‌شوند و در نتیجه تقسیم کار مختصرتر و فرایندهای ساده‌تری دارند. به همین دلائل است که کارگاه‌های جنوب شرقی ایران می‌توانست در تملک یک نفر باشد، اما تأسیسات وسیع جنوب غربی چنین نبود و تصدی دولت بر آن‌ها به طور دائم اعمال می‌شد. علاوه بر این، نیروی کار این کارگاه‌ها از بردگان آفریقایی دولت تأمین می‌شد و این خود نشان‌دهنده اهمیت آن، به خصوص نزد خلیفه، بوده است.

در نتیجه، روش‌های فنی و ساختارهای تشکیلاتی کارگاه‌ها، هم در بعد جغرافیایی و هم در بعد تاریخی تحول یافته است: ساختارهای تشکیلاتی از هند یا بلوچستان به سمت غرب ایران و ورای آن تماکش، به سمت پیچیده‌ترشدن رفته است. برتریه از وجود بردگاهی در

مزارع نیشکر و در کارگاههای تولید شکر مراکش خبر می‌دهد (Berthier, pp.241, 276). همانطور که شورش‌های بردگان در زمان خلیفه باعث افول کارگاههای شکر در ایران شد، در مراکش نیز یکی از علل زوال این صنعت، از پس رفت نظام بردهداری ناشی شد.

تصفیه شکر در سرتاسر مسیرش، ابتدا به ایران و سپس به مصر، با ابداع روش‌های جدید راه را برای مجموعه‌ای از گونه‌های بدیع گشود. در حوالی قرن سیزدهم م/ هفتم ه، این روش‌ها توانستند، در بازگشت، در کارگاههای شکر هند و چین جایی برای خود دست و پا کنند. این بطوره در قرن چهاردهم م/ هشتم ه، انواع مختلف شکری را که در هند تولید می‌شد بر شمرده است (Prinsen-Geerlings, p.51) و به آسانی می‌توان مشاهده کرد که انواع شکر، عیناً و حتی جزء به جزء، همان‌هایی‌اند که در ایران شناخته شده بودند و تولید می‌شدند. وی در طبقه‌بندی خود حتی نام این گونه‌ها را ترجیحاً به فارسی آورده است تا عربی: سلیمانی یا تبرزد. ادریسی در اوایل قرن دوازدهم م/ ششم ه، می‌نویسد که شکر دشت سوس (در مراکش) که زبانزد تمام جهان است، از نظر کیفیت با شکرهایی که در شرق به نام سلیمانی و تبرزد شناخته می‌شود برابر می‌کند و از دیگر انواع شکر از نظر طعم و کیفیت برتر است (Berthier, p.189). در مورد منشأ ایرانی تبرزد هیچ شکی وجود ندارد و سلیمانی نیز از نام شهر سلیمانیه در خوزستان اقتباس شده است. این شکر "دو بار پخته می‌شود و برای تصفیه آن را در ظرف‌هایی می‌ریزند تا ناخالصی‌هایش تهنشین شود. تبرزد شکری است که حاصل پخت سوم است و به آن به نسبت یک دهم شیر نازه اضافه می‌کنند و می‌جوشانند تا سفت شود." (همان‌جا). این‌ها همه گواهی است بر این که این دو نوع شکر در قرن دوازدهم م/ ششم ه در ایران شناخته شده بودند. در اجاق‌های پخت شیره نیشکر در کارگاه کوچک ساحل رودخانه شاور شوش، آثار آهک یافت شده است (Boucharlat & Labrousse, pp.171-173) و جالب است که دستاوردهای مصریان در زمینه استفاده از آهک و خاکستر به عنوان سفید‌کننده، در این فرایندهای تولید نیز به کار گرفته می‌شده است. اما نمی‌دانیم نخستین بار در مصر بوده یا در ایران که از آهک برای سفید کردن شکر استفاده شده است.

## آسیای روغن

حال می‌پردازیم به نوع دیگری از آسیا که برای منظور دیگری به کار می‌رود: آسیای روغن. این دستگاه که از دوران باستان در اروپا شناخته شده بود و پیدایش آن بی‌شک به پیش از آسیای گندم بر می‌گردد (Lindet, p.27)، در طول سده‌های میانی پیشرفت چندانی نداشت و به استفاده از انرژی آلی اکتفا کرد. رافقان دومان در پایان قرن

هفدهم م/ یازدهم ه به این آسیاهای در فرانسه اشاره می کند (و به مقایسه آن با آنچه در ایران مشاهده کرده است می پردازد). نوشهای از کشیش فرانسو روزیه تحت عنوان چشم اندازهای اقتصادی آسیاهای روغن زیتون<sup>۱</sup> در دست است که یک قرن بعد و سه سال پیش از انقلاب فرانسه به چاپ رسیده است، و مؤید مشاهدات رومن است و نشان می دهد که هیچ تغییری در این دستگاهها رخ نداده است (Rozier, pp.4-5).

دستاوردهای هلندی ها در قرن هفدهم م/ یازدهم ه باعث شد که ضرورت جبران تأخیر در این زمینه آشکار شود و به اختراع "آسیای چکشی" انجامید (Sinclair, p.22).

همچنین، چندین رساله و گزارش در دست است که از گسترش تحقیقات در این حوزه حکایت می کنند.

در ایران، روغن را به روش های مختلف تولید می کردند که در هیچ یک از آنها انرژی آب به کار نمی رفت. این در حالی است که حافظ اصفهانی در پایان قرن پانزدهم م/ نهم ه اقدام به ساخت و راه اندازی یک آسیای روغن کرد که با انرژی آب کار می کرد و شرح تفصیلی آن در رساله اش آمده است (شکل ۱۶). البته نمی توان نتیجه گرفت که آسیای یاد شده بیانگر وضعیت فنی ایران در آن دوره است؛ کما این که به استناد قول خالق اثر، این آسیا تماماً زاده تحقیقات شخصی و مخلیه اوست: "چه از جمله غرایب و عجایب آن آن است که دوایر و چرخ هایی که حرکت دولایی و رحاوی می نمایند بر اقطاب معین مقرر موجب حرکت تیر جواز می گردد که او بر قطب مثبت معین دایر نیست. و بنابراین، شدت و صعوبت تخیل آن این امر ضروری از ممکن غیب در پرده حجاب مانده و به احدی رخ ننموده" (حافظ اصفهانی، صص ۹۳-۹۴).

این سازوکار با سیستم متکی بر بادامک تفاوت داشت و در چند کارخانه روغن کشی که توسط خود مخترع احداث شده بود، به اجرا در آمد. اما دشواری طراحی آن از جمله عواملی بود که سبب شد به بونه فراموشی سپرده شود، حال آن که روش های سنتی روغن کشی تا به امروز نیز استفاده می شوند. این روش ها در شرق و غرب ایران با هم تفاوت دارند: غرب ایران تحت تأثیر حوزه مدیترانه بوده و شرق روش های خاص خود را ابداع کرده است. تکوین روش های حوزه مدیترانه در ارتباط با روغن کشی از زیتون بوده است حال آن که روش های شرق ایران برای گرفتن روغن کنجد و دیگر دانه های روغنی ابداع شده اند. افتراق فنی میان شرق و غرب ایران

بر اساس این وجه تمایز صورت می‌گیرد و نیازمند بررسی‌ای بر روی توزیع گیاهان روغنی است.

### کنجد و زیتون

بنابر روایت منابعی که در این بخش به بررسی آنها خواهیم پرداخت، روغنی که در ایران بیش از همه تولید می‌شده و از دیرباز شناخته شده بوده است روغن کنجد است، و پس از آن روغن‌های کرچک<sup>۱</sup>، خشخاش، کان، پنبه‌دانه و مانند آن. ولی روغن زیتون نسبت به ناحیه مدیترانه در این دیار از اهمیت کمتری برخوردار بوده است.

ژوره کشت کنجد در ایران را مربوط به زمان‌های بسیار دور می‌داند: "در نوشته‌های کاخ تخت جمشید به روغن کنجد اشاره شده است؛ بنابراین، از زمان نخستین هخامنشیان کنجد در ایران شناخته شده بوده و کاشته می‌شده است. هرودوت نیز نقل می‌کند که پارت‌ها، گرگانی‌ها و سرگنگی‌ها کنجد می‌کاشته‌اند و بی‌شک در آن زمان نیز مانند روزگار ما در ماد و کرمان کنجد کاشت می‌شده است." (Joret, pp.71-72). ژوره نسبت به منشأ ایرانی کنجدی که ایرانیان می‌شناختند و می‌کاشتند تردید می‌کند (همان‌جا) حال آنکه زوایت با این نظر مخالف است و منشأ کنجد را ایران و آسیای میانه می‌داند (Laufer, 1919, p.291). اما اکتشافات اخیر نشان داده است که این گیاه از هند یا آفریقا آمده است (Hutchinson, p.151). به هر تقدیر کنجد از ایران به چین رفته است و هوما<sup>۲</sup> نام گرفته که معنایش "شاهدانه ایرانی" است (Laufer, 1919, p.289). البته تاریخ دقیق ورود آن به چین قابل‌ردیابی نیست (همان‌جا) ولی لاوفر قطعه‌ای را از یوین تسو (یادداشت‌های بودایی) نقل می‌کند که از آن چنین بر می‌آید که در قرن هشتم م/دوم ه در چین از کنجد استفاده می‌شده است (همان‌جا، ص ۴۱۵).

به یقین می‌توان گفت که در ایران باستان و در یونان کنجد به طور گسترده کشت می‌شده است. به گواهی پلینی، روغن سند از طریق دریای سرخ به اروپا صادر می‌شده است و در کتاب پریپل (Periplo) سال ۸۰ پیش از میلاد) از گجرات به عنوان سرزمینی

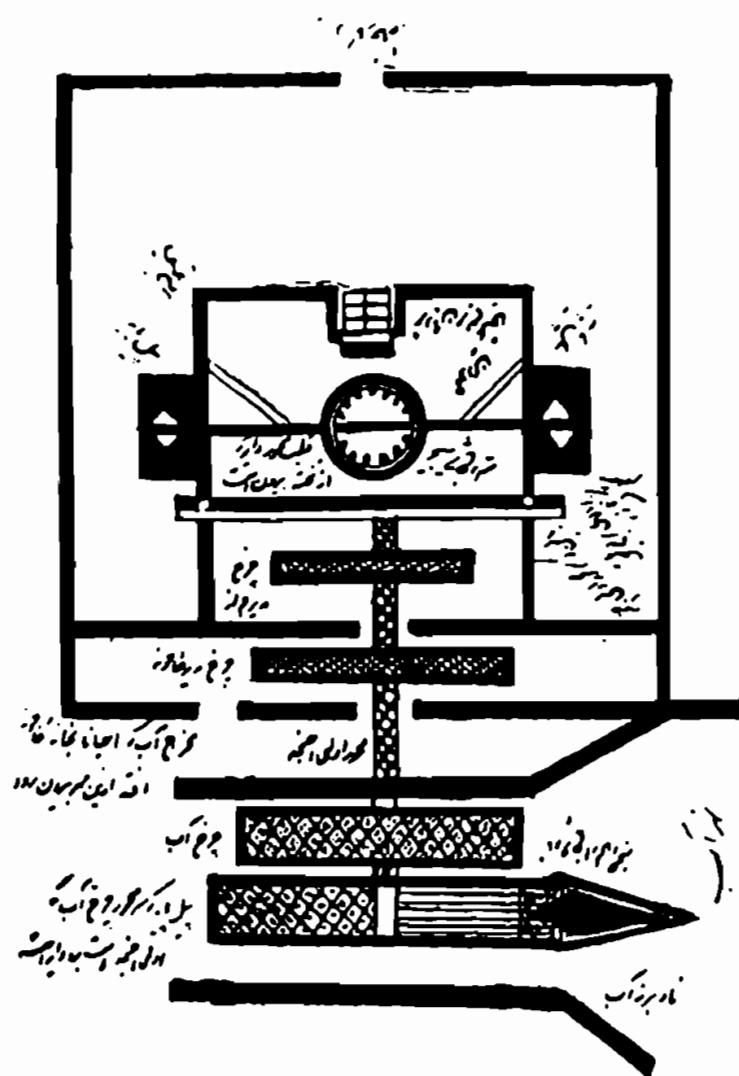
۱. ن. ک. پیوست کاب درباره یک روش تولید روغن کرچک.

2. hu ma.

نام بردۀ است که روغن کنجد بسیاری از آن صادر می‌شد (Watt.VII, p.514). کاشت کنجد به همین طریق از هند به مصر و اروپا رفت (همانجا).

از نوشته بودایی پیش گفته چنین بر می‌آید که روغن کنجد در آشپزی چینی به کار می‌رفته است (Laufer.1919, p.415). در هند نیز از روغن کنجد همین استفاده را می‌کردند و این مورد مصرف چندان عمومیت داشت که نام آن در تمام زبان‌های محلی به معنی "روغن" به کار می‌رود (Watt.VII, p.534).

در قرن دهم م/ چهارم ه در چندین شهر خراسان مانند ولواج، بلخ، آبیورد و نسا روغن کنجد تهیه و صادر می‌شد (Moqaddasi, p.465). رشیدالدین فضل الله همدانی نقل می‌کند که در ماوراءالنهر برای آشپزی از روغن تخم خربزه و در جاهای دیگر از روغن کنجد استفاده می‌کنند (رشیدالدین فضل الله همدانی. ۱۳۶۸، ص ۱۷۰). به نظر شارذن روغن کنجد که "بسیار ملایم است، زیباترین رنگ زرد دنیا را دارد و همچون آب، زلال است" (Chardin.II, p.70) لطیف‌ترین روغن ایران است. گملن نیز تأیید کرده است که استفاده از این روغن در ایران بسیار رایج بوده و آن را از نظر کیفیت با بهترین روغن‌های ایتالیا مقایسه می‌کند (Gmelin.I, p.384). به این ترتیب، می‌توان گفت که روغن کنجد در طول قرن‌ها و از ایران تا چین روغن آشپزی مطبوع مردمان بوده است.



شکل ۱۶ - آسیای روغن حافظ اصفهانی (پایان قرن پانزدهم م/انهم ه).

زیتون، برخلاف کنجد، در چین شناخته شده نبود؛ این نکته دست کم تا قرن هشتم م/دوم ه که بین تسویه تحریر شده است، تایید می شود. در این نوشته نقلی از یک گیاه بیگانه به این مضمون می خوانیم: "درخت تسى تون (دزی تون، زیتون) از کشور پو سه (ایران) و فو لین (سوریه) آمده است... ساکنان سرزمین های غرب از آن روغنی می گیرند که برای سرخ کردن میوه ها و درست کردن شیرینی استفاده می شود؛ همانطور که ما در چین از روغن کنجد استفاده می کنیم" (Laufer, 1919, p.415).

بنا بر قول ابن بطوطه، در قرن چهاردهم م/ هشتم هنریز که او به چین سفر کرده است، اوضاع کماکان چنین بوده است (Laufer.19191, p.419). لاوفر استدلال می کند که ابن بطوطه هرگز به چین سفر نکرده است و گواهی او را مردود می شمارد (همانجا). با این حال، با توجه به این که در هند نیز کاشت زیتون ناشناخته بوده است، می توانیم دامنه این نتیجه گیری لاوفر را قدری تقلیل دهیم، چرا که، باز هم به استناد وات، هر چند از زیتون هندی روغن بسیار مرغوبی می گرفته اند، اما میزان تبدیل آن چنان پایین بود که از روغن اش صرفاً می توانستند برای مصارف دارویی استفاده کنند<sup>۱</sup> (Watt.V, p.484). با دقت در وضعیت ایران آن زمان، ادعای ابن بطوطه درباره این که چینی ها زیتون را نمی شناختند معقول تر به نظر می رسد.

کاشت زیتون، همچون نام آن، منشی سامی دارد (Laufer.1919, p.415) و از ماورای مرزهای غربی ایران آمده است. در بلوچستان یک گونه وحشی زیتون وجود داشته است (Laufer.1919, p.415) اما به استناد نوشته های وات، این گونه از هند آمده بود و با توجه به روغن دهی پایین اش (Watt.V, p.484) شاید هرگز برای مقاصد صنعتی و تجاری مورد توجه نبوده است.

در ایران، کاشت زیتون محدود به منطقه ساحلی خزر بوده است "چنان که امروزه نیز معمول است؛ اما در ماد، فارس، کرمان یا باختر<sup>\*</sup> و ایالات مرکزی و شرقی ایران کاشت نمی شده است." (Joret, p.171). شاردن چنین عنوان می کند که ایرانیان "به روغن زیتون چندان اهمیتی نمی دهند چرا که انواع عدیده دیگر روغن و با کیفیت های بسیار خوب در دسترس دارند" و اضافه می کند که روغن زیتون "تادر است چرا که تنها در منطقه گران تهیه می شود و ارزش چندانی ندارد، چون آن را بد تهیه می کنند و در حین حمل فاسد و غلیظ و سیاه رنگ می شود." (Chardin.II, p.70). بیش از دویست سال بعد، ل.شلیمر در اثر خود با عنوان واژگان طبی، دارویی و انسان شناسی فرانسه-فارسی<sup>۲</sup> با دقت بیشتری منطقه کاشت زیتون را مشخص و گفته های شاردن را درباره کیفیت این روغن تأیید می کند:

۱. علاوه بر این، کلیه تلاش هایی که برای پرورش زیتون اروپایی در هند صورت گرفت به شکست انجامید. تلاش هایی که در سال ۱۸۰۰م/ ۱۲۱۵ه در کلکته و در سال ۱۸۴۲م/ ۱۲۵۸ه در بنگال شد، بدون نتیجه ماند (Watt.V, p.485). بعد نیست که در چین نیز همین اتفاق افتاده باشد.

<sup>\*</sup>: باختر یا بلخ امروزی (م).

2. Terminologie médico-pharmaceutique et anthropologique française-persane.

Olea Euspaen". این درخت به طور وسیع توسط اهالی منجیل (رودبار)<sup>۱</sup>، بین رشت و قزوین، کاشته می‌شود و زیتون‌های بسیار عالی می‌دهد. اما با این حال روغن بسیار بدی از آن می‌گیرند که قابل خوردن نیست و به کار دیگری نمی‌آید جز تهیه صابونی که کیفیت به مراتب نازل‌تری دارد." (Schilmmer, p.430).

با استناد به نوشتة رشیدالدین فضل‌الله همدانی، در آغاز قرن چهاردهم م/ هشتم ه نیز از این روغن برای تأمین سوخت وسایل روشنایی و ساختن صابون استفاده می‌شده است (رشیدالدین فضل‌الله همدانی. ۱۳۶۸، ص۶۸)، هرچند که در آن نوشته اشاره‌ای به منشاً روغن نشده است.

مستوفی که در همان دوره به منطقه منجیل (رودبار) سفر کرده، هیچ اشاره‌ای به کاشت زیتون نکرده است (مستوفی، ص۶۶). به زعم پتروشفسکی، علت سکوت مستوفی این است که از روغن سایر گیاهان روغنی به جای روغن زیتون استفاده می‌شده است و کاشت زیتون که محتاج مراقبت زیاد بوده، تدریجاً در منطقه دستخوش افول شده است (پتروشفسکی، ص۳۹۴). البته می‌توان فرض دیگری را نیز در نظر گرفت و آن این که در قرن چهاردهم م/ هشتم ه در رودبار زیتون کاشت نمی‌شده است. بنا بر یک روایت محلی، زیتون توسط گروهی از فرستادگان تیمور لنگ از سوریه آورده شده است (Rabino. 1915-1916. p.210)، که این تاریخ حدوداً یک قرن بعد از سفر مستوفی به منطقه است. به این ترتیب سکوت مستوفی و این روایت محلی گویای این می‌تواند باشد که کاشت زیتون در اوآخر قرن چهاردهم م/ هشتم ه در رودبار آغاز شده است.

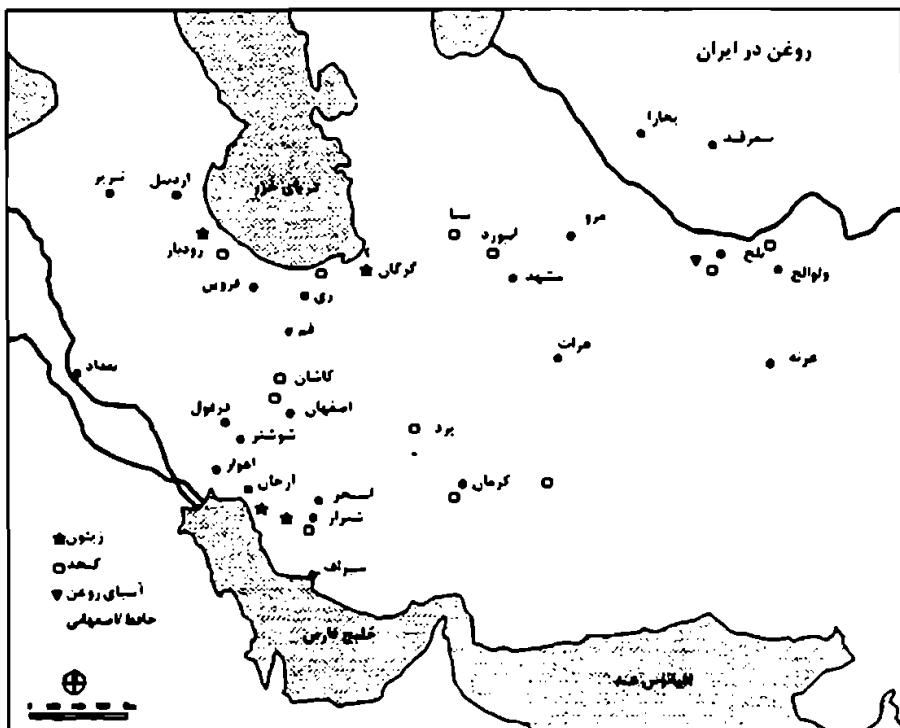
رشیدالدین فضل‌الله همدانی، کمی کمتر از یک قرن پیش از سلطه تیمور لنگ، سعی کرده بود در تبریز به کاشت زیتون بپردازد (رشیدالدین فضل‌الله همدانی. ۱۳۶۸، ص۳۹۴) و نتیجه‌ای نگرفته بود چرا که شرایط اقلیمی تبریز برای گیاهی که تحمل سرما نداشته باشد، اصلاً مناسب نیست. این که زیتون توانست در رودبار پا بگیرد و تداوم یابد از آن روست که آب و هوای این منطقه مدیترانه‌ای است.<sup>۲</sup>

۱. دالمانی، در آغاز قرن بیستم م/ چهاردهم ه، می‌نویسد "ساکنان بیش از ۴۰ روستا [در آن منطقه] به کاشت زیتون اشتغال دارند و این روستاهای شامل بیش از ۱۵۰،۰۰۰ درخت است که هریک سالانه ۳ تا ۴ کیلوگرم روغن تولید می‌کند" (d'Allemagne.I, p.71).

۲. آنجه برای درخت زیتون بسیار مناسب است، آب و هوای مدیترانه‌ای است: زستان ملایم، پاییز و بهار بارانی و تابستان گرم و خشک، درخشندگی بسیار" (Amuretti & Comet, p.13).

در ایران قرن دهم م/ چهارم ه، دو مرکز دیگر برای کاشت زیتون وجود داشت: گرگان، در جنوب شرقی دریای خزر (جیهانی، ص ۱۴۸؛ Ibn Hawqal, p.373)، ارگان و شاپور در فارس (همانجا، صص ۱۱۷ و ۲۶۵). پارهای پژوهشگران زیتون گرگان را از نوع وحشی می‌دانند حال آنکه گروهی دیگر بر آن‌اند که منشاً باغات مطبق و نوع درختان زیتون گرگان مربوط به روبار است (ثابتی، ص ۶۶). اما اگر پذیریم که کاشت زیتون در روبار از قرن چهاردهم م/ هشتم ه یا پانزدهم م/ نهم ه آغاز شده است، نمی‌توانیم این فرضیه اخیر را پذیریم، ضمن این که هیچ اطلاعی از تجارت روغن زیتون گرگان در دست نیست و احتمالاً چنین تجاری وجود نداشته است. در خصوص بهره‌برداری از زیتون در فارس و به استناد میکل می‌دانیم که در این استان تجارت زیتون برقرار بوده و "سرحد شرقی زیستگاه زیتون بوده است" (Miquel, p.451). احتمال دارد که ایرانیان از دوران پیش از اسلام با این نوع کاشت آشنا بوده باشند: بنا بر قول بلعمی، شاپور دوم پادشاه ساسانی، در قرن چهارم م "به ازای هر نخل خرما یک درخت زیتون" در فارس کاشت (بلعمی، II، ص ۹۱۷) و در قرن ششم م برای درختان زیتون مالیات اخذ می‌شد (همانجا، ص ۱۰۴۲). این امر نشان می‌دهد که کاشت زیتون در زمان ساسانی و احتمالاً در دوره‌های پیش از آن نیز شناخته شده بوده است.<sup>۱</sup>

۱. کاشت زیتون و گرفتن روغن آن از دوران باستان در ناحیه مدیترانه معمول بوده است. نخستین شواهد باستان‌شناختی به چهارمین سلسله مصری (قرن ۳۶ تا ۲۶ پیش از میلاد) باز می‌گردد؛ دورانی که مصر روغن زیتون را از فلسطین و سوریه وارد می‌کرد<sup>\*</sup> (Cresswell, p.33). احتمال دارد که در فاصله هزاره سوم پیش از میلاد و دوره ساسانی، درختان زیتون از سوریه به فارس که منطقه‌ای با آب و هوای تغیریباً مدیترانه‌ای است، آورده شده باشند.



نقشه شماره ۱۱ - روغن در ایران

خلاصه کلام: در ایران، با وجود این که کاشت زیتون شناخته شده و معمول بود، همچون دیگر همسایگان شرقی، عمدتاً روغن کنجد استفاده می شد، حال آنکه در غرب و در مناطق مدیترانه‌ای زیتون بر سایر رقبای خود تفوق داشت. ناصرخسرو نیز در قرن یازدهم م / پنجم ه همین نکته را تأیید می کند: "و آن جا کنجد ارزان باشد و روغنش عزیز باشد و روغن زیتون ارزان بود" (ناصرخسرو، ص ۱۵۴). به این ترتیب از دوران باستان تا اواخر سده‌های میانی، می‌توان بر اساس نوع روغن گیاهی، دو جهان متمایز از هم را شناسایی کرد: جهان زیتون مدیترانه، که جهان برودل است و جهان کنجد که شرق ایران و جهان هزار و یکشنب است.<sup>۱</sup>

در این دو ناحیه جغرافیایی، دو روش متفاوت برای استخراج روغن وجود داشته و در طول تاریخ مرز این نواحی ثابت مانده است؛ گو اینکه گاه به سبب انتقال محصول

۱. اسم رمز دزدان قصه "علی‌بابا و جهل دزد بغداد" در هزار و یکشنب "کنجد باز شو" است.

یا روش استخراج روغن از یک ناحیه به ناحیه دیگر، این مرز قدری تغییر کرده است. بازتاب این تقسیم جغرافیایی را به خوبی می‌توان در ایران مشاهده کرد: در غرب ایران هم برای روغن زیتون و هم برای روغن کنجد از روش‌های استخراج نوع غربی استفاده می‌شد، حال آنکه در شرق برای استخراج روغن کنجد از روش‌های دیگری بهره می‌گرفتند (نقشه ۱۱).

### روغن در غرب ایران

فرایند گرفتن روغن زیتون، در غرب، شامل دو مرحله مکانیکی است:

۱. «گوشت و هسته زیتون‌ها را با هم» در زیر یک سنگ آسیا که به صورت عمودی در یک کاسه مدور و توسط یک کارگر چرخانده می‌شود، خرد می‌کنند تا این که تماماً به شکل خمیری<sup>۱</sup> کمایش چرب در بیاید (Rozier, pp.4-5 *Mémoire*, p.216).

۲. مشک‌هایی را که حاوی خمیر به دست آمده در مرحله قبل است، روی هم می‌چینند و به کمک یک تَگ (که معمولاً پیچی است) می‌شارند. «روغن از همه سو جاری می‌شود... وقتی جریان روغن قطع می‌شود پیچ را رها می‌کنند و تَگ را باز می‌کنند» (*Mémoire*, pp.218-219).

به این دو مرحله مکانیکی یک مرحله شیمیایی نیز می‌توانسته افزوده شود: «اضافه کردن آب جوش که باعث می‌شود روغن بیشتری به دست آید»<sup>۲</sup> و روش نترو رقیق‌تر بشود، ولی به قیمت افت کیفیت (*Mémoire*, p.219) و سپس جداسازی آب از روغن به طریق تهشینی مخلوط در حوضجه‌های سنگی (Dumas.II, p.206).

یک رساله کشاورزی مربوط به آغاز قرن شانزدهم م/دهم ه، روغن‌کشی از زیتون در ایران را شرح داده است:

«جون زیتون را از سبزی میل به سرخی کند آن را به دست بچینند. هر روز آنقدر بچینند که در یک روز روغن توان کرد و همه را یک بار نچینند. پس آن را در روی جامه در آفتاب نهند تا اندکی خشک شود و برگ و چوب که در آن میان باشد از آن جدا کنند

۱. بر خلاف نظری که دوما در کتاب خود درباره تاریخ عمومی فنون ابراز کرده است، هدف از این ساییدن جداسازی هسته از گوشت نبوده است (Dumas.II, p.203)، چرا که نیروی وزنه باعث می‌شود که گوشت و هسته‌ها هر دو خرد شوند.

۲. آفودن آب گرم بازده روغن را فقط به اندازه ۷۰۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم بالا می‌برد. (Cresswell, p.40).

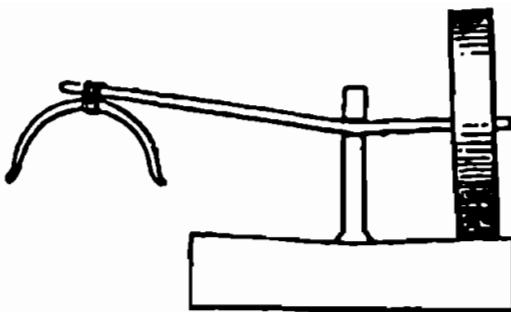
پس به آن طریق که مذکور شد نمک بر آن پاشند و به دست آن را گرم کنند بر وجهی که دانه اصلی آن نشکند پس آن را در موضعی که عصیر خواهند کرد ریزند چیزی ثقلی بر آن نهند تا روغن بیرون آید چون روغن باشد نقل زیادت کنند تا قدری دیگر روغن بیرون آید و همچنین در نقل آن زیادت کنند تا وقتی که روغن نماند و بهترین آن روغن بود که اول بار بیرون آید پس آن را در خم کنند و قدری نمک و بوره بکویند و در آن خم ریزند و آن را به عصایی که از چوب زیتون بود می جبانند مدتی و بگذارند تا درد آن اسفل خم جمع شود...” (شناختی از کشاورزی سنتی ایران، ص ۱۴۴).

در دستنوشته فارسی ۷۲۷ (که پیش از این به آن اشاره کردیم) عملکرد تَنگ قدری متفاوت است. پس از آن که زیتون را در تنوری گرم کردند، بین دو تخته چوبی قرار می دهند که به کمک طنابی محکم به هم بسته شده اند، تا به روغن اجازه جریان بدهد (دستنوشته ۷۲۷، برگ ۵۸، ن. ک به پیوست).

این روش تولید روغن زیتون در چند مورد با روش مشابه آن در مدیترانه تفاوت دارد. ساییدن به وسیله سنگ عمودی، قراردادن خمیر زیتون در مشک، تَنگ پیچی، شستشو با آب داغ و مانند آن، در این روش وجود ندارد. این تفاوت چنین تداعی می کند که روش رایج، میراث نخستین مراحل ورود فن روغن کشی از مناطق مدیترانه‌ای به ایران بوده است و در طول قرون بدون تغییر مانده است. در این صورت نتیجه می گیریم که آنچه در منابع ما آمده است تشریع روش تولید روغن زیتون در فارس بوده است و نه در رودبار؛ چه چنان که دیدیم کشت زیتون در اوآخر قرن چهاردهم م/ هشتم هزار سوریه به رودبار آورده شد.

زمان‌های خیلی بعد، در اوایل قرن بیستم م/ چهاردهم ه، الْمر به تشریع مجموعه فنی ای برای استخراج روغن کنجد و دیگر دانه‌های روغنی در کاشان می پردازد که کمایش مشابه روغن کشی در مدیترانه است:

”در کاشان منگه‌ای دیدم که به طرز مبتکرانه‌ای تعییه شده بود. در این کارخانه همه گونه روغنی گرفته می شود. دانه‌ها را به وسیله یک سنگ آسیای معمولی که توسط شتر گردانده می شود خرد می کنند. سپس دانه‌های خردشده را به کمک سنگ بزرگی، مانند آن چه برای ساییدن حنا به کار می رود و توسط دو شتر گردانده می شود، به شکل گرد نرمی در می آورند. گرد به دست آمده را الک می کنند و دانه‌های درشت را مجددآ آسیا می کنند. سپس به این گرد به اندازه یک هشتم حجمش آب سرد اضافه می کنند تا مخلوطی خمیری به دست آید. خمیر را به شکل گرده‌هایی در می آورند و بین دو لایه گونی از جنس جگن قرار می دهند و دور آن را کیسه‌ای از پوست شتر می دوزند.“ (Olmer, pp.94-96).



شکل ۱۷ - سنگ آسیای عمودی. (Olmer)

به این ترتیب، برای تهیه خمیر روغنی چندین مرحله لازم است. ابتدا به دو نوع ساییدن برای تبدیل دانه‌ها به گرد نرم اشاره شده است: اول در یک آسیای معمولی، که احتمالاً از آن برای تهیه آرد گندم استفاده می‌شود، گرد درشتی به دست می‌آید و دوم این گرد را در یک کاسه مدور سنگی می‌سایند تا به گرد نرمی بدل شود (شکل ۱۷). سپس با فرایندی شبیهایی (مخلوط آب، گرد و پوست پنبه‌دانه) از آن خمیر می‌سازند و نهایتاً گرده‌های خمیر را در مشک می‌گذارند.

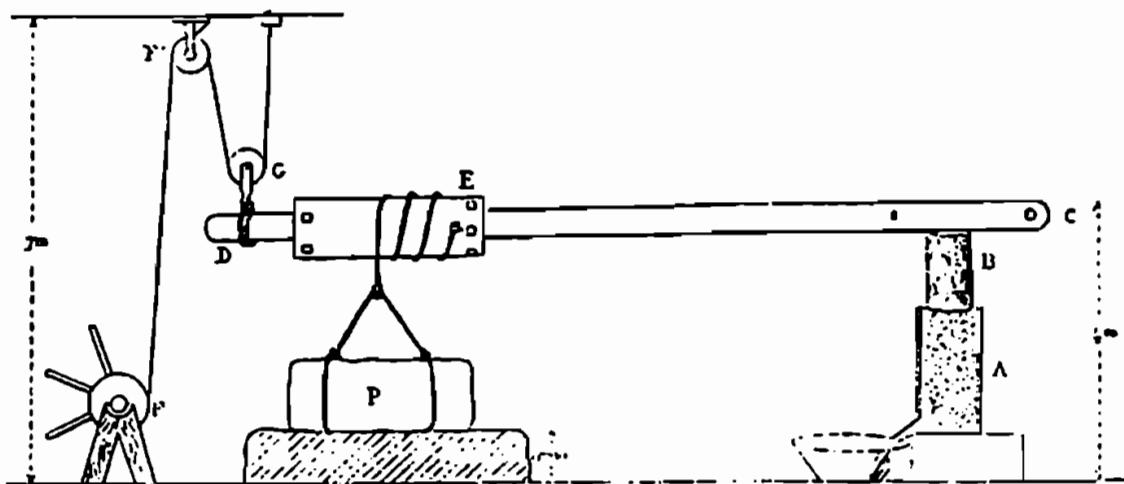
البِر سپس به توصیف تَنگ می‌پردازد (شکل ۱۸):

”گرده‌هارا در A در داخل تنه خالی یک درخت روی هم قرار می‌دهند. قسمت تحتانی تنه درخت به یک مجرأ ختم می‌شود که روغن از آن بیرون می‌ریزد. برای فشردن گرده‌ها بک کنده B بر روی آن می‌گذارند. اهرم عظیمی مشکل از دو تنه درخت که به دقت به هم متصل شده‌اند، روی این کنده قرار دارد. طول قطعه CD حدود ۱۴ متر است. طنابی که دور چرخ قرقره E می‌پیچد به یک سنگ بسیار بزرگ ۴۰۰ کیلوگرمی متصل است.

”ابتدا وقتی سنگ روی زمین قرار دارد چرخ قرقره را می‌چرخانند تا طناب باز شود، سپس دو کارگر به کمک قرقره ثابت F و قرقره متحرک G بازوی اهرم را بالا می‌کشند. گرده‌هارا در A و کنده را در B قرار می‌دهند و قرقره F را آزاد می‌کنند. اهرم CD به آرامی پایین می‌آید و با نیروی وزن خود کنده را بر گرده‌ها فشار می‌دهد. آنگاه دو کارگر به روی سنگ می‌روند و با گرداندن چرخ قرقره E طناب را جمع می‌کنند. سنگ کم کم از زمین بلند می‌شود و با تمام وزن خود به اهرم نیرو وارد می‌کند. روغن در ظرفی که زیر مجرأ قرار دارد جمع می‌شود.

”نتیجه عملیات بسیار جذاب است. این قطعه عظیم ۱۴ متری به آرامی پایین می‌آید و چوب تحت نیرویی که به آن وارد می‌شود به صدا در می‌آید. بازوی کوچک اهرم تقریباً ۵۰۰ متر و بازوی بلند آن ۱۲ متر طول دارد. وزن سنگ و کارگران روی هم به

کیلوگرم بالغ می‌شود. نتیجتاً نیرویی در حدود ۸,۰۰۰ تا ۹,۰۰۰ کیلوگرم به دست می‌آید.<sup>۱۰</sup>  
 (Olmer, p.96)



شکل ۱۸- منگنه روغن در کاشان (تنگ و تیر). (Olmer).

از مقایسه تنگ ایرانی با نمونه‌هایی که کشیش روزیه تشریح کرده است به یک تفاوت عمدی بی می‌بریم و آن فقدان پیچ چوبی در تنگ کاشان و جایگزینی آن با چرخ و قرقره و وزنه است.

در صنعت روغن‌کشی ایران از پیچ چوبی به عنوان وسیله افسرده کردن استفاده نمی‌شود و استفاده از تیر همواره با وزنهای سنگی‌ای که به آن متصل می‌شود همراه است. در عبارت تنگ و تیر که برای نامیدن این دستگاه استفاده می‌شود، تیر چوبی با نیروی فشار وزنهای، تنگ، ترکیب شده است. اشاره حافظ اصفهانی به خطراتی که کارگران تنگ و تیر را تهدید می‌کند بی‌شک مربوط به حرکت دادن وزنه سنگینی بوده که الْمر شرح آن را داده است (حافظ اصفهانی، ص ۹۶).

اگر به قرن یازدهم م/ پنجم ه بازگردیم در فرهنگ واژگان فارسی که اسدی طوسی تهیه کرده است در توصیف کوئینه به عبارت تنگ و تیر بر می‌خوریم: تنگ و تیر روغن دانه‌های آسیاشه را با فشار از لابلای توری‌ای به شکل کفه‌های ترازو و از

۱ این افسرنه کمایش مشابه نمونه فنی‌ای است که نوسط مکس رینگلمن بازسازی شده است. اما فنی‌ها قرقره را نمی‌شاختند و نخستین نمونه‌ای این سیسمون را در دوره یونان و روم می‌توان یافت. وولف نمونه دیگری از این افسرنه Ringelmann.III, pp.565, 570) را شرح داده است (ص ۲۹۷).

جنس علف بیرون می‌کشد و به آن توری کوینه گویند<sup>۱</sup>. تمام عناصر تنگ کاشان در این مثال جمع است ولذا این گمان که این نوع تنگ (با اندک تفاوت‌هایی) در ایران سده‌های میانی شناخته شده بوده باشد به نظر قابل قبول می‌آید.

### روغن در شرق ایران

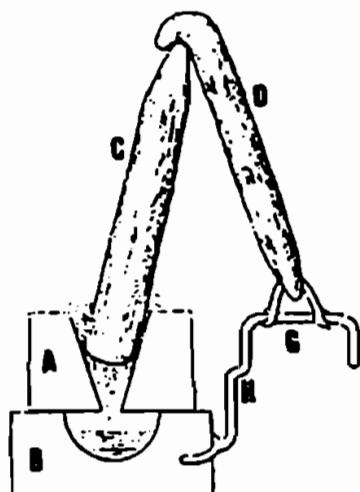
آیا این مجموعه فنی در سرتاسر ایران رواج داشته است؟ پاسخ حافظ اصفهانی منفی است و به زعم او "این وضع جواز که در مواضع خراسان و ماوراءالنهر تمام به عوامل معمول می‌گردد و طرح تیر و تنگ در آن طرف‌ها نیست، و آن مشهور و معروف است" (حافظ اصفهانی، ص ۱۲۰). حافظ اصفهانی در شرق ایران فعالیت داشت و مخترع چندین ماشین مکانیکی بود و در این زمینه مرجعی معتبر به شمار می‌آید. آنچه به اظهار نظر او اعتبار بیشتری می‌بخشد این است که در شرق ایران روش دیگری برای گرفتن روغن رایج بود که در مرکز و غرب ایران به مراتب ناشناخته‌تر بود (همان‌جا، صص ۷۹ و ۱۲۰). این دستگاه جواز نام داشت و در غرب ایران آن را جوغُن می‌نامیدند (همان‌جا).

اما، پیش از آن که مرز فنی میان دو بخش ایران را ترسیم کنیم باید به تشریع عملکرد این دستگاه بپردازیم؛ کاری که نه حافظ اصفهانی نه هیچ یک از سیاحان پیش از الْمر به آن همت نگماردند. الْمر در جریان مأموریت علمی خود در یزد از یک روش تنهیه روغن گزارش خلاصه‌ای به همراه یک تصویر (شکل ۱۹) داده است که از هر نظر به نوعی تنگ شکر که در مازندران و هند استفاده می‌شود شبیه است و به آن در فارسی گلبا و در هندی گلہو می‌گویند<sup>۲</sup>. متأسفانه الْمر نام بومی دستگاه‌هایی را که به این روشنی توصیف کرده نیاورده است. با این وصف، می‌دانیم که حافظ اصفهانی از چنین دستگاهی برای ساختن روغن کشی آبی خود الهام گرفته، و از این رو بدیهی است که آنچه الْمر تشریع کرده یک جواز است: حافظ اصفهانی در حقیقت به کمک دو چرخ دندانه‌دار حرکت چرخشی حاصل از انرژی آب در صفحه

۱. روایتی از ابوسعید دردست است که بنا بر آن کوینه را از دوخ می‌بافتند که گباء دشت‌های خراسان بوده است (ابوسعید، ۱، ص ۱۶۵). کدکنی در حاشیه نوشت است که دوخ همان لوخ است و معین لوخ را همان لونی می‌داند که نام لاتین آن *Typhaa Latifolia* است.

۲. ن. ک. ص ۲۱۶، شکل ۱۵. به استنای چند تفاوت، افسرندۀ شکر و روغن در هند به هم شبیه‌اند (Grierson, pp.46-60)

افقی را به یک حرکت چرخشی در صفحه عمودی تبدیل کرده است که دسته‌ای (جواز) را در یک هاون می‌گرداند. مضاف بر این، گواه دیگر برای این که الگوی کاری او ماشینی از نوع کلیا یا گله‌ی هندی بوده این است که او خود این آسیاب را "جواز روغن کشی" می‌نامد (حافظ اصفهانی، ص ۷۹).



شکل ۱۹ - منگنه روغن بزد، جواز (Olmer).

موزر نیز در ماوراءالنهر به همین نوع آسیای روغن بر خورده است<sup>۱</sup>. همه جور دانه‌های روغنی در آن آسیا می‌شده است و از آن جمله تخم نوعی طالسی که پیش از این نیز در قرن سیزدهم م/ هفتم ه موضوع اشاره رسید الدین فضل الله بوده است. در واقع، روغن‌کشی‌ای که بیشتر در شرق ایران و کمتر در مرکز و غرب رواج داشته، از همان نوعی است که حافظ اصفهانی به آن اشاره کرده و توسط ال‌مر و موزر تشریح شده است.

۱. شرح موزر از این قرار است: "دانه‌های پنبه به قیمتی بسیار ارزان به فروش می‌رسد و در صنعت بومی تولید روغن به کار می‌رود. روغن بدست آمده ناخالص است و نفالة دانه‌ها را که هنوز حاوی مقدار قابل ملاحظه‌ای چربی است برای خواراک دام به کار می‌برند. شیوه استخراج روغن بسیار ابتدایی است و به وسیله آسیاهایی بدوى یا به کمک تبرهای چوبی که توسط یک سیستم دوران در هاوی مخروطی شکل می‌گردد انجام می‌شود. به نظرم چنین می‌آید که این شیوه خاص روغن پنبه دانه نیست و برای تخم خربزه، کنجد، برگ عطر (éroca)، گردو، منتاب و مانند آن باشد." (Moser, pp.352-353).

### جمع‌بندی

بررسی ما در زمینه روغن به یک تفکیک جغرافیایی منجر می‌شود. چنان که مشاهده کردیم، در قسمت شرقی ایران کنجد و در قسمت غربی زیتون به عنوان ماده اولیه روغن خوراکی حائز اهمیت بوده است. همچنین، هر یک از این "دو جهان" برای استحصال روغن از روش ویژه خود بهره می‌گیرد و در راستای این تقسیم فنی است که می‌توانیم مرز بین دو جهان را به نحوی دقیق‌تر تعریف کنیم: جهان شرقی تمام شرق ایران را در می‌نوردد (جواز) و جهان غربی تا سرحد ایران مرکزی پیش می‌رود (تنگ و تیر). اما این تقسیم‌بندی چندان هم انعطاف‌ناپذیر نیست. از جمله، حافظ اصفهانی در غرب کشور از وجود روغن‌کشی‌ای از نوع جواز خبر می‌دهد و روش تهیه روغن کنجدی که در منطقه خزر وجود داشته با روش‌هایی که تا اینجا بررسی شد، متفاوت بوده است.<sup>۱</sup> اما بی‌آنکه بخواهیم وارد تمام جزئیات شویم، می‌توان گفت که سه روش متفاوت تهیه روغن، هر یک به یکی از سه حوزه جغرافیایی مربوط است: ایران شرقی، ایران مرکزی، و حاشیه دریایی خزر. شایان ذکر است که این تقسیم‌بندی جغرافیایی، تقسیم‌بندی‌ای را که در خصوص شکر مشاهده کردیم پوشش می‌دهد: قسمت مرکزی در فضای فرهنگی هندی-ایرانی قرار می‌گیرد، در حالی که در قسمت غربی تفوق فرهنگ‌های یونانی-رومی یا سامی-ایرانی است که ویژگی‌های فنی ایران را تعیین می‌کند. در امتداد ساحل دریایی خزر مخلوطی از آثار این فضاهای به چشم می‌خورد. در چنین وضعیتی، انتشار فنون از منطقه‌ای به منطقه دیگر به دشواری می‌توانست صورت گیرد؛ چرا که صلات و انعطاف‌ناپذیری ساختارهای موجود، چندان زمینه‌ساز چنین حرکت‌هایی نمی‌توانست باشد.

### سیستم‌های بادامکی

در دوران میانی آسیاب‌ها توانستند به کمک سیستم‌های بادامکی متکامل‌تر شوند و برای استفاده در سایر شاخه‌های صنعت نیز انطباق یابند. همانطور که ژیل نیز توجه

۱. "دانه‌های این گیاه را در یک آسیاب (عمودی) خرد می‌کنند. سنگ آسیا به وسیله یک عامل به حرکت در می‌آید. روغن از صافی‌ای که در زیر آسیا قرار دارد می‌گذرد و تصفیه می‌شود. دانه‌ها را قبل از خرد کردن در آسیا، بو می‌دهند؛ تقریباً به همان اندازه‌ای که قهوه را پیش از آسیا کردن." (Gmelin.I, p.384). و همچنین متفقیاً در تمام این مناطق (مازندران) در قسمت‌های جلگه‌ای مقادیر معتبره کنجد می‌کارند." (Gmelin.II, p.7)

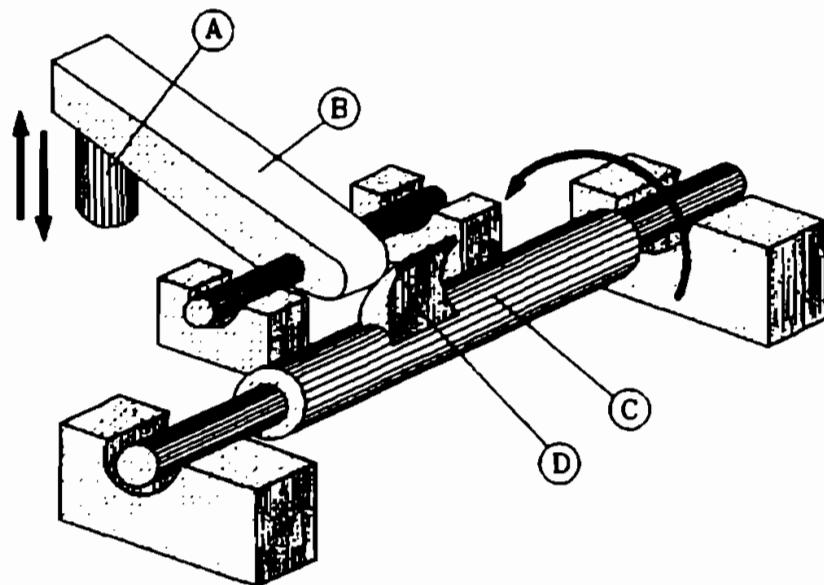
کرده است "یکی از نکات چشمگیر در انقلاب فنی سده‌های میانی همین تعمیم استفاده از بادامک است که این امکان را فراهم آورد تا حرکت چرخشی پیوسته به یک حرکت خطی متناوب تبدیل شود." (Gille, 1954, p.8).

بادامک چگونه عمل می‌کند؟ توصیف آن را از همان نویسنده نقل می‌کنیم (شکل (۲۰) :

"اصل استفاده از بادامک به غایت ساده است. بر گرد میل گردانی که به چرخ دلودار آسیاب متصل است، به فاصله‌های منظم برآمدگی‌هایی نصب می‌کنند. این برآمدگی‌ها ضمن چرخیدن به اهرمی فشار می‌آورند که می‌تواند حول یک نقطه ثابت بازی کند. این فشار باعث می‌شود که اهرم بالا برود و پس از عبور برآمدگی در نتیجه وزن ابزار یا به کمک یک فنر به وضعیت تعادل اولیه‌اش برگردد. به این ترتیب انرژی آب فقط در یکی از دو جهت حرکت متناوب عمل می‌کند. حرکت بازگشت با استفاده از وزن ابزار یا فنر و با آزادشدن ابزار پس از عبور بادامک به دست می‌آید. این کشف را می‌توان در تمام چکش‌ها یا تخامق‌ها یا دیگر ابزارها به کار بست به شرط آن که بتوان فنری در آن‌ها تعییه کرد. نقش فنر را معمولاً یک میله که خاصیت ارتعاعی داشته باشد بازی می‌کند." (همان‌جا)

این سیستم منشائی قدیمی دارد: "با این وجود استفاده از بادامک اختراع سده‌های میانی نیست. در مکتب اسکندریه و به خصوص هرون، از این سیستم در بسیاری ابزارهای خودکار و اختراعات مکانیکی بهره جسته‌اند"، اما این "اختراع باستانی نیز چون آسیای آبی، در سده‌های میانی بود که در عمل به شکوفایی رسید." (همان‌جا، صص ۸-۹). به زعم ژیل در دوران باستان فقط از لگدکوبی استفاده می‌شد. در سده‌های میانی از بادامک که اختراعی بود مربوط به دوران باستان، برای مصارف دیگر استفاده کردند و به جای پای لگدکوب‌ها، تخامق‌های چوبی‌ای را به کار گرفتند که با انرژی آب حرکت می‌کرد. در انگلستان تختین بار در سال ۱۱۸۵/۵۸۱ به کارگاه‌های گازری اشاره شده است. در سال ۱۳۲۷/۷۲۸ ه تعداد این کارگاه‌ها را ۱۲۰ تا ۱۵۰ بر شمرده‌اند که شمار اندکی به نظر می‌رسد." (همان‌جا، ص ۱۰). با افزایش تعداد آسیاهای در قرن دهم م/چهارم ه در غرب، استفاده از آن نیز تنوع بیشتری می‌یابد: آسیای شاهدانه، آسیای آهن و مس، آسیای کاغذ، مازو و پارچه نمونه‌هایی از انواع گوناگون آسیاست. "در بین سال‌های ۱۱۹۱-۱۱۵۷/۵۸۷ م در شهر تروآ ۱۱ آسیا بر ساحل رودخانه‌های سن و ملدانسون بنا شد و در ۵۵۵ م/۱۴۹۳ ه این شهر دارای ۲۰ آسیای گندم، ۱۴ آسیای کاغذ، ۲ آسیای مازو، ۴

آسیای گازری و یک پارچه کوبی بود که جمعاً ۴۱ آسیا بوده است.“ (Forbes. 1954-). ص ۵۸



شکل ۲۰ - سیستم بادامکی. (طرح از نویسنده).

- A- ڈنگ، سرو یا سارہ
- B- بُل
- C- تیر
- D- کوتبا

حال می توانیم در بی این باشیم که در ایران دوره میانه در این زمینه چه روی داده است و آیا استفاده از سیستم بادامکی در مجموعه‌ای چنین متنوع از کاربردهای انرژی آب مشاهده می شود یا خیر؟

در حقیقت، گستره این کاربرد به اندازه‌ای که در اروپا مشاهده می شود نبوده است، کما اینکه ر.دومن در قرن هفدهم م/ یازدهم ه به فقدان دو نوع از این آسیاها در ایران اشاره می کند: آسیاب‌ها ”برای آسیا کردن گندم به کار می روند و آسیای مازو و گازری وجود ندارد.“ (R. du Mans, p.243). به این ترتیب پارچه کوبی و مازوکاری مکانیکی در زمرة فنون این دوره ایران نبوده است، هرچند در قرون پیش و پس از آن در برخی فعالیت‌های صنعتی به نمونه‌هایی از استفاده از بادامک بر می خوریم: نخستین نمونه استفاده از آسیای کاغذ و آسیای مواد معدنی به قرن

یازدهم م / پنجم ه برمی‌گردد. از سوی دیگر، به نظر می‌رسد که همزمان با اقامت ر.دومان در شمال ایران از آسیای برنج استفاده می‌شده است. و سرانجام، ورود آسیای باروت و دم مکانیکی مربوط به دورانی متأخرتر است.

### آسیاب باروت و دم مکانیکی

ظهور این دو گونه آسیا در صنعت ایرانی، منطقاً پس از ورود توب در قرن شانزدهم م / دهم هرخ داده است.

ایران از زمان صفویه با مسائل ناشی از افول قدرت ترکیه عثمانی مواجه بوده و غالباً نیز از آن متضرر شده است. مضاف بر این، در مقایسه با همسایه قدرتمند خود، عقب‌ماندگی‌های فنی انباسته‌شده چشمگیری داشت. هر چند ورود اسلحه گرم در ایران با تأخیر به وقوع پیوست اما شاه اسماعیل (۱۵۲۴-۱۵۰۱ م / ۹۳۱-۹۰۷ م) از سال ۱۵۱۶ م / ۹۲۲ ه و پس از شکست از عثمانی در چالدران (تابستان ۱۵۱۴ م / ۹۲۰ ه) یک گردان واقعی توپجی گردآورده بود که بعدها در زمان طهماسب اول (۱۵۷۶-۱۵۲۴ م / ۹۸۴-۹۳۱ م) به استفاده منظم از سلاح گرم و نهایتاً در زمان عباس اول (۱۶۲۹-۱۵۸۸ م / ۱۰۳۹-۹۹۷ ه) به ایجاد گردان توپجی‌ها (ابتدا پیاده‌نظام و پس سواره‌نظام) و توپجی‌ها انجامید.<sup>۱</sup> (Calmard, p.18).

توپخانه صفوی که در زمان جانشینان عباس اول مضمحل شده بود، در زمان نادرشاه (۱۷۳۶-۱۷۴۷ م / ۱۱۴۹-۱۱۶۰ ه) بازسازی شد و بار دیگر در زمان سلطنت زندیه (۱۷۴۷-۱۷۸۷ م / ۱۱۶۰-۱۲۰۲ ه) از رونق افتاد، چنان که بیشتر "به درد نمایش می‌خورد تا تخریب" (همان‌جا). این تغییر وضعیت را می‌توان ناشی از نقصان سیستم ارتباطی دانست که فاقد راه‌های مناسب برای حمل و نقل توپخانه سنگین بود<sup>۱</sup>. در چنین شرایطی، جنگ مجدداً به جنگ محاصره‌ای بدل می‌شود که در جریان آن حتی اگر شهری با سنگرهای ساده خاکی تقویت شده باشد می‌تواند ماه‌ها در محاصره یک ارتش پرشمار مقاومت کند (ذکاء، ص ۲۰۴).

نوسازی ارتش ایران در قرن نوزدهم م / سیزدهم ه پس از به قدرت رسیدن قاجاریه انجام گرفت، در شرایطی که دیپلماسی ایران از سویی با تهدیدهای جدی روسیه، از سوی دیگر با تشبیثات انگلیس برای حفظ تمامیت ارضی ایران به عنوان حائلی میان روسیه و هند، و از جانب سوم با رؤیاهای دخالت گرانه ناپلئون مواجه بود. فرانسویان که متحдан ایران بودند نخستین مستشاران را گسیل داشتند. سپس انگلیسی‌ها از

<sup>۱</sup>. ن. ک. فصل اول، چرخ و ازابه.

فرانسویان پیشی گرفتند و روس‌ها ابتدا در ۱۸۱۳م/۱۲۲۹ه و بعد در ۱۸۲۷م/۱۲۴۳ه بخش‌هایی از ایران را از آن خود کردند.

برای نوسازی ارتش، علاوه بر توپ به باروت نیز نیاز بود: از همین روست که در این دوره شاهد گسترش کارگاه‌های تولید باروت هستیم. آدرین دوپره که در سال‌های ۱۸۰۹-۱۸۰۷م/۱۲۲۴-۱۲۲۲ه به ایران سفر کرده است در چندین شهر به این کارگاه‌ها برخورده است و شرح روش تولید باروت را مدیون او هستیم:

”[در شیراز] باروت را در بنای آجری وسیعی در نزدیکی دروازه قصاب‌خانه تولید می‌کنند. در این ساختمان هشت کارگاه بود که به علت قلت مصرف، از آن بین فقط دو کارگاه در حال کار بود. رئیس کارگاه در موقع اضطراری قادر است با استخدام پنجاه کارگر، روزانه تا بیست بَتَمَنْ (۶۰ کیلوگرم) باروت تولید کند. شوره را به شکل کاملاً خالص از لار می‌آورند. شش بَتَمَنْ شوره را با یک بَتَمَنْ گوگرد و یک بَتَمَنْ زغال مخلوط می‌کنند و شش و یک ربع بَتَمَنْ باروت به دست می‌آید.“ (Dupré.II, pp.11-12).

در خود لار نیز یک کارگاه باروت وجود دارد ”اما منحصراً برای حاکم تولید می‌کند“ و در گیرش، حدود سه فرسنگی غرب لار، کارگاه دیگری هست ”که حدود صد کارگر در آن کار می‌کنند. در تمام این منطقه شوره به وفور یافت می‌شود.“ (همانجا، p.439).

به احتمال زیاد، این روش تولید باروت در قرن شانزدهم م/دهم ه و همزمان با ورود توپ‌ها از اروپا به ایران آورده شده است. فرایندی که دوپره شرح آن را داده است در حقیقت همان است که در قرن پانزدهم م/نهم ه در فرانسه مورد استفاده بوده است. ”در فرانسه باروت اولیه مرکب بوده است از ۷۵٪ شوره و باقی آن را نیمی گوگرد و نیمی دیگر زغال تشکیل می‌داده است.“ (Gille.1978, p.639). این ترکیب دقیقاً برابر با ۶ بخش (بَتَمَنْ) شوره، ۱ بخش گوگرد و ۱ بخش زغال است، در حالی که باروت چینی از ۷۵٪ نیتر، ۱۴٪ کربن و ۹٪ گوگرد تشکیل می‌شود (همانجا، ص ۴۵۴). ر.دومان در سال ۱۶۶۰م/۱۰۷۱ه به تولید باروت اشاره می‌کند اما به کیفیت آن ایراد وارد می‌داند: باروت‌سازهایی ”وجود دارند، ولی چون شوره و گوگرد (کبریت) را خوب پالایش نمی‌کنند و چون آن‌ها را به نسبت‌های درست با کربن مخلوط نمی‌کنند، باروت به دست آمده مانند باروت ما به یکباره شلیک نمی‌کند و مدت زیادی ناله می‌کند و سوت می‌کشد و معلوم نیست که می‌خواهد منفجر بشود یا نه.“ (du Mans, p.204).

از گفته‌های ر. دومان در خصوص فرایند تولید باروت به هیچ طریق نمی‌توان نتیجه گرفت که از انرژی آب استفاده‌ای می‌شده است، حال آن که در فرانسه برای ساییدن مخلوط "از آغاز قرن پانزدهم م/نهم ها ز تخامق‌های آبی استفاده می‌کردند که از نظر اصول مشابه تخامق‌های بودند که در کارگاه‌های تولید کاغذ به کار می‌رفت" (Gille. 1978, p.639)، به عبارت دیگر مجهز به سیستم بادامکی بودند.

اما در ایران، در آغاز قرن نوزدهم م/سیزدهم ه، **لامی**، سروان مهندسی ارتش، فرماندهی ساخت سربازخانه‌ها، غورخانه، آسیای باروت و ریخته‌گری توپ را بر عهده داشت<sup>۱۰</sup>، هر چند که هموطن‌اش، دوپره، به او اشاره‌ای نکرده است (Calmard, p.24). همچنین، انگلیسی‌ها نیز یک کارگاه تولید باروت به سبک غربی، باروتخانه، بر پا داشته بودند و این به معنی وجود آسیای باروت است. این کارگاه روزانه ۳۰۰ خرووار، ۹۰ تن، باروت سیاه تولید می‌کرد (دُبّلی، بدون شماره صفحه).

این کارگاه‌ها جملگی دولتی‌اند. اما در بخش خصوصی نیز برخی که به عواید این فعالیت راغب بودند به ساخت آسیای باروت پرداختند. موریه در سفر دومش به ایران، بین ۱۸۱۰ م/۱۲۲۵ ه و ۱۸۱۶ ه/۱۲۳۲ ه، با یک ایرانی آشنا می‌شود که به ابتکار شخصی اقدام به تأسیس یک کارگاه تولید باروت کرده بود:

"در جنوب شرقی تبریز در پای تپه‌ای، یک آسیای باروتی بنا شده است که با آب کار می‌کند. سازنده آن اظهار می‌دارد که با این دستگاه به طور اتفاقی و با مشاهده دستگاه مشابهی در قسطنطیبه آشنا شده است. این آسیا بهترین و بی‌رقیب‌ترین بنای تبریز است؛ با آجر، سنگ و مرمر ساخته شده و بسیار گران تمام شده است. نخستین چیزی که توجه بازدیدکننده را جلب می‌کند در آهنی آن است. در مکانی که خطر انفجار تا این اندازه زیاد است، انتخاب چنین دری بسیار ناجاست. اما سازنده آسیا اطمینان می‌دهد که وجود در به هیچ وجه منشأ خطری نمی‌تواند باشد چون به محض آن که جرخ آسیا دستگاه‌ها را به حرکت در می‌آورد، در را دانسماً با آب خیس می‌کنند. به او توضیح می‌دهیم که به دلیل انفجارات بسیار رایج در آسیاهای باروت، در حال حاضر در اروپا، آن‌ها را با استفاده از مصالح سبک و ارزان می‌سازند. اما او با ایمان قوی‌ای که به نیروی تقدیر دارد، پاسخ می‌دهد که به لطف خدا این آسیا هرگز منفجر نخواهد شد." (Morier. 1818, p.231).

به سختی می‌توان تصور کرد که سازوکار عملکرد آسیای باروت تبریز غیر از سیستم مرکب از بادامک بوده باشد؛ چنان که آسیاهای ساخته شده توسط مستشاران خارجی نیز چنین بودند. با همه این احوال، از شرح موریه چنین بر می‌آید که جنبه تجملی آن بر فایده‌اش می‌چریده است و ساخت این قبیل آسیاهای نیازمند

سرمایه گذاری هنگفتی بوده است که از عهدۀ تازه کارها بر نمی آمد، افزون بر آن که آسیا همیشه با خطر انفجار مواجه بوده است.

پس از آن که باروت تولید شد، باید گلوله ساخته شود. "گلوله‌ها را در مازندران ریخته گری می کنند و آنقدر برآمدگی و شن در آن‌ها وجود دارد که باعث ایجاد خلل و فرج می شود و خطر آن هست که حین انفجار قطعه قطعه شوند. تنها گلوله‌های قابل استفاده‌ای که ایرانی‌ها در اختیار دارند آن‌هایی است که از روس‌ها گرفته‌اند." (Dupré.II, p.297) یک سرهنگ فرانسوی به نام ترزل که چند سالی بعد از رفتن دوپره به ایران آمده است از ریخته گری‌های مازندران که غالباً در منطقه نور واقع بودند، توصیفی ارائه داده است. اما ترزل "شاهد ساخت گلوله نبوده است" (Trezel, p.451). گزارش دیگری در دست است از ک.ای.آبوت که در ۱۸۴۸م/۱۲۶۵ه به سواحل جنوب دریای خزر سفر کرده است و در همان منطقه نور شاهد ساخت گلوله بوده و آن را شرح داده است (Isavi.1977, p.284). مشاهدات او مشابه شرح ترزل است، با این تفاوت که به استفاده از ذم‌های مکانیکی‌ای<sup>۱</sup> اشاره می کند که به وسیله انژری آب حرکت می کرده‌اند، حال آنکه ترزل تنها استفاده از "تجهیزات دم" را ذکر کرده است. این تفاوت ناشی از آن است که ترزل تنها از یک کوره بازدید کرده است که ملکی خصوصی بوده و توسط دو خانواده مشترکاً اداره می شده است (Trezel, p.451)، حال آنکه آبوت چندین کوره را بازدید کرده بود. به این ترتیب، احتمال دارد که استفاده از سیستم دم مکانیکی فقط در کوره‌هایی که برای دولت گلوله می ساختند متداول بوده است. آبوت تعداد سالانه گلوله‌ها را ۱۷۵،۰۰۰ و در چهار قطر مختلف ذکر می کند (همان‌جا): چنین سطح تولیدی نیازمند سیستم‌های کارآمدی مانند دم مکانیکی است که می توان احتمال داد توسط مستشاران نظامی خارجی که به این منطقه آمده بودند، نصب شده باشد.

دم آبی که کیسه آن به صورت متناوب و به کمک یک سیستم بادامکی از هوا پر و خالی می شود، در نوع خود نمونه‌ای یگانه باقی می ماند و حتی بعد از آن نیز استفاده از ذم‌های سنتی در کارگاه‌های ذوب فلز ایران ادامه می یابد: بنابر توصیفی که

۱. بر اساس گزارش‌هایی که از متون قدیمی در اختیار است، می‌دانیم که نخستین آسیاهای چینی برای به حرکت در آوردن ذم‌های کوره از یک سیستم مشکل از بادامک استفاده می کردند، مشابه آن چیزی که در قرن‌های چهاردهم م/هشتم ه و پانزدهم م/نهم ه در اروپای غربی به مَصْنَعَة ظهور رسید. اما، آسیاهای چینی به قرن‌های نخستین مسبیحت مربوط می شود." (Gille.1954, pp.8-9).

روبرستون در سال ۱۸۴۳ م/ ۱۲۵۹ ه از معادن آهن فَرَهْ داغ کرده است برای آن که کانی آهن چکش خوار را مستقیماً تولید کنند از دم غیر مکانیکی استفاده می کرده اند (Roberston. 1842, p.84). نتیجه این که دم آبی نیز مانند آسیای باروت از صحنه فنی ایران ناپدید شد بی آنکه حتی از خود بقا یابی بگذارد. گواه این مدعای آن است که برخلاف آسیای باروت که می دانیم عموماً باروتخانه نامیده می شده است، نام دم مکانیکی را نمی دانیم و بر ما معلوم نیست که آهنگران مازندرانی آن را چه می نامیدند.

### ذنگ بونج

در عوض، در همان استان مازندران ماشین هایی برای جدا کردن پوست شلتوك به کار گرفته می شود که نام های فارسی دارند. وقتی چنین ابزاری با استفاده از نیروی انسان به حرکت درآید به آن پا ذنگ می گویند و هنگامی که از نیروی آب استفاده شود آن را آب ذنگ می نامند. فرهنگ برہان قاطع که در سال ۱۶۵۱ م/ ۱۰۶۲ ه تدوین شده است، ذنگ را چنین تعریف کرده است: "چوبی باشد به هیئت سر و گردن اسب که بدان شلتوك را بکوبند تا بونج از پوست درآید". واژه ذنگ نیز مانند آس برای گندم، پیشوندهایی می گیرد که نوع انرژی مورد استفاده را مشخص می کنند.

برہان قاطع نیز پا ذنگ را به همین ترتیب تعریف می کند. ذنگی نیز به کسی گفته می شود که با این دستگاه کار کند. البته واژه آب ذنگ در این فرهنگ نیامده است اما ابزاری است که در حال حاضر در ایران مورد استفاده قرار می گیرد. حال آیا این ابزار نیز مانند آسیای باروت یا دم مکانیکی بعدها به ایران وارد شده است یا در دوران میانه هم وجود داشته است؟ برای پاسخ به این پرسش باید باز به بررسی داده هایی پردازیم که در تاریخ و جغرافیای ایران پراکنده اند.

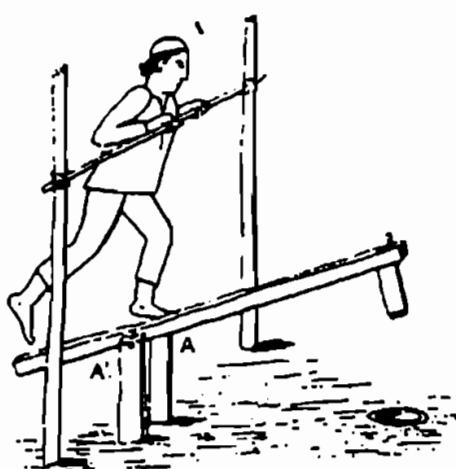
ولف آب ذنگی را توصیف می کند که در ایالات همیجوار دریای خزر از آن برای گرفتن پوست شلتوك استفاده کرده اند. نیروی حرکة این آب ذنگ آبی است که هنگام سرازیر شدن در مجرأ (ناو یا ناب) یک چرخ ۱۶ پر (یا پره) را می گرداند؛ طول هر یک از پرهها ۳ پا است. این چرخ تیری را که بر دو پایه قرار گرفته است می چرخاند. حرکت دورانی تیر یک سیستم بادامکی (کوتینا) را به حرکت در می آورد که ذنگ (سره یا ساره) متصل به یک پل را در یک صفحه عمودی حرکت می دهد. ذنگ از ارتفاع ۴۵ سانتی متری در هاوونی (ذنگانه) فرو می افتد تا پوست بونج را بگیرد. بر حسب میزان آب موجود چرخ "پایین" یا "بالا" قرار می گیرد و عموماً بر

روی همان ماجرا چندین ماشین از این نوع نصب می‌کنند (Wulff, pp.290-291). هنر برنج کوبی در آن است که دانه‌ها سالم بمانند و خرد نشوند.

ولف چیزی در این باره نمی‌گوید که آیا این مجموعه فنی در سده‌های میانی هم وجود داشته است یا خیر. در اواخر قرن نوزدهم م/سیزدهم ه یک مالک ایرانی آب‌دانگی را در یک روستای این منطقه ساخته بود. روزی این دستگاه در آتش می‌سوزد و هرگز جایگزین نمی‌شود چرا که اهالی روستا با سازوکار آن آشنا نبوده‌اند (جمالزاده، ص.۸۶).

ک.ای.آبوت که در ۱۸۴۸م/۱۲۶۵هـ مکانیکی را در مازندران تشریع کرده بود، در گزارش سفرش در ۱۸۴۴م/۱۲۶۰هـ به استان‌های ساحل دریای خزر اجمالاً به توصیف یک آب‌دانگ می‌پردازد. او اضافه می‌کند که دانگ هنگام افتادن در هاون ضمن پوست کشدن از برنج آن را خرد نیز می‌کرده است. معمولاً از ۲۴۰ کیلوگرم شلتوك، ۱۲۰ کیلوگرم دانه برنج به دست می‌آید و اگر کیفیت برنج عالی باشد تا ۱۴۵ کیلوگرم دانه نیز می‌توان به دست آورد (Isavi.1977, p.244).

در گیلان نیز همین دستگاه‌ها وجود داشته است. رایینو و لافون شرح مفصلی از پادنگ و آب‌دانگ می‌دهند که ما در اینجا بخشی از آن را نقل می‌کنیم:



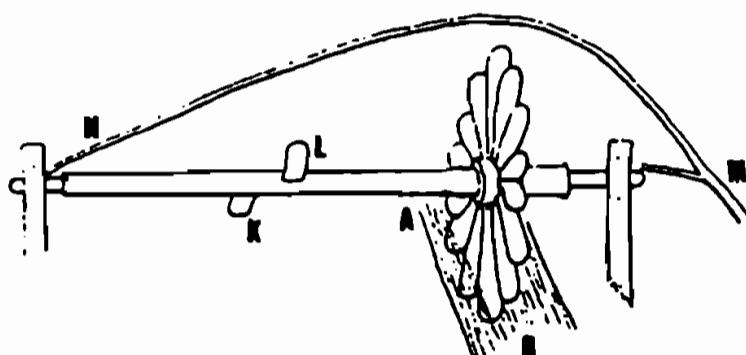
شکل ۲۱ - پادنگ (Robert & Lafont.1914)

پادنگ عبارت از یک نیرک چوبی است که حول یک محور افقی که بر دو پایه محکم A و A' به ارتفاع ۰/۵ متر نصب شده است، حرکت می‌کند (شکل ۲۱)! در انتهای بازوی بلندتر اهرم و عمود بر نیرک یک قطعه چوبی قرار دارد که بر سر آن قطعات نوک تیز آهنی نصب شده است. این قطعه چوبی حکم تخامق را دارد و کاسه هاون یک

سوراخ به عمق ۳۰ متر است که در خاک کنده‌اند و چوبی را که سطح آن زاویه ۴۵ درجه دارد در آن قرار داده‌اند که تخامق بر آن می‌کوبد.

برای حرکت دادن آن یک کارگر روی تیرک می‌رود، پای چپش را روی پایه ۸ می‌گذارد و با تمام نیروی وزن خود پای راست را بر انتهای تیرک که پشت سرش قرار دارد می‌کوبد تا تخامق را به هوا بلند کند. سپس پای چپ را روی قسمت جلوی اهرم قرار می‌دهد تا تخامق به کمک وزن خود بر دانه‌ها کوپیده شود. در این حالت پای راستش روی پایه 'A' نکیه کرده است و این بار با پای چپ بر قسمت پشتی اهرم فشار می‌آورد تا تথاق را بلند کند و عملیات به همین ترتیب ادامه می‌یابد. یک میله چوبی در ارتفاع سینه کارگر نصب شده است تا او برای حفظ تعادل و بالاکشیدن خود به آن اتکا کند. کارگر با سرعت و مهارت زیاد این حرکات را که بسیار پرزمت به نظر می‌رسد، انجام می‌دهد. گاه یک کارگر مرد در آن واحد با دو پادنگ کار می‌کند و گاه دو کارگر زن روی یک پادنگ کار می‌کنند.<sup>۱</sup> (Rabino & Lafont. 1911, pp.20-21)

عملکرد آب‌دانگ همانگونه است که شرحش آمد. اما رایینو و لافون دو توضیح مکمل بر آن افزوده‌اند: یکی این که بر روی یک محور چرخش چندین بادامک می‌توانست نصب شده باشد، و دو دیگر، به کمک یک تصویر (شکل ۲۲) سازوکاری را که برای خنک کردن محورهای در حال گردش به کار می‌رفته است تشریح کرده‌اند (همان‌جا، ص ۲۳). آب‌دانگ را نجار روستا می‌سازد و بسیار ارزان تمام می‌شود؛ روستاییانی که مالک آب‌دانگ‌اند به ازای هر قوطی (۳۰ کیلو) برنج پوست کنده، ۲ پنجه<sup>۲</sup> (تقریباً ۱ کیلو) برنج درخواست می‌کنند<sup>۳</sup> (همان‌جا).



شکل ۲۲ - آب‌دانگ (Rabino & Lafont. 1914)

۱. به همان معنی "مشت".

۲. چنان که در فصل مربوط به آسیاها دیدیم آسیابان‌ها نیز همین روش پرداخت را دنبال می‌کردند.

(MN) – ناو، (AB) – مجرای کوچکی برای انتقال آب تا محورهای گردش برای جلوگیری از سوختن آن، (K) و (L) – بادامک‌ها

اما هیچیک از این نویسنده‌گان اطلاعاتی درباره قدمت استفاده از این دستگاه‌ها یا منشأ آن به دست نمی‌دهند. در تحقیقی مردم‌شناسخی که اخیراً علی جهانگیری درباره زادگاهش، روستای کندلوس مازندران، انجام داده است، در خصوص دنگ برنج، که برای پوست‌کردن ارزن نیز از آن استفاده می‌شود، پارهای اطلاعات فنی و تاریخی به دست داده است (جهانگیری، ص ۸۶). بنا بر قول وولف، پس از ورود دستگاه‌های جدید پوست‌کردن شلتونک به این منطقه، استفاده از آب‌دانگ محدود به پوست‌کردن ارزن شده است (Wulff, p.291). توصیفی که وولف از دنگ داده است در تمام جزئیات، حتی نام قسمت‌های مختلف دستگاه، مشابه توصیف جهانگیری است. این جزئیات مهم‌اند و امکان می‌دهند که منشأ مشترک این ماشین‌هایی را که در تمام مناطق حاشیه دریای خزر پراکنده‌اند آسان‌تر توضیح دهیم.

به زعم جهانگیری، قدیمی‌ترین دنگ برنج کندلوس مربوط به سال ۱۶۴۰م / ۱۰۵۰ه بوده است. نام سازنده آن استاد ناصرالدین بود و مردم روستا روایت خوشمزه‌ای دارند به این مضمون که گویا صدایی که این دنگ هنگام کار تولید می‌کرده است آنقدر شیه نام سازنده‌اش بوده که انگار اربابش را صدا می‌زده است (جهانگیری، ص ۸۶). این روایت نه تنها نشان‌دهنده اهمیت آب‌دانگ نزد ساکنان این روستاست، بلکه گویای این نیز هست که سازنده دستگاه حداقل از دید این روستاییان، مخترع آن نیز بوده است.

به این ترتیب، در ۱۶۴۰م / ۱۰۵۰ه یعنی یازده سال پیش از آن که برهان قاطع به رشتۀ تحریر در بیاید، نجار یک روستای مازندران یک دنگ برنج ساخته بود که با انرژی آب کار می‌کرده است. آیا فکر استفاده از بادامک برای مکانیزه کردن پادنگ را از دستگاه دیگری گرفته بوده است یا خود ابداع‌کننده آن بوده است؟ هیچ چیز روشن نیست. آنچه آشکار است این که مؤلف برهان قاطع که در داکا و به درخواست پادشاه به تحریر فرهنگ واژگان اقدام کرده بود، از رخدادهای این روستا در ایران دور بوده و نمی‌توانسته است آن را در اثرش بگنجاند.

چنین دنگی طبعاً نیازمند دسترسی به آب است و استفاده از انرژی آب در کندلوس که دارای رودخانه است، امری کاملاً ممکن بوده است. روستاهای اطراف که از آب جاری بی‌بهره بودند نیز از دنگ‌های برنج و آسیاهای گندم کندلوس استفاده می‌کردند (همانجا). استفاده از انسان به عنوان منبع انرژی تنها برای مواردی

بود که آب در دسترس نبوده و چنان که دیدیم این راه حل در زمان سفر وولف به این نواحی نیز هنوز متداول بوده است (Wulff, p.290).

شاردان حدود بیست سال بعد از آن که این دنگ برنج در کندلوس بنا شده است، شرح مفصلی از یک پادنگ را ثبت کرده است:

”پوست کندن شلتوك آسان نیست. البته کسانی که غلامان<sup>۱</sup> زیادی دارند این کار را در هاون‌های چوبی انجام می‌دهند؛ اما روش متداول این است که از ماشینی استفاده کنند مشکل از یک تیرک بزرگ که باشدت بر دانه‌های برنج که در گودالی به عمق و قطر ۹۰ سانتیمتر و دارای جداره‌های آجری قرار داده شده‌اند کوییده می‌شود. تیرک ۱۲۰ سانتیمتر طول دارد؛ یک سر آن به یک محور متصل است و حول آن حرکت می‌کند. در انتهای سر دیگر دایره بزرگ آهنه کلفت و بُرندۀ‌ای قرار دارد که قطرش به حدود چهار اینچ<sup>\*</sup> می‌رسد. کارگری روی قسمت عقب تیرک راه می‌رود و به این ترتیب سر آن را از زمین بلند می‌کند؛ سپس دایره آهنه سر تیرک بر روی دانه‌های برنج فرو می‌افتد و پوست شلتوك را می‌شکافد...“ (Chardin.II, p.75).

تصویف شاردان از هر نظر مشابه توصیف رایینو و لافون است. اما شاردان نیز همانند دیگر سیاحان و حتی سیاحانی چون گملن که استان‌های شمالی را خوب می‌شناختند، هیچ اطلاعی درباره آب‌دانگ نمی‌دهد. این دلیل دیگری در تأیید این باور است که در قرن هفدهم م/ یازدهم هاستفاده و انتشار این نوع دنگ محدود بوده است: ناصرالدین در همان دوره یک چنین دنگی را در روستایی که احتمالاً هرگز پای سیاحی به آن نرسیده است بنا کرده بود. اما در میانه قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه، آبوت یک دنگ برنج را مشاهده کرده است که نشان می‌دهد در فاصله دو قرن (از ۱۶۴۰ م/ ۱۰۵۰ ه تا ۱۸۴۴ م/ ۱۲۶۰ ه) دنگ برنج رواج یافته است. در قرن بیستم م/ چهاردهم ه وولف نیز چون رایینو و لافون تعداد زیادی از آن را بر شمرده است.<sup>۲</sup> اما چه بسا که دنگ برنج در دیگر استان‌های ایران شناخته شده بوده است و محوشدن آن از حافظه‌ها ناشی از این بوده که ذکری از آن نرفته است. حال تلاش می‌کنیم تا در دوران‌های پیش از سفر شاردان ردی از آن بیاییم.

۱. البته منظور غلامان خانگی است. پیش از این دیدیم که استفاده از نیروی انسانی به این شکل مکانیکی شدن ابزارهای را کند می‌کرده است. ر.ک. مقدمه بخش دوم.

<sup>\*</sup> pouce (با inch در انگلیسی) ≈ ۲/۵۴ سانتی‌متر. (م)

۲. در سال ۱۹۷۶ م/ ۱۳۵۴ هش در دره ماسوله (گیلان) گین روش‌های قدیمی به کل از میان رفته‌اند چنان که یافتن یک آب‌دانگ متروک هم با دشواری همراه بود.“ (Bazin.1980a.I, p.144).

این گونه دنگ برنج از قرن سوم م در چین مورد استفاده بوده است (White, p.81)؛ و بنا بر یک روایت چینی برنج از هزاران سال پیش در این سرزمین کشت می شده است<sup>۱</sup> (پورداوود، ص ۳۶). برنج از طریق هند از چین به ایران آورده شد (همانجا)<sup>۲</sup> و احتمال می رود فنونی که به همراه آن آمده است، به استثنای دنگ، مربوط به دوره های پیش از قرن سوم م بوده باشد. گردیزی، تاریخ دان و جغرافی دان ایرانی قرن یازدهم م/ پنجم ه، از عجایب چین می گوید و از برخی فنونی که شرح داده است چنین بر می آید که نحوه عملکرد بادامک در دنگ برنج را در نیافته است و ناچار آن را به قدرتی جادویی مناسب کرده است: ”و آلانی دیگر باشد ایشان را که بدان گُرنج و گال کوبند و آن چون مُعلَف گرد ساخته باشد و چوبی قوی اندر و نهند و سنگی قوی بر آن چوب بسته، و بن آن چوب را طلسم کرده که آب گرداند او را.“ (گردیزی، ص ۲۷۱). در ایران برای پوست کندن شلتوك و ارزن همواره از یک هاون معمولی استفاده می کردند که جواز نامیده می شد (و به همین نام در متی پارتی به نام درخت آسوریک<sup>۳</sup> آمده است) و به این اعتبار اعجاب گردیزی در مقابل این دستگاه ”جادویی“ و پیچیده قابل فهم است. در شعری فارسی از یک شاعر معاصر گردیزی این دستگاه به چماقی تشییه شده است (پورداوود، ص ۴۵). ظاهراً دستگاه چینی ای که گردیزی توصیف کرده در ایران شناخته شده نبوده است و جز در مازندران، هیچ دلیلی وجود ندارد که پادنگ به عنوان جایگزین جواز مورد استفاده بوده باشد.

شاید با استناد به منابع دوران های میانی بتوان فقدان دنگ برنج را در این دوره توضیح داد: در آن زمان برای پختن نان عمدتاً از آرد برنج<sup>۴</sup> استفاده می شد که بدون

۱. نقل پورداوود از Das Leben des Pflanze, Band 7, Stuttgart. 1915, p.254

۲. بنا بر قول استرابون و منابع چینی، در قرون دوم م در ایران برنج کاشته می شد. احتمالاً کاشت برنج در ایران نسبتاً محدود بوده است، اما بر خلاف آنچه در اسناد چینی ثبت شده است، در دوره ساسانیان از بین نرفت (Watson, p.16).

۳. قالب این متن گفتگویی میان یک نخل و یک بز است که در آن هر یک از توانایی های خود می گوید. نخل افتخار می کند که از چوب آن برای کویدن ارزن و شلتوك جواز می سازند (درخت آسوریک، ص ۴۰).

۴. بنا بر قول ابن حوقل در قرن دهم م/ چهارم ه، قوت غالب ساکنان مازندران، گیلان (ص ۳۷۱) و خوزستان (ص ۲۵۱) نان برنج بوده است. او همچنین اضافه می کند بعضی اهالی ساحل خزر آن چنان به خوردن نان برنج در تمام ایام سال عادت دارند که نان گندم می خورند دل درد می گیرند و گاه جان می سپارند. یاقوت در قرن سیزدهم م/ هفتم ه به اهواز در جنوب غربی ایران سفر کرده بود و نقل می کند که در این شهر ادامه در صفحه بعد ←

پوست کندن هم می‌توانست به دست آید و در نتیجه نیازی به دستگاهی برای این منظور وجود نداشت. جاخط در کتاب *البغلام* خود دستور نان برنج را که در قرن نهم م/سوم ه در بصره پخت می‌شد ثبت کرده است. در بصره برای تهیه آرد برنج بدون پوست کندن، از دو نوع آسیا استفاده می‌شده است. نویسنده شرحی از یک شخص خسیس می‌دهد و این که چگونه در ملکی که در حومه بصره داشته میهمانان خود را با نان برنج و ماهی پذیرایی کرده است. خسیس برای میهمانان خود "شلوک خرید، بی هیچ چیز دیگر از نعمات پروردگار. هنگامی که به ملک او رسیدم، مزرعه‌دار خود را گماشت که برنج را با دست آس خود خرد کند. آنگاه آن را بوجاری و الک کرد... سپس مزرعه‌دار را واداشت تا برنج را با آسیا و گاوشه آرد کند، هیزم جمع کند و آب جوش آورد... آنگاه آرد را با آب گرم خمیر کند تا بیشتر ورز بیاید و نهایتاً با آن نان بپزد" (Canard, p.124).

در این روش برای تهیه نان به سه نوع انرژی نیاز است: عضلاتی، حیوانی و گرمایی. اما خسیس جاخط آدم مرفه‌ی است که می‌تواند غلام<sup>۱</sup> و یک آسیای گاوی در اختیار داشته باشد. کسانی که نمی‌توانستند غلام داشته باشند می‌بایست آرد برنج را به طریق دیگری تهیه می‌کردند؛ به خصوص که "نان برنج و خود برنج معمولاً غذای تهیه‌ستان بود؛ از آنجا که چربی و گلوتن کمی را شامل می‌شود، چندان مغذی نیست و به استناد نوشتة برخی نویسنده‌گان، عمدتاً در موقع قحطی بود که از این نان می‌پختند. در بصره نان برنج بسیار ارزان بود. این قیبیه می‌نویسد که این شهر بهشت گرسنگان است چون با ۲ درهم در ماه می‌توانند با خوردن نان برنج و ماهی شور خود را سیر کنند." (Canard, p.123). برای آن که نان برنج را به چنین قیمت ارزانی بتوان فروخت، روش‌های تولید بسیار کارآمد لازم است و برای تهیه آرد برنج باید از آسیا استفاده شود.

→ ادامه از صفحه قبل

"نان برنج غذای معمول مردم شهر است؛ این نان فقط وقتی گرم باشد خوش خواراک است و به همین علت مردم آن را در اندازه کم و در خانه می‌پزند. تعداد کوره‌های شهر را که دائم در حال پخت‌اند، می‌توان به حدود ۵۰،۰۰۰ تخمین زد" (Yâqut, p.61). همچنین ن.ک. Canard, p.121.  
۱. این نکته بار دیگر مؤید نظر ماست که بردگی خانگی می‌تواند به شکل مانع برای سرمایه‌گذاری در زمینه ماشین‌آلات درآید.

در نتیجه، برای آن که استفاده از سیستم بادامکی را پیش از قرن هفدهم م/ بازدهم هباییم که تاریخ ظهور دنگ گندم در ایران است، باید در حوزه فنی دیگری جستجو کنیم.

### آسیاب کاغذ

شاید راه حل مسئله خود را در استفاده از آسیاب کاغذ در ایران دوره میانه پیدا کنیم. این گونه استفاده موضوع مناقشات پرشماری بوده است که همگی ناشی از یک دلیل ساده است و آن این که همه همواره از منابع معین و یکسانی استفاده شده است و جز چند تحقیق جدی که در اوایل قرن بیستم م/ چهاردهم ه درباره صنعت کاغذ انجام گرفته است، این موضوع هرگز به صورت منظم مورد بررسی واقع نشده است.

به این ترتیب، لین وايت جونیور در مقدمه‌ای که بر ترجمه هیل از اثر جزاری نوشته است، یک پرسشن بنیادین را طرح می‌کند و از همین طریق استفاده از آسیای کاغذ را در کشورهای اسلامی و در نتیجه ایران، رد می‌کند. پرسشن این است که چرا مسلمانان که با استفاده از انرژی آب برای آسیا کردن دانه‌ها آشنا بودند، هنگامی که فن ساخت کاغذ را از چینی‌ها گرفتند (ظاهرآ) نتوانستند مانند اروپایان از این انرژی برای کوییدن لئای که برای ساخت کاغذ به کار می‌رود بهره گیرند. (al-Jazzari، مقدمه).

در این متن باید به خصوص بر لفظ "ظاهرآ" تأکید کرد. چرا که از قرن دهم م/ چهارم ه در سمرقند از هاون آمیخته هم برای کوییدن ماده اولیه کاغذ و هم برای خردکردن کانی استفاده می‌شده است. گواه این مدعای بخشی از اثر بیرونی (۱۰۴۸-۹۷۳ هـ) به زبان عربی و به نام *الجماهری* معرفت الجماهر است که به طلا و بهره‌برداری از آن اختصاص دارد. او در این متن ضمن مقایسه کیفیت طلای استخراج شده از معادن طوس (خراسان) با طلای بدخشان (افغانستان)، اضافه می‌کند که "طلای معکن است با سنگ چنان در آمیخته باشد که گویند در داخل آن قالب گیری شده است و در نتیجه باید آن را خرد کرد. در آسیاب‌ها (طواحين) سنگ کاملاً گرد می‌شود اما اگر برای خردکردن از مثاجن استفاده شود، روش درست‌تر و ظریف‌تری است. گفته می‌شود که این نوع خردکردن باعث می‌شود که طلا سرخ‌تر بشود که اگر چنین باشد، شگفت‌انگیز و غریب است. مثاجن‌ها سنگ‌هایی‌اند که به یک محور [گردش] متصل و بر یک جریان آب نصب شده‌اند، چنان که امروزه برای خردکردن کان و تولید کاغذ در سمرقند می‌کنند." (بیرونی، ص ۲۳۴-۲۳۳).

از این نوشتۀ بیرونی هرگز در خصوص فرایند تولید کاغذ استفاده نشده است. آنکه این متن را می‌شناخت ولی در کتابی که درباره ذوب فلز در ایران نوشته است تنها به اشاره‌ای به خردکردن کانی‌ها با استفاده از آسیاب (mills) اکتفا کرده و نوع این ماشین‌ها را مشخص نکرده است (Allan, p.7). الحسن و هیل این متن را نقل و به انگلیسی ترجمه کرده‌اند، اما ایشان هم بر استفاده از مشاجن در خردکردن کانی‌ها تأکید ورزیده‌اند و حتی در بخشی از کتاب خود که به کاغذ اختصاص دارد نیز به آسیای کاغذ سمرقند اشاره نکرده‌اند (al-Hasan & Hill, 1986, pp.243-244, 190-197; 1986, p.972).

در حالی که آنچه بیرونی درباره آسیای کاغذ آشکار می‌کند سبب می‌شود که برای ما منشأ پیدایش آن از اروپای غربی به شمال ایران و سمرقند انتقال یابد. تا آن زمان در این زمینه اروپاییان نقش پیشگام داشتند و مدعی بودند که "اهالی خاور دور و اعراب از تخماق‌های پایی و دستی استفاده می‌کرده‌اند" (Gille, 1954, p.12). از این پس چنین چیزی پذیرفتی نیست و باید قبول داشت که کاغذ و آسیای کاغذ از سمرقند و توسط اعراب به اروپای غربی رفته است.

کاغذ چینی احتمالاً در ۷۵۱/۱۳۴هـ و پس از فتح سمرقند به دست اعراب، در ۷۶۲/۹۴هـ<sup>۱</sup>، به این شهر وارد شده است. اما چینی‌ها آسیای کاغذ را نمی‌شاختند. به اعتقاد هانتر روش استفاده از تخماق پایی را اهالی سمرقند برای کوییدن لته‌های خیس‌خورده اتخاذ کرده‌اند. اما چینی‌ها این روش جدید را که کارایی بیشتری نیز داشت، قرن‌ها بعد مورد استفاده قرار دادند و پیش از آن کماکان از روش خردکردن با هاون و تخماق استفاده می‌کردند (Hunter, pp.140-141).

آسیای کاغذی که بیرونی شرح آن را می‌دهد، عیناً شیوه به ماشینی است که گردیزی وصف می‌کند و در چین برای پوست کندن شلتوك و ارزن از آن استفاده می‌شده است. در هر دو ماشین، نقش چکش را سنگ‌هایی بازی می‌کنند که به

۱. مثأ تولید کاغذ از پارچه در آغاز قرن بیستم / چهاردهم هنوز ناشناخته بوده است. به نظر ر. هومنل این نوع کاغذ در سمرقند اختراع شده است و استناد او به کارهای ویزرا گیاهشناس است که در ۱۸۸۵/۱۳۰۳هـ، پس از بررسی کاغذهای سمرقندی و چینی تأیید می‌کند که "روشی که چینی‌ها برای ساختن کاغذ از پارچه استفاده می‌کردند هرگز از مراحل نخستین پیشتر نرفت... و این اعراب بودند که آن را تکامل بخشیدند. این کاغذ منکامل و مرغوب در قرون وسطی به اروپا راه یافت" (Hoermele, p.682). اما ویزرا خود بعدها، در ۱۹۱۱/۱۳۳۰هـ با مطالعه کاغذهای قرن چهارم، به این نتیجه می‌رسد که چینی‌ها با فن ساخت کاغذ پارچه‌ای آشنا بوده‌اند (Carter, pp.6-8).

محوری متصل‌اند و با نیروی آب به حرکت در می‌آیند. کاملاً قابل تصور است که در زمان فتح سمرقند به دست اعراب، اهالی این شهر، ماشین چینی را که از قرن سوم م مورد استفاده بوده است، می‌شناخته‌اند. در این صورت این ماشین باید به منظوری جز تولید کاغذ استفاده می‌شده، چرا که چینی‌ها خود نیز آن را به این منظور به کار نمی‌بردند. به احتمال بسیار، از این آسیا در فعالیت‌های معدنی استفاده می‌شده است و مقایسه بیرونی نیز که پیش‌تر ذکر آن رفت، به همین نوع آسیا اشاره دارد. همچنین، محتمل است که آسیای کاغذ از نوادگان خردکننده آبی کانی‌ها بوده باشد. در نتیجه، چنین نیست که کاغذ و هاون آبی از یک مسیر و همزمان به ایران رسیده‌اند؛ این هر دو در سمرقند، دور از سرزمین چین و در چارچوب مجموعه فنی واحدی که همان آسیای کاغذ باشد، با هم ترکیب شدند.

فن ساختن کاغذ از سمرقند به همه‌جای دیگر و در وهله اول در امپراتوری اسلامی، منتشر شد. چنین بود که بعد از سمرقند، دو مین کارگاه تولید کاغذ در بغداد و تحت توجهات جعفر برمکی وزیر ایرانی خلیفه هارون الرشید، در سال‌های ۷۹۱-۷۹۵ هجری ۱۷۵-۱۷۹ م/ ۱۷۹۱-۱۷۹۵ م، بنا شد و سپس کارگاه‌های دیگری در ایران، عربستان، مصر، سوریه، آفریقای شمالی و اسپانیا دایر شد (Hoemele, p.679).

هیچ اطلاعی در دست نیست که در کارگاه بغداد از روش کوییدن مکانیکی خمیر کاغذ استفاده یا این که آسیای کاغذ به کار گرفته می‌شده است. اما می‌توان فرض کرد که اگر در زمان ساخت کارگاه کاغذ بغداد، در ۷۹۱-۷۹۵ هجری ۱۷۵-۱۷۹ م/ ۱۷۹۱-۱۷۹۵ م، سمرقند دارای سیستم آبی بوده است، پایتخت عباسی نیز می‌توانسته به چنین سیستمی مجهز بوده باشد. نکته مسلم این است کیفیت محصول سمرقند منحصر به فرد بوده است چنان که جاحظ در ۸۶۹ م/ ۲۵۶ ه معتقد است که "کاغذ سمرقند در شرق همان ارزشی را دارد که پاپروس مصری در غرب". بنا بر قول ثعالبی، کاغذ سمرقند و چین در حدود قرن یازدهم م/ پنجم ه کاملاً جایگزین پاپروس مصری شده بود (Carter, p.13-14). سمرقند در طول سده‌های میانی، برتری خود را حفظ کرد و کارگاه‌های آن به تولید کاغذ مشغول بودند. با این پادشاه مغول هند (۱۵۲۵-۱۵۳۰ م/ ۹۳۷-۹۴۲ ه)، در شرح حال خود به نام بابر نامه، می‌نویسد، "سمرقند بهترین کاغذ جهان را تولید می‌کند. گونه‌ای کاغذ به نام جواز در کان گیل در کنار آب سیاه... آب این رودخانه چندان است که

می‌تواند ۷ تا ۸ آسیا را بگرداند.” (Beveridge, p.16). اما پادشاه کشمیر، چندین دهه پیش از آن فن تولید کاغذ را از سمرقند به آن سرزمین برده بود:

”بنا بر اسناد رسمی کشمیر، تولید کاغذ توسط پادشاه زین‌العابدین (۱۴۲۰-۱۴۷۰/۸۲۳-۸۷۵) به کشور آورده شد. شاه شخصاً کاغذسازان سمرقندی را به کشمیر آورد و امکانات استقرار در آن کشور را در اختیارشان گذاشت. گویا پادشاه اختصاصاً سفری به سمرقند کرده بود تا آن‌ها به کشمیر بروند و زمین‌های خوبی را به ایشان داده بود تا در آن مستقر شوند. ایشان کارگاه‌های خود را در نوشهر، حومه سربناگار، که یکی از باغ‌های پادشاه در آن واقع بود، بنا کردند. از آن‌جا که در آن ناحیه آب رودخانه کم بود و انرژی آب کافی نبود، و آب برای به حرکت درآوردن چکش‌ها ضروری بود، شاه اراضی دیگری را در فک برای تولید کنندگان خمیر کاغذ در نظر گرفت. هنوز هم تولید خمیر در فک و کاغذ در نوشهر انجام می‌شود.“ (Clapperton, p.47).

تمامی جزئیات این فرایند تولید کاغذ در دستنوشته‌ای که در سال‌های ۱۸۵۰-۱۸۶۰/۱۲۶۷-۱۲۷۷ در کشمیر تحریر شده است، موجود است. در این نوشته، شکل و توضیحاتی به فارسی نیز وجود دارد که در کتاب بوش کلیشه شده است (شکل ۲۳). در این شکل، می‌توان آسیای کاغذ کشمیر را که چرخ نامیده شده است، مشاهده کرد. آب از زیر چرخ عبور می‌کند و با گردش آن، سیستم بادامک‌ها و نهایتاً تخامق‌هایی را که پارچه‌های کتانی را می‌کوبند، به حرکت در می‌آورد. آسیاهای کاغذ در سمرقند نیز به احتمال زیاد از همین نوع بوده است، چه، فن تولید کاغذ از این شهر آمده است. در دستنوشته فارسی ۷۲۷ نیز (پیوست) به همین فرایند تولید برمی‌خوریم و نویسنده تشریح می‌کند که لباس‌های مستعمل در یک آسیاب کوییده می‌شوند. البته باید در تعییر واژه آسیاب“ احتیاط کرد، چون همان طور که پیش‌تر نشان دادیم، این واژه موارد استعمال بسیار متنوعی داشته است و می‌تواند به هر نوع آسیابی مستقل از نوع انرژی حرکتی آن اطلاق شود.

چنان که دیدیم، در بدرو ورود فن تولید کاغذ به کشمیر، فرایند تولید در دو مرحله انجام می‌شده است: از یک طرف همزدن پارچه در آب برای به دست آوردن خمیر و از طرف دیگر تولید کاغذ. به بیان دیگر، به دو گروه صنعتگر نیاز بود و در صورتی

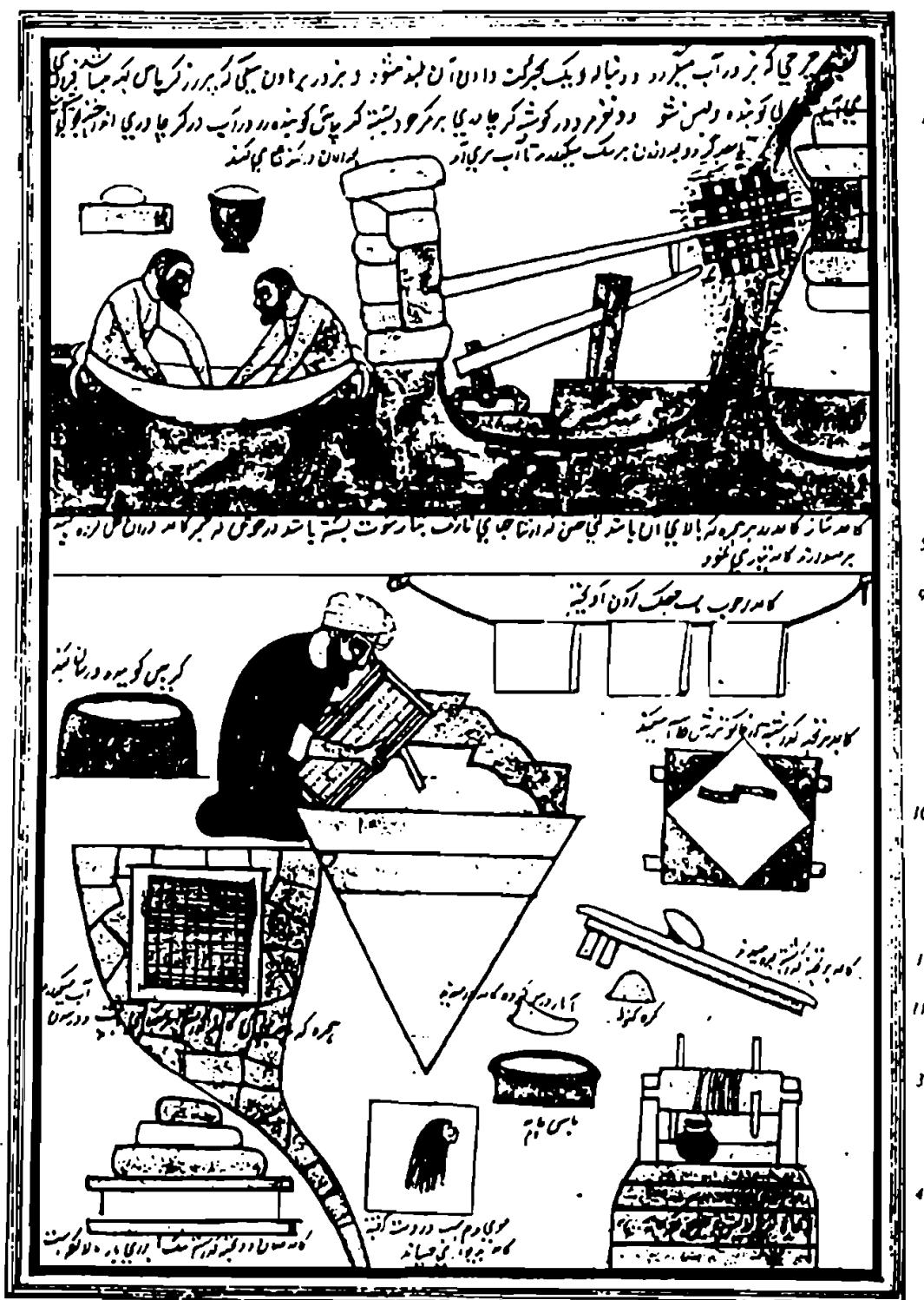
۱. بوریج با توجه به این نکته که جواز نوعی تخامق یا آسیا بوده و در سمرقند و اطراف آن آسیاب‌های استقرار یافته بودند، این فرض را پیش می‌کشد که کارگاه کاغذسازی کان گیل، در نزدیکی سمرقند، با نیروی آب کار می‌کرده است و در نتیجه در این شهر آسیای کاغذ وجود داشته و دایر بوده است (همان‌جا، p.163). در واقع بوریج، بی‌آنکه از نوشته بیرونی خبر داشته باشد، حدس درستی زده است.

که ماشین آبی در دسترس نبود، می‌توانستند از تخماق پائی یا حتی سنگ آسیای عمودی استفاده کنند، بی‌آن که تولید کاغذ لطمه‌ای بخورد.<sup>۱</sup> نمونه‌ای از این روش در دست است که در سال ۱۶۶۰م/۱۰۷۱هـ به کار می‌رفته و در آن کاغذسازان ایرانی از چنین آسیایی استفاده می‌کردند: «آن‌ها کاغذی می‌سازند که نسبتاً زمخت است. پارچه و لباس‌پاره‌هایی را که یهودیان و کهنه جمع کن‌ها برایشان می‌آورند می‌شویند و می‌پوشانند و به جای آنکه مثل ما آن را آسیا کنند، از یک چرخ سنگی [آسیای عمودی] مانند آنچه روغن‌کش‌های ما در فرانسه دارند، برای خرد کردن آن استفاده می‌کنند.»<sup>۲</sup> (du Mans, p.200). در آغاز قرن بیستم م/چهاردهم هنوز وضع بر همین منوال بود: شرح *المر* از آسیای کاغذی که توسط یک کارگر می‌گردد، عیناً همین گونه است.<sup>۳</sup> شایان ذکر است که به رغم کلیه تغییراتی که به کارگیری شکل‌های جدید انرژی به وجود آورده است، استفاده از انرژی حیوانی در این دستگاه تا قرن بیستم م/چهاردهم هنوز داشته است.

۱. در هند نیز چنین است: «کاغذسازان هندی از کتف، کیسه‌های کتفی و کاغذ مستعمل به عنوان ماده اولیه استفاده می‌کنند. این مواد را قطعه قطعه می‌کنند و چندین روز در دیگ‌های سنگی یا چوبی در محوط آهک می‌خوابانند. ماده اولیه را پس از طی این مرحله تجزیه در یک هاون سنگی که در داخل خاک تعیه شده است می‌ریزند و با چکش سنگینی که بر یک محور آویزان است آن را می‌کوبند. مردان و بچه‌ها روی نیزک افقی می‌ایستند و چکش را رهایی کنند تا کتف و دیگر مواد کوییده شود و خمیر لازم برای ساختن ورق‌های کاغذ به دست آید.» (Hunter, pp.141-142).

۲. در جنوب هند نیز از همین روش استفاده می‌شود (Hunter, p.151).

۳. «کاغذهای کهنه را با تکه‌هایی از پارچه زمخت که برای بسته‌بندی استفاده می‌شود و «گونی» می‌نامند، مخلوط را خیس می‌کنند و در زیر یک چرخ آسیا که از سنگی گرد و عمودی تشکیل شده است می‌کوبند؛ درست مانند آسیاهایی که برای حا شرح دادم [آسیای عمودی]. کاغذ خیس خورده به خوبی خمیر می‌شود اما آنها درست تجزیه نمی‌شوند و الافی به طول چندین سانتی‌متر از آن باقی می‌ماند» (Olmer, p.105).



شکل ۲۳ - تولید کاغذ. (نقل شده توسط بوش، Carswell & Petherbridge). نصاوير حرف (Album des Métiers). دستنوشته کشمیر ۱۲۷۷-۱۸۶۰م / ۱۸۵۰-۱۲۶۷م

### تولید کاغذ

- ۱ چرخ: آسیای کاغذ بادامک دار. چکشی کرباس را در هاون سنگی می‌کوبد. دو مرد لتهای کوبیده شده را می‌شویند تا سفید شود. لتهای را روی سنگی می‌گذارند تا خشک شود. سپس آن را در ظرفی قرار می‌دهند.
- ۲ کرباس کوبیده در حوضچه.
- ۳ خمیر.
- ۴ چاه و چرخ چاه.
- ۵ کاغذساز با چارچوبی که از شاخه‌های درخت پرتفال ساخته شده است، خمیر را می‌گیرد.
- ۶ چارچوب را روی سنگی می‌گذارند تا آب آن برود.
- ۷ کاغذ را بین دو تخته می‌گذارند و چند سنگ روی تخته‌ها قرار می‌دهند.
- ۸ کاغذ را با استفاده از یک قلم مو از موی دم اسب به دیوار می‌چسبانند.
- ۹ کاغذ آویخته بر بند.
- ۱۰ کاغذ را روی تخته‌ای می‌گذارند و با چاقویی آن را می‌تراشند.
- ۱۱ نشاسته را در این (ظرف) می‌ریزند و کاغذ را به آن آغشته می‌کنند.
- ۱۲ کاغذ را روی تخته‌ای می‌گذارند و صیقل می‌دهند.

میج نشانه‌ای از کاربرد آسیای کاغذ در ایران و در فاصله قرن‌های هفدهم / یازدهم و بیستم / چهاردهم در دست نیست. ظاهرآ، کیفیت کاغذی که در آسیاب تهیه می‌شده از محصول آسیای عمودی بهتر بوده است، کما این که *المر* و *ر.دومان* هم معتقدند که این نوع اخیر زمحت است و کاغذ سمرقند جزء بهترین کاغذها به شمار می‌آید. البته در سمرقند چندین نوع کاغذ تولید می‌شده است: از جمله کاغذهایی که ترکیه وارد می‌کرده یکی سمرقندی نام دارد و دیگری حریر سمرقندی که با استفاده از ضایعات ابریشم در سمرقند تولید می‌شده است (Kagitçi, p.12).

البته سمرقند تنها مرکز تولید کاغذ در دنیای ایرانی نبود و به هر حال نمی‌توانست به تنها در خواست بازار را تأمین کند. *المر* و *ر.دومان* نمونه اصفهان را ذکر می‌کنند و فریزیر نیز در سفر خود به ایران در اوایل قرن نوزدهم م/سیزدهم هاز آن به عنوان مرکز

تولید کاغذ یاد کرده است (Fraser, p.355). کاگیچی نیز که ذکرش رفت از دو نوع دیگر کاغذ ایرانی که به ترکیه صادر می‌شد نام می‌برد: کاغذ بخارا<sup>۱</sup> و کاغذ تبریز (Kagitçi, p.12).

تبریز در زمان ایلخانیان پایتخت ایران بود و در آنجاست که مغول‌ها برای نخستین بار پول کاغذی، چاو، را از روی الگوی چینی می‌سازند (وصاف، ص ۱۶۶). کارگاه دیگری نیز در شیراز (همان‌جا، ص ۱۶۷) بنا شده بود اما این "پول کاغذی" دیری نپایید؛ با این حال چه بسا که تأسیسات تبریز یا شیراز پابرجا مانده باشند و به تولید کاغذ ادامه داده باشند. تقریباً مسلم است که تولید کاغذ در تبریز مشابه سمرقند بوده است چرا که این قبیل تأسیسات دولتی بودند و مانند کشمیر از کارآمدترین و همچنین پرهزینه‌ترین فنون بهره می‌گرفتند. یک شخص منفرد تنها می‌توانسته با استفاده از روش‌های کهنه و به کمک آسیای عمودی کاغذی نامرغوب تولید کند.

### خردکننده‌ها

چنان که پیش از این و بر اساس نوشته بیرونی دیدیم، خردکننده‌های مکانیکی در ایران شرقی از پیش از قرن دهم م/ چهارم ه مورد استفاده بودند. چکش این خردکننده‌ها سنگی بود و این نکته نشان می‌دهد که استفاده اصلی آن برای خردکردن کانی‌ها بوده است و برای کوییدن ماده اولیه کاغذ که به عملیات ظریف‌تری نیاز دارد استفاده نمی‌شده است. ظهور این چکش آبی باید مربوط به دورانی باشد که فعالیت‌های معدنی رونق داشته است. بنا بر قول کاشانی، در قرن سیزدهم م/ هفتم ه "سنگ‌های حاصل از رگهای طلا را که قطعه قطعه از معدن بیرون می‌آوردن با دست تکه می‌کردند و سپس برای خردکردن به آسیا می‌بردند." (Allan, ص ۷). طوسی نیز در دوره ایلخانیان همین روش را به اختصار توصیف کرده است و ضمناً این نکته را آشکار می‌کند که در پاره‌ای مناطق ایران طلا یافت می‌شده است (نصیرالدین طوسی، ص ۲۱۲).

احتمال دارد که این هر دو دانشمند ایرانی به همان ماشینی که بیرونی وصف کرده است اشاره می‌کنند و در آن صورت گواهی است بر این که استفاده از این ماشین تا

۱. اودونوان طی اقامت خود در قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه در مرلو، مشاهده کرده است که کاغذ این شهر از بخارا تأمین می‌شده است. این کاغذ را ایپک کاگوس (ypek kagus) یا "کاغذ ابریشمی" می‌نامیدند (O'Donovan.II, pp.400-401).

بعد از قرن دهم م/ چهارم ه نیز ادامه داشته است. از سوی دیگر، دیدیم که در سده‌های میانی فعالیت معدنی در ایران رو به انحطاط نهاد تا آن‌جا که تعدادی از معادن از فعالیت باز ایستادند و در نتیجه ماشین‌های مورد استفاده در فعالیت‌های معدنی نیز به حال خود رها شدند.

به هر تقدیر، در کنار ماشین‌های آبی انواع دیگری خردکننده غیرمکانیکی نیز وجود داشته است. تایلکوت نقل می‌کند که در زرکشان، در بین راه کابل و قندهار، سنگ‌ها را تا دره‌ای در نزدیکی معدن حمل می‌کنند و آن‌جا در یک حوضچه سنگی مدور و به کمک دو سنگ آسیای عمودی آن را خرد می‌کنند (Allan, p.4). به گفته گولند این نوع آسیا کلاسیک است و نمونه‌هایی از آن را در نوبی (Nubie) کشف کرده‌اند (همان‌جا). با این حال آسیای تکسنگ در ایران رایج‌تر بوده است. این آسیا به همه کار می‌آمده است و با تغییر قطر و کلفتی سنگ آن می‌توانستد برای منظورهای مختلف از آن استفاده کنند. شاردن نیز هنگام تشریع فرایند تولید گچ به آن اشاره می‌کند:

گچی که ایشان می‌سازند با گچ ما تفاوت دارد. هر جوری هم که آن را پرداخت کنند نه به آن نرمی می‌شود و نه به آن سفیدی. گچ را مانند ما از معادن گچ استخراج نمی‌کنند بلکه در احجام زیاد و به صورت فله‌ای از کوه‌ها می‌آورند. آن را می‌پزند و سپس به کمک یک سنگ آسیای بزرگ خرد باله می‌کنند. کلفتی سنگ از سنگ‌های آسیای گندم بیشتر اما قطرش کم‌تر از یک سوم قطر آن است. این چرخ بر پشت می‌گردد و باید همواره کارگری با یل گچ را زیر آن براند. روساییان، به خصوص در هنگام زمستان که در مزارع کار کم‌تر است، برای بردن پهن به آسیا می‌آیند و گچ می‌آورند. (Chardin.II, pp.76-77).

البته منظور از "چرخ" همان سنگ آسیای عمودی است چنان که R. دومان نیز با تشبیه آن به سنگی که در روغن‌کشی‌ها به کار می‌رود، این نکته را تصویر کرده است: کوره‌پرها "کسانی‌اند که خشت و گچ می‌پزند؛ گچ را به وسیله چرخی مانند آنچه در روغن‌کشی‌های ما متداول است، گرد می‌کنند." (du Mans, p.207).

قطر سنگ یک آسیای آبی سه پا یا یک متر است (du Mans, p.243). به این ترتیب، قطر سنگ عمودی‌ای که شاردن شرح آن را در آسیای گچ داده است یک پا یا یک سوم متر بوده است. اما سنگی که در روغن‌کشی اصفهان به کار رفته بود، شش پا قطر، چهار تن وزن و دو پا کلفتی داشت. جنس آن از سنگ خارا و از معدنی در لاسو، در نزدیکی کاشان، به دست آمده بود (Wulff, p.296). به نظر می‌رسد که ابعاد سنگ برای مصارف مختلف استاندارد شده بود. قطر آسیاهایی که در استان کرمان و بزد برای ساییدن برگ‌های خشک‌شده حنا به کار می‌رفتند، جملگی ۱/۸۰ متر یا ۶ پا

بود (Olmer, p.79). چنان که دیدیم، آلمر در جای دیگر روایت می‌کند که سنگ‌هایی که برای لهکردن کاغذ استفاده می‌شده "مشابه سنگ‌های حنا" بوده است (ن.ک. شکل ۱۷) (Olmer, p.105). در نتیجه، در روغن‌کشی، کاغذسازی و رنگرزی از همان نوع سنگ عمودی استفاده می‌شده است. در عوض ابعاد سنگ‌های آسیایی گچ متفاوت است و درباره ابعاد سنگ‌های سایر خردکننده‌های کانی چیزی نمی‌دانیم؛ برای خردکردن صخره‌های سخت به سنگ‌های بزرگ‌تری احتیاج است. طبعاً مقدار تولید این آسیاهای بر حسب تراکم ماده‌ای که باید خرد می‌شد، متفاوت بوده است. متأسفانه اطلاع چندانی در خصوص مواد دیگر، جز کانی‌ها، در دست نیست و حتی در این مورد هم جز یک رقم چیزی نمی‌دانیم و ناچاریم که بر اساس آن استنتاج کنیم: در مرکز ایران از لهکردن کربنات سرب سفیداب تهیه می‌کردند. یک آسیای تک سنگ عمودی می‌توانست روزی ۲۵ کیلوگرم سفیداب تولید کند (ایرانشهر، II، ص ۱۸۷۳).

با این سنگ عمودی، هم پوست انار را له می‌کردند و هم گال بلوط را که به خاطر جوهر مازوی زیادی که در خود دارد برای ساختن رنگ استفاده می‌شده است (Wulff, p.300). در ایران، پرداخت چرم "با نمک و گال بلوط انجام می‌شود و نه با مازو و آهک." (du Mans, p.203). به این ترتیب، دباغ به جای آسیای مازو از این خردکننده سنتی استفاده می‌کند.

بنابراین، تفاوت بین آسیاهای عمودی بیشتر به لحاظ محصول نهایی آن‌ها بوده است تا روش عملکردن. در واقع، در این آسیا می‌توان مستقل از نوع فعالیت از همه حیوانات باربر استفاده کرد و عملکرد آن مانند آسیایی است که در تشریح کشیش روزیه از یک روغن‌کشی در فرانسه آمده است: حیوان باربر به اهرمی بسته است و یک سنگ عمودی را می‌گرداند. "سنگ آسیا حرکت حیوان را دنبال می‌کند اما گرد خود نیز می‌گردد؛ اگر چنین نبود فقط یکی از قسمت‌های سنگ دانماً بر زمین می‌ساید و نتیجه این می‌شد که سنگ‌های زیرین خورده می‌شد و سنگ گردان نیز فقط در یک نقطه ساییده می‌شد." (Rozier, p.5). این عاملی است که بازده انرژی این دستگاه را به شدت کاهش می‌دهد. در لبنان در یک کارگاه روغن‌کشی "به جای آن که سنگ فقط گرد خود بگردد بر روی سنگ زیرین ساییده می‌شده و این امر باعث می‌شد که میزان انرژی مصرف شده تا ۱۵۰ برابر بشود بی آن که کیفیت محصول تغییری کند. مثلاً، از ۱۴۹ کیلوگرم/متر کاری که باید برای گرداندن سنگ انجام

شود، ۱۴۸ کیلوگرم/متر آن برای غلبه بر اصطکاک ناشی از ساییده شدن آن مصرف می شد.” (Cresswell, p.36).

با این حال، ”این آسیا بسیار ساده است و یقیناً همین سادگی است که سبب می شود تا بتوان تقریباً همه جا از آن استفاده کرد.“ (Rozier, p.7). و منظور کشیش از ”همه جا“ تمام روغن کشی های فرانسه است. از سوی دیگر، بنا بر قول ر. دومان کاغذسازی های ایران شیوه به روغن کشی های فرانسه اند... سادگی این سازو کار می تواند از منشأ قدیمی آن حکایت کند، اما این که منشأ آن کدام کشور بوده است، پرسشی است که پاسخ آن طبق معمول پیچیده است. نیدهام در تحلیلی که از یک متن مربوط به قرن پنجم م ارائه داده بر این عقیده است که این آسیا الگویی برای ستاره شناسی چینی چنان کو (۴۸۰ تا ۲۲۰ پیش از میلاد) و بدیلی از جهان ستارگان است؛ با این حال نمونه عینی آن تا سال ۱۸۰ م مشاهده نشده است (Needham.1954-1974.III, pp.214; IV; pp.99, 201).

در عوض، در جهان یونانی-رومی در قرن پنجم پیش از میلاد و در حدود سال ۵۰ م trapetum وجود داشته است. در ادبیات کلاسیک غرب به این دستگاه اشاره شده است. Trapetum نخستین نمونه آسیای عمودی<sup>۱</sup> است، با این تفاوت که دایره حرکت کوچکی دارد (Needham.1954-1974.IV, p.203). به نظر می رسد که ظهور و حتی توسعه آن در ارتباط با تولید روغن زیتون در غرب و حاشیه مدیترانه بوده باشد. به یاد داشته باشیم که روش تولید در مشرق زمین متفاوت بود، چنان که روغن به دست آمده نیز متفاوت بود.

این نوع خردکننده ها در ایران سده های میانی در فعالیت های پیشه وری عدیده ای به کار می رفت و از آن جا که انرژی مصرفی آن از نوع حیوانی بود، راه را بر ماشین های آبی که نیازمند قابلیت های فنی برتر، تقسیم کار پیشرفته تر و هزینه نگهداری بالاتری بود، می بست. البته دسترسی به آب عامل مهمی برای استفاده از انرژی آب در خردکننده ها بوده است، اما نباید از یاد برد که آسیاب های آرد گندم در اطراف و اکناف ایران بر پا بوده و دشواری های تهیه آب چندان مانع استفاده از آسیاب نشده است. آنچه که بیشتر مانع آن شده است که صنعتگر ایرانی افق دید فنی اش را گسترش دهد و خود را با ماشین های جدید و فق دهد، فقدان تسلط بر سیستم بادامکی و انتقال این فن بوده است.



## فصل نهم

### ساعت مکانیکی

ساعت مکانیکی قبل از قرن چهاردهم م/ هشتم ه در غرب ساخته شد، اما برخی مراحل لازم برای طراحی آن در تمدن‌های دیگر و پیش از آن تاریخ طی شده بود. در ایران چنین نبود و ساعت در اواخر قرن پانزدهم م/ نهم ه و از اروپا به این سرزمین آورده شد. این سیستم اندازه‌گیری زمان پیش‌قراول محصولات صنعتی دیگری بود که پس از آن به ایران آمد. حافظ اصفهانی بر اساس یک الگوی اروپایی اقدام به ساخت ساعت مکانیکی کرد اما فرصتی که به این ترتیب دست داده بود، تا ساخت آن بتواند در محل صورت پذیرد، بی‌سرانجام ماند و این نخستین گام‌ها به سمت مهار کردن زمان در عصر جدید، به بونه فراموشی سپرده شد.<sup>۱</sup> پیش از آن که به علل عدم تحقق این فن بپردازیم، می‌خواهیم شرایط ورود آن را به ایران تشریح کنیم.

بنابر قراین موجود، اولین ساعت مکانیکی غربی در زمان سلطنت یک پادشاه تیموری به هرات آورده شد.<sup>۲</sup> البته بازیزد دوم (۱۴۸۱-۹۱۸ م/ ۱۵۱۲-۹۸۶ هـ)، سلطان عثمانی، پس از چندین تلاش نافرجام توانسته بود یک نمونه از این ساعت را به دست آورد. سلطان چنان به پیشرفت‌های فنی اروپا رشك می‌برد و غریبان آنقدر با به

۱. حدود شصت سال بعد نیز نقی الدین، مهندس دربار عثمانی، از روی الگوهای اروپایی به ساخت ساعت‌های مکانیکی چندی مبادرت کرد (Hill, 1988, p 59). اما کار او نیز مانند هنری ایرانی اش فراموش شد.

۲. نخستین اقدام‌ها برای ساخت یک ساعت اروپایی توسط احمد گورکان (۱۴۹۴-۹۰۰ م/ ۱۴۶۷-۹۷۲ هـ)، حاکم سرقند، صورت گرفت که از حافظ اصفهانی دعوت کرد تا از روی الگوی اروپایی ساعتی بازد (حافظ اصفهانی، ص ۸۰). اما در آن زمان سلطان حسین باقر (۱۵۰۵-۱۴۶۸ م/ ۹۱۱-۸۷۳ هـ) در هرات حکومت می‌کرد و به استناد نوشتة حافظ اصفهانی عملیات ساخت ساعت به فرمان وزیر مشهور او، میرعلی‌شیر (که در سال ۱۵۰۰ م/ ۹۰۶ هـ درگذشت) انجام می‌گرفت (همان‌جا، ص ۱۶). در این باره ن. ک. نوری‌بخش، ص ۴۰۰.

تعویق‌انداختن درخواستش او را تحریر کرده بودند، که وقتی سرانجام به وصال ساعت رسید، دستور داد کسی را پیدا کنند که قادر باشد از روی آن یک ساعت مکانیکی بسازد و به این ترتیب برتری اسلام را به اثبات برساند. متأسفانه هیچ یک از دانشمندان ترک موفق به ساختن آن نشد و سلطان ساعت را به خراسان فرستاد تا ساخت آن حداقل در سرزمین اسلام انجام گیرد (حافظ اصفهانی، ص ۱۲).

حافظ اصفهانی به شرح وقایعی پرداخته است که منجر به این شد که وی به سازنده ساعت مکانیکی منتب شود. شاه پیش از آن که او را به این مهم بگمارد با تمام متخصصان پیشه‌های گوناگون مشورت کرده و به هیچ نتیجه‌ای نرسیده بود. در واقع، این وسیله مکانیکی، که همراه پیک مخصوص شاه، ایران را از غرب به شرق در نور دیده بود، همه کسانی را که به لحاظ دانش فنی‌شان معروف بودند و سعی داشتند مشابه آن را بسازند و یا حتی از نحوه عملکرد آن چیزی سر دریاوردند، گنج کرده بود. مثلاً منجم مشهوری در تبریز کار را به دست گرفت و بی هیچ موقبی آن را رها کرد. خجلت‌بارتر این که او حتی توانست دستگاهی را که از هم باز کرده بود دوباره سوار کند و پیک شاه به جای او دستگاه را جمع کرد (همان‌جا، صص ۱۳-۱۲) – قطعاً او به بستن و جمع کردن این دستگاه که مدعیان ساخت آن بی هیچ نتیجه‌ای از هم باز می‌کردند، عادت کرده بود...

آبروی اسلام در گرو اجرای این طرح بود و منطقاً هم می‌بایست به روند رقابت بین شرق و غرب ایران دامن بزند. حافظ اصفهانی این چشم و هم‌چشمی را ناسالم و خطرناک می‌دانست و به همین علت بود که نخست درخواست شاه را نپذیرفت (همان‌جا، ص ۱۵). اما سرزمین تحت سلطه پادشاه در محدوده شرقی ایران واقع بود و شاه طبعاً مایل نبود که رقبای او در غرب ایران در این مسابقه پیروز شوند. از همین رو بود که وقتی اطلاع یافت که در هرات دو مهندس کار را به دست گرفته‌اند بسیار خرسند شد. او به ایشان مبالغی پول پرداخت کرد و هشت ماه مهلت داد تا ساعت را تمام کنند. متأسفانه در انتهای مهلت یکی از مهندسان که بخشی از پاداش را خرج کرده بود و هیچ موقبی هم نیافته بود، از وحشت گوشمالی‌ای که در انتظارش بود، پای به فرار نهاد (همان‌جا، ص ۱۸). تلاش‌های مهندس دیگر نیز چندان نویدبخش نبود و شاه نومیدانه دعوت خود را از حافظ اصفهانی تجدید کرد (همان‌جا، ص ۱۶). او این بار پذیرفت، مشغول به کار شد و ساعت را ساخت.

این واقعیت که پادشاه توانسته بود تنها یک نفر را پیدا کند که قادر باشد از عهدۀ این امر برآید، به خوبی نشان‌دهنده وضعیت دانش فنی در اوآخر قرن پانزدهم م/نهم ه

در ایران است: جایگاه حافظ اصفهانی بسیار برتر از سطح دانش فنی آن روزگار بود و ساعتی که وی ساخت نیز آخرین ساعتی بود که ساخته شد. با این که وی کار خود را به تفصیل و به همراه شکل‌های بسیار شرح داده است، اما نتیجه آن در قعر فراموشی گم می‌شد و ساعت‌هایی که از آن پس در دربارهای ایران به چشم می‌خورد همگی کار ساعت‌سازان اروپایی است.

اما در این‌جا باید نکته‌ای را یادآوری کنیم: درست است که حافظ اصفهانی از آن ساعت ساخت اروپا که در اختیارش بود الهام گرفته بود، اما این نمونه‌ای از وام‌گیری یک فن است که در محیط فنی متفاوتی بالاخره درک می‌شود. در واقع، مفهوم وام‌گیری یا نوآوری تنها در صورتی معنی دار می‌شود که قادر شویم پیام محیط خارج را درک کنیم. هر چند حافظ اصفهانی از بلوغ فنی لازم برای درک سازوکار ساعت مکانیکی برخوردار بود، اما محیطی که در آن نمو می‌کرد از آن سازوکار هیچ نفهمیده بود. حتی اگر او خود مخترع این ساعت می‌بود نیز اوضاع چندان فرقی نمی‌کرد و گواه این مدعای سرنوشت اختراعات دیگر اوست، اختراعاتی که زایده سیستم فنی ابداعی خودش بود.

دلایل چنین جهل و بی‌خبری فنی را بعضاً می‌توان در نوشتة این مهندس جست، و با بررسی شرحی که داده است آشکار می‌شود که برای متحقق کردن چنین طرح فنی‌ای، عواملی با ماهیت‌های متفاوت دست به دست هم داده‌اند: شناخت و اندوخته فنی از یک سو و حمایت دولت از سوی دیگر. حمایت دولت، در این مورد خاص، علاوه بر بلندپروازی حاکم، ناشی از احساسات مذهبی نیز بود. ولی به نظر می‌رسد که سازماندهی و ساختار فنی، نسبتاً ضعیف و بیش‌تر وابسته به دربار بود تا به یک سیستم فنی که نیازمند تبادل اطلاعات میان اعضاء و ارتباط درونی باشد. افزون بر این، با دقت در نگرش حافظ اصفهانی می‌توان به فرق بین ذهنیت فنی او و محیطش پی برد.

### ساعت: اساس فنی

بنا بر توصیف حافظ اصفهانی ساعتی که از اروپا به ایران آورده شده بود، ساعتی دیواری بوده است که رقصک دایره‌ای داشته و سر ساعت‌ها زنگ می‌زده است. ساز و کاز این ساعت نسبتاً ساده بود. اگرچه تأکید حافظ اصفهانی بیش‌تر بر نحوه ساخت قطعات مختلف مکانیکی این ساعت متمرکز است، اما در شرحی که از آن داده است

خطی را دنبال می‌کند که از منطق سازوکار ماشین ناشی می‌شود. او ساعت<sup>۱</sup> را اساساً منتقل از شش چرخ دنده می‌داند و هر یک را به نامی (خاص و نامتعارف) می‌نامد؛ از چرخ محرك آغاز می‌کند و توصیف خود را با چرخی که ساعت را روی صفحه نمایش می‌دهد به پایان می‌برد. از جزئیات ساخت و انتخاب مواد اولیه چرخ‌ها که بگذریم، سازوکار این ساعت را به این شکل می‌توان تصویر کرد (شکل ۲۴):

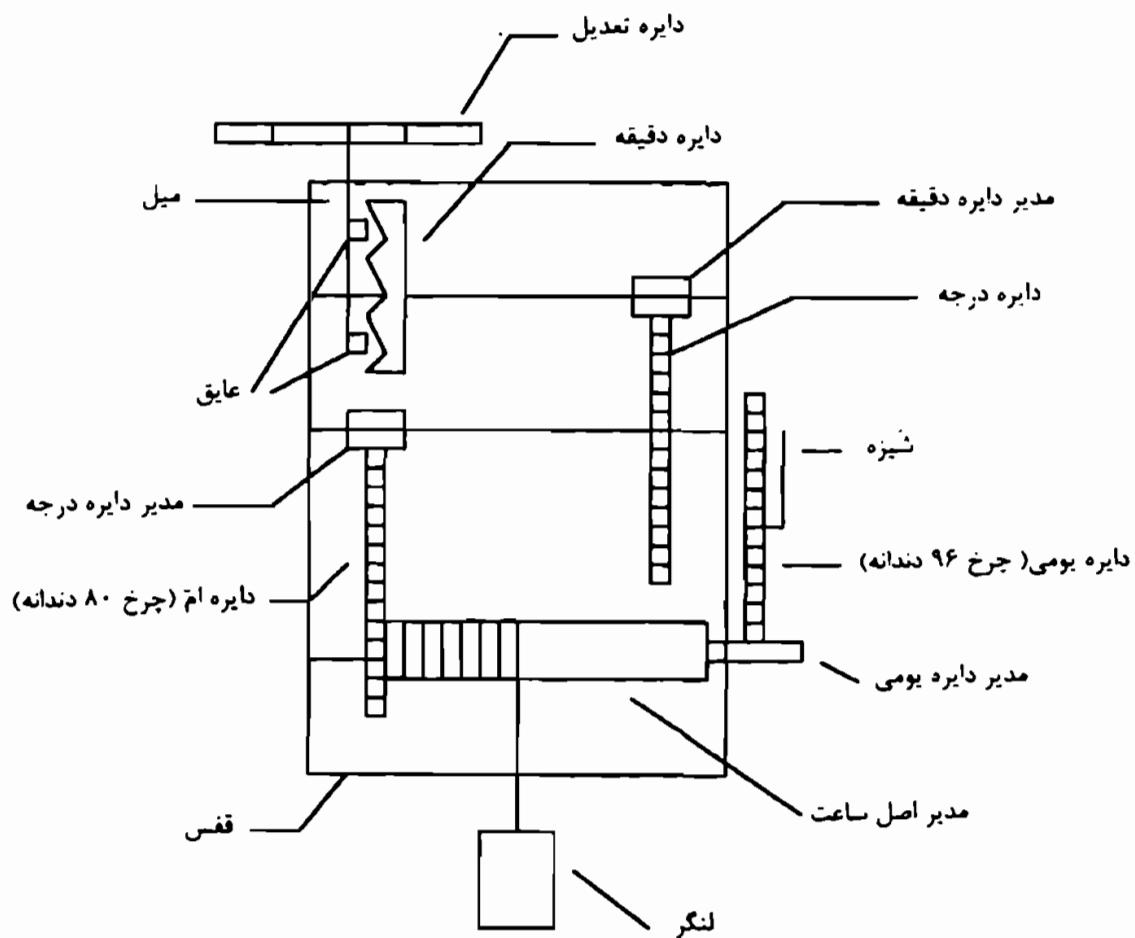
وزنه معلقی به نام لنگر در خلال پایین‌آمدن، استوانه‌ای را به نام مدیر اصل ساعت به حرکت در می‌آورد و انرژی لازم را تولید می‌کند. این سازوکار یک چرخ ۸۰ دندانه‌ای به نام دایرهٔ آم را می‌چرخاند که به واسطه یک سیستم چرخ دنده‌ای چرخ دومی به نام دایرهٔ درجه را که ۵۶ دندانه دارد به چرخش در می‌آورد. دایرهٔ درجه به وسیله یک چرخ دنده کوچک ۱۰ دندانه‌ای، مدیر، بر دایرهٔ آم سوار شده است به قسمی که با هر دور این دایره، هشت دور می‌زند.

حرکت دایرهٔ آم که در نتیجه وزن و زنه ایجاد شده است، به این چرخ دنده کوچک انتقال می‌یابد، سپس به دایرهٔ درجه و از طریق چرخ ۷ دندانه کوچک دیگری که بر انتهای محورش یک تاج ۲۱ دندانه، به نام دایرهٔ دقیقه، نصب شده است، منتقل می‌شود. دایرهٔ دقیقه را چرخ تماس یا چرخ دنگ<sup>\*</sup> نیز می‌نامند. تصویر مسطح دندانه‌های این چرخ مثلث قائم‌الزاویه، یا چنان که حافظ اصفهانی نوشته است، "دندانجات... [به سوهان] برید به شکل اره" دارد. میلی به قطر یک جوال‌دوز در کنار این چرخ قرار داده شده است که دارای دو زبانه، یا به زبان حافظ اصفهانی، عایق، عمود بر هم است. در هر لحظه یکی از دو زبانه با چرخ دنگ درگیر است. انتهای دیگر میل به رقصک، دایرهٔ تعديل، می‌رود.

عملکرد دستگاه نسبتاً ساده است. نیروی چرخ دنگ یکی از زبانه‌ها را کنار می‌زند و با این کار ضربه‌ای به رقصک وارد می‌آورد و زبانه دیگر را به حرکت در می‌آورد. این حرکت در نتیجه لختی وزنه‌ها به وارد آمدن ضربه‌ای در جهت مخالف می‌انجامد. به این ترتیب، حرکت چرخ به طور متناوب توسط زبانه‌ها متوقف می‌شود.

۱. در این جایش تر به شرح تفصیلی سازوکار زمان‌سنج خواهیم پرداخت تا به سیستم زنگ.

\* فرنگ انگلیسی‌غارسی حیم (در انگلیسی escapement). (م)



شکل ۲۴ - ساعت حافظ اصفهانی (طرح از نویسنده)

چنان که حافظ اصفهانی توضیح می‌دهد، نقش این سه چرخ درجه، دقیقه و تعديل این است که حرکت چرخ آم را به قسمی گند کنند که در هر ساعت یک دور بزند. محور این چرخ به بیرون از جعبه ساعت امتداد یافته است و چرخی ۹۶ دندانه به نام دایرة بیومی را می‌گرداند و ساعت را نشان می‌دهد (حافظ اصفهانی، صص ۴۴-۴۵). علاوه بر این سازوکار، حافظ اصفهانی به کمک سیستمی خاص، یک عقربه به شکل سر یک پرنده به این ساعت اضافه کرده و اشاره می‌کند که این عقربه حاصل کار خود اوست (همانجا، صص ۴۴-۴۵).

حافظ اصفهانی نام کشور سازنده این ساعت را ذکر نمی‌کند و اکتفا می‌کند به این که بگوید کار فرنگ است (همانجا، ص ۱۱). ولی می‌توانیم بر این اساس که صفحه آن به ۲۴ ساعت تقسیم شده (همانجا، ص ۳۴) نتیجه بگیریم که ساعت، ایتالیایی بوده و در اواخر قرن چهاردهم م/ هشتاد و ساختم شده است: می‌دانیم که نخستین ساعت‌هایی که در ایتالیا ساخته شده‌اند همگی دارای چنین صفحه‌هایی بوده‌اند (Hellyer, p.34). با توجه به تعلل‌های فراوانی که غربیان در قبول درخواست سلطان

عثمانی برای این ساعت کرده‌اند، بسیار محتمل است که دست آخر ساعتی برای او فرستاده باشند که از همه ساعت‌های آن دوره خارج از رده‌تر بوده باشد.



شکل ۲۵ - سوهانی که حافظ اصفهانی برای ساختن چرخ‌دنده‌ها طراحی کرده بود.

این ساعت یک نمونه قابل حمل است. اما حافظ اصفهانی ساعت دیگری نیز در برجی در کاشان ساخته است که تعداد دندانه‌های چرخ ۹۰ دندانه آن را به ۱۰۵ رسانده است (همان‌جا، صص ۴۸-۴۹) و به این ترتیب سیستم زنگ ساعت را بنا بر نظر خود تغییر داده است.

پس از بررسی نتیجه چشمگیری که این مهندس و مخترع آخر قرن پانزدهم م/نهم هبه آن نائل آمده است، جالب است که مسیر فکری و فنی‌ای را که دنبال کرده، ترسیم کنیم. در حقیقت دلمشغولی حافظ اصفهانی این نیست که سازوکار حرکت ساعت مکانیکی را درک کند. هنگامی که برای بار نخست با این ساعت رویه‌رو می‌شود بسیار به شگفت می‌آید از این که ماشین دارد بدون هیچ نیروی انسانی قابل مشاهده‌ای کار می‌کند. وقتی رأس ساعت نه، بی‌آنکه هیچ فرمانی از بیرون به دستگاه داده شده باشد، چکش نه بار زنگ را می‌نوازد، شگفتی او به حد اعلا می‌رسد. خیلی زود درمی‌یابد که برای ساختن چنین ماشینی نیاز به ابزارها و سوهان‌هایی دارد که با آن بتواند فلز را با دقت پرداخت کند. از آن‌جا که هنگام نخستین بررسی ساعت چنین ابزارهایی را نمی‌شناخت، از قبول بروژه‌ای که عناصر اولیه آن را در اختیار نداشته سر باز می‌زند (همان‌جا، ص ۱۴). بالاخره هم وقتی که اجرای این طرح را می‌پذیرد، نخستین اقدامش این است که "آلات و ادوات میسر نمی‌گردد" (همان‌جا، ص ۱۶). او حتی اختراع نمود که این کار بی آن ادوات میسر نمی‌گردد. او حتی طرحی از یکی از این ابزارهای لازم برای ساختن چرخ‌هایی با دندانه‌های گرد را نیز ارائه کرده است (شکل ۲۵) (همان‌جا، ص ۳۱).

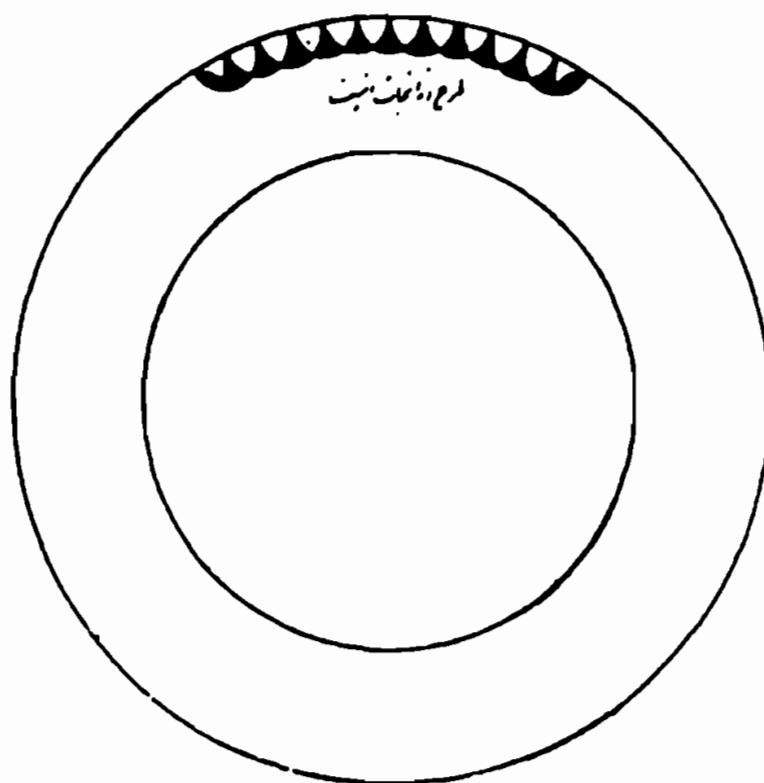
به این ترتیب، نوشته حافظ اصفهانی یک راهنمای ساعت‌سازی از کار درآمده است که در آن بیش از آن که سازوکار ساعت شرح داده شده باشد، به توصیف روش‌های ساخت و سوار کردن چرخ و دندانه‌های این ماشین پرداخته شده است.

تقریباً تمامی اثر حافظ اصفهانی به انتخاب مواد و مصالح مناسب مانند آهن مرغوب، ساخت ابزار پرداخت و رویه‌های ساخت چرخ دنده (شکل ۲۶)، چرخک دندانه‌دار، عقره‌ساعت و مانند آن، همراه با جزئیات تفصیلی و همواره با تصویر، اختصاص دارد. علت این است که تأکید او بر مواردی بوده است که به نظرش دشوار آمده و سعی داشته است تا به جبران نقصان فنی دوران خود بپردازد.

نقصان فنی، از یک سو، از نوع ذهنی‌اند و به درک سازوکار ساعت به طور کلی مربوط می‌شوند، و از سوی دیگر، به وجه مادی یک تولید دستی مربوط‌اند که در غالب موارد قویاً به کار با فلز وابسته است: سنت تولید چرخ و دنده مکانیکی و ابزار آن در ایران اواخر قرن پانزدهم م/نهم م وجود نداشت. درست است که حافظ اصفهانی توصیه می‌کند که برای ساخت جعبه ساعت (شکل ۲۷) می‌توان به آهنگر محل مراجعه کرد (حافظ اصفهانی، ص ۲۱)، اما هرگز برای ساختن چرخ و دنده‌ها چنین نمی‌کند. او این قطعات را شخصاً می‌سازد و روش تولید آن را به تفصیل شرح می‌دهد، چیزی که برای یک آهنگر معمولی ناشناخته و نامتعارف بوده است.

البته پیش از آن نیز یک سازنده سوزن، محمد بن ابی‌کر اصفهانی، در سال ۱۲۲۴-۱۲۲۳ م/۶۲۰-۶۲۱ در اصفهان، زادگاه حافظ اصفهانی، چرخ‌های دندانه‌دار فلزی‌ای ساخته بود که در سیستم چرخ و دنده یک اسٹرلاپ استفاده شده بود (Gunther, p.118). در پشت این اسٹرلاپ یک سیستم چرخ و دنده دقیق وجود داشته است که به کمک آن می‌توانستند روز ماه، موقعیت ماه نسبت به خورشید و مانند آن را تعیین کنند. بنا بر قول نیدهام این سازوکار در یک ماشین محاسبه نیز که قرن اول پیش از میلاد در جزیره آنتی‌سیتر (Anthicythere) یافت شده است به کار رفته بود (Needham.1954-1974.IV-ii, p.534) و Gunther, p.120. نیدهام همچنین بر این عقیده است که بیرونی (در سال ۱۰۰۰ م/۳۹۱) قدری با این سازوکار آشنا بوده است و احتمال دارد که ابی‌کر اصفهانی از تحقیقات این دانشمند ایرانی الهام گرفته باشد (مانجا). ماکتی از الگوی بیرونی در سال ۱۹۷۶ م/۱۳۵۵ هش. در نمایشگاهی درباره فرهنگ اسلامی در لندن به نمایش گذارده شد (فرشاد، ص ۶۶۷). عکس این ماکت که توسط فرشاد برداشته شده است نمایانگر مشابهی انکارناپذیر میان الگوی بیرونی و اسٹرلاپ است و چه بسا که حدس نیدهام درست باشد. به این ترتیب ظاهرآ تحقق عملی یک فکر دو قرن به طول انجامیده است و این همه می‌تواند ناشی از این بوده باشد که سازوکار یادشده از نظر ذهنی قابل دسترسی نبوده و اجرای آن دشوار بوده است. اما این سازوکار که به قول گونتر "تختین گام در راه ساخت ساعت‌های نجومی و مکانیکی بود" پس از آن که

در اسٹرلاپ به کار گرفته شد دیگر از آن بیرون نیامد و به همچ وجه به ساخت چنین ماشین‌های "تجویی و مکانیکی" در ایران نینجامید.<sup>۱</sup>

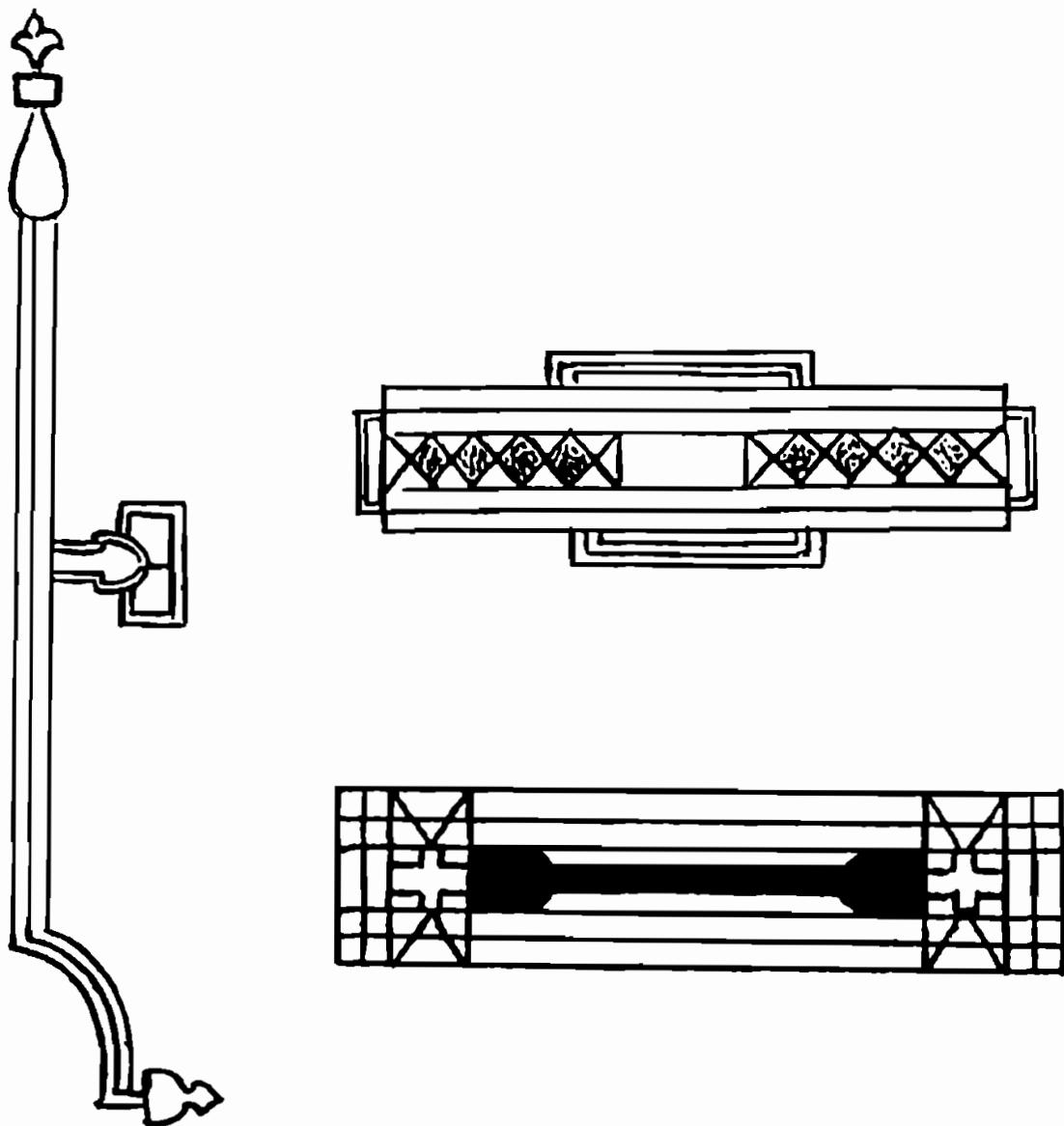


شکل ۲۶ - روش حافظ اصفهانی برای ساختن یک چرخ دندانه‌دار

ابوبکر اصفهانی، ظاهراً با همان پدیده‌ای مواجه بود که چهار قرن بعد حافظ اصفهانی را به خود مشغول می‌داشت: بی‌اطلاعی کامل از رخدادهای فنی که متعاقب

۱. مثال این اسٹرلاپ، حدائق در مورد ایران، آشکارا تفیض آن چیزی است که ویتر از آن به عنوان واگرایی مفهوم دقت میان غرب و شرق اسلامی یاد می‌کند: "جالب است بینینم مسلمانان در چه راستایی به توسعه ابزارهای خود پرداختند. در حالی که در غرب تلاش می‌شد تا به کمک تمهداتی چون ورنیه و ریزمنج به دقت بیشتر دست یابند، شرق هم خود را مصروف ابعاد و صلابت ابزارها می‌کرد؛ خُجندی (حوالی ۱۰۰۰ م/۳۹۱) از یک ذات‌الدس به شعاع ۱۷/۶ متر استفاده کرد و جان گریوز نقل می‌کند که صفحه بزرگ سرقد تقریباً همارتفاع کلیسا ایاصوفیه در قسطنطیله، یعنی ۵۴/۸ متر، بود؛ و بالاخره بنابر روایات اسلامی جای سینگ در هند ادوات عظیم بنایی ساخته بود" (Winter. 1951, p 129).

کار او می‌توانست به وقوع بیرونند. کارهای او نه توانست در طراحی یا ساخت اسطلاب‌ها تغییر ایجاد کند و نه به خلق ماشین‌های جدیدتر سنجش زمان انجامید. به این اعتبار سنت ساخت چرخ و دنده‌های یک دستگاه مکانیکی هرگز نمی‌توانسته است بر اساس کارهای مقطعی یک نفر بنا شود. در حقیقت ابوبکر اصفهانی همچون حافظ اصفهانی تنها کسی بوده است که می‌توانسته اثر خود را بفهمد یا به اجرا درآورد.



شکل ۲۷ - جعبه ساعت حافظ اصفهانی

به این ترتیب، حافظ اصفهانی به هیچ وجه وامدار کار همشهری خود نبوده و هر آنچه را که در اثر ابوبکر اصفهانی به کار او می‌آمده است، می‌بایست از نو به دست آورد. البته باید توجه داشت که او ساعت آبی را می‌شناخته است و استفاده از کلمه

لگر برای وزنه محرك ساعت این نکته را تأیید می کند. این شناخت به همراه آشنایی با آسیاب‌ها راه در ک سازوکار ساعت مکانیکی را برای او هموار کرده بود.<sup>۱</sup>

سر پرنده‌ای که حافظ اصفهانی به عنوان عقربه به ساعت خود افزوده بود نیز برگرفته از یک سنت باستانی در ساخت ساعت‌های آبی است، که به دوره ساسانی برمی‌گردد. در خراسان قرن دوازدهم م/ششم هم نام خانوادگی ساعاتی رایج بود. ساعت آبی مشهور دمشق را یک ساعت‌ساز خراسانی به نام رستم خراسانی ساعاتی در اواسط قرن دوازدهم م/ششم ه ساخته است. پس از مرگ رستم، پرسش رضوان ابن الساعاتی تنها کسی بود که قادر به تعمیر این ساعت بود و هم اوست که توصیفی از این ساعت داده است (Hill, pp.69-70): او تصدیق می‌کند که این ساعت تفاوت اندکی با آن سلسله ساعت‌هایی دارد که توسط هرمز (مهندسی در زمان ساسانی) ساخته شده است. این نوع ساعت‌ها مدت مديدة در فارس ساخته می‌شد و سپس به یونانی‌ها و بیزانسی‌ها و نهایتاً به مسلمانان اموی رسید (همان‌جا، صص ۱۲-۱۳). روش عملکرد ساعت آبی هرمز را می‌توان از این قرار توصیف کرد: شناوری را که به زنجیری متصل است، برستونی از آب قرار می‌دهند و شناور در طول روز تدریجی پایین می‌آید. با گذشت هر ساعت، یک یا دو پرنده در مجرایی یک یا دو تیله قرار می‌دهند. تیله‌ها باعث می‌شوند دریچه‌ای که ساعت درست را نشان می‌دهد بسته شود. وقتی تمام دریچه‌ها بسته شدند مجدداً به صورت خودکار باز می‌شوند (همان‌جا، ص ۷۱).

با توجه به شرحی که برتو نقل کرده است، ساعتی آبی که هارون الرشید در سال ۸۰۹ ه/۱۹۴ م برای شارلمانی فرستاد نیز از همین نوع بوده است (Berthoud.I, p.39). همچنین، در سال ۱۳۲۴ ه/۷۲۵ همین نوع ساعت آبی را در یک مجموعه آموزشی بیزد که بعدها به نام وقت و ساعت نامیده شد ساختند. در این نمونه، پرنده تیله را در یکی از ۱۲ خانه‌ای که بر گرد یک چرخ تعییه شده است قرار می‌دهد و به این ترتیب رنگ آن سیاه می‌شود. تعداد خانه‌های سیاه ساعت را نشان می‌دهد (افشار، صص ۸۱-۸۰؛ کاتب، ص ۱۲۵).

سرانجام، در حدود بیست سال پیش از آن که حافظ اصفهانی ساعت‌ساخت را آغاز کند و در هنگامی که اروپا فن ساخت ساعت مکانیکی خود را هر چه بیشتر

۱. همچنین، چنان که دیدیم، او در بین ۱۴ اختراع خود از دو نوع زمان‌سنج آبی باد می‌کند که درباره آن‌ها هیچ نمی‌دانیم.

گسترش می‌داد، در کاشان ساعتی آبی ساخته می‌شود که شاید آخرین نمونه در ایران باشد (ضرابی، ص ۵۰۹ و صص ۵۲۷-۵۲۸). کاشان همان شهری است که حافظ اصفهانی دومین ساعت خود را در آن ساخت و نصب کرد (حافظ اصفهانی، ص ۴۸). در جُنگی تاریخی به نام زینت المجالس که دو قرن بعد نگاشته شده است، رد این ساعت و پرندۀ آن را پیدا کردیم: "مولانا محمد مختار [حافظ اصفهانی] عمارتی مختصر در جنب دارالشفاء ساخته و صندوقی چوبین بر غرفه آن عمارت نصب کرده که چون ساعتی از روز گذشتی خروسوی چوبین که بر غرفه آن عمارت نصب است در گردش آمدی و در این زمان آن ساعت خلل پذیرفته." (زینت المجالس، ن.ک. تحت کاشان).

این تمام آن چیزی است که از اثر حافظ اصفهانی بر جای مانده است. مؤلف زینت المجالس هیچ توضیح دیگری درباره این زمان سنج نمی‌دهد و تنها از روی نام سازنده آن است که می‌توانیم نتیجه بگیریم منظور او یک ساعت مکانیکی است و نه یک ساعت آبی.

به این ترتیب، ساعت آبی توانسته بود حافظ اصفهانی را در فهم سازوکار ساعت مکانیکی کمک کند. چنان که نیدهام اشاره می‌کند، ساعت‌های مکانیکی در واقع اختلاف یک رشته طولانی از "پیش‌ساعت" هایند و "شکی نیست که بخش مهمی از قطعات تشکیل‌دهنده این ساعت‌ها منشأ یونانی داشته‌اند. وزنه محرك ساعت‌ها قطعاً در ابتدا یک شناور بوده است، مانند آنچه در ساعت‌های آبی رومی دیده می‌شود. در این ساعت‌ها صفحه‌ای که حاوی علائم نجومی است توسط ریسمانی که به یک شناور متصل است به آهستگی و همراه با پایین‌رفتن شناور در یک ستون پر از آب، می‌چرخد. احتمالاً فکر استفاده از چنین صفحه‌ای از همان منشأ سرچشمه گرفته است..." (Needham, 1991, pp. 135-136).

اما در زمینه مصالح، هیچ چیز ساعت آبی نمی‌توانسته پیش‌درآمدی بر ساعت مکانیکی باشد: قطعات و چرخ و دنده‌های آن از جنس چوب و فلزاتی‌اند که از آهن پرداخت‌پذیرترند، مانند مس که برای ساختن شناور یا زنجیر وزنه محرك ساعت‌های آبی یزد و دمشق به کار رفته است. در این زمینه، چنان که دیدیم حافظ اصفهانی مجبور شد آنچه را که پیش از او از یاد رفته بود و پس از او به فراموشی سپرده شد، احیا کند. در ۱۶۶۶م/۱۰۷۷هـ. دومان در شرحی که از فن ساخت ساعت در ایران می‌دهد، بر همین نقیصه فنی در زمینه ساخت قطعات فلزی ساعت (که از اروپا به ایران آورده می‌شد) تأکید می‌کند: "در اینجا چند تن بومی سیه‌چرده هستند که با

نگاه کردن به دست ساعت‌سازان فرانسوی بلد شده‌اند قطعات ساعت را سوار و پیاده کنند و چرخی را عوض کنند، اگر هم بخواهند از این جلوتر بروند آن را خراب می‌کنند چون مهارت یافتن در شکاف‌انداختن در یک چرخ دندانه‌دار یا گرفتن اندازه قطر محور، کار امروز و فردا نیست.“ (du Mans, p.207).

در فن تعمیر ساعت از حد یک تقلید محدود پا فراتر گذاشته نشد و ساخت ساعت کماکان ناشناخته ماند.

### ساعت: وضعیت اولیه

ورای مسائل فنی ساخت، در ک سازوکار و گستنگی در تبادل دانش فنی که راه را بر شکل‌گیری حافظه فنی بسته است، عوامل دیگری نیز در تأخیر ایران در زمینه فنون نقش داشته‌اند که سعی خواهیم کرد در همین حیطه زمان‌سنج‌ها به آن بپردازیم.

شارذن در قرن هفدهم م/ یازدهم ه به فقدان فن ساعت‌سازی در ایران اشاره و تلاش کرده است تا علل آن را به این شکل تبیین کند:

”فن ساعت‌سازی هنوز بر ایرانیان ناشناخته مانده است. هنگامی که من در ایران بودم تنها سه یا چهار عدد ساعت داشتم که از اروپا آمده بود. به نظر من علت این است که آن‌ها در کشوری زندگی می‌کنند که اختلاف طول روزها به اندازه سرزمین‌های ما نیست و آب و هوا چنان است که بدون ساعت و از موقعیت خورشید هم می‌توانند تقریباً بینند چه ساعتی از روز است. آن‌ها حتی از ساعت آفتابی نیز استفاده نمی‌کنند.“ (Chardin.II, p.86).

در دوره حاضر نیز لاند برای توضیح فقدان ساعت مکانیکی در زندگی فنی کشورهای اسلامی از جمله ایران، علت دیگری را جستجو نمی‌کند: ”تیازی نبود که سازندگان ساعت در کشورهای اسلامی چندان نگران آسمان ابری یا برودت هوا (که محل عملکرد ساعت آبی است) باشند؛ ساعت آفتابی همراه با ساعت آبی در همه فصول قابل استفاده بوده است.“ (Landes, p.59).

پیش از پرداختن به علل آب و هوایی (و در حالی که تغییرات اقلیمی در ایران نسبتاً پردازمنه‌اند) به نظر می‌رسد در ک شرایط اجتماعی و اهمیت اندازه‌گیری زمان در جامعه سده‌های میانی ایران از اهمیت اولی برخوردار باشد: پیش از ورود ساعت مکانیکی اروپایی، جایگاه زمان‌سنج‌ها در زندگی روزمره یا نزد حکام چه بوده است؟ و هدف از ساخت این ساعت اندازه‌گیری زمان بوده است یا ارضای هوس‌رانی یک سلطان یا پادشاه؟ به این ترتیب می‌توان این پرسش را طرح کرد که علت این که ایرانیان ساختن ساعت مکانیکی را بر اساس الگوی حافظ اصفهانی دنبال نکردند آیا جز این بود که ساخت ساعت‌های آبی و آفتابی خود را ادامه می‌دادند؟

شاردَن در قرن هفدهم م/ یازدهم ه هیچ اشاره‌ای به استفاده از ساعت آفتابی نکرده است و به نظر می‌رسد که این کار روی سهولی باشد، چرا که در شکل‌های ۱۴۰۰a و ۱۴۰۰c از جلد ششم کتاب بررسی هنر ایرانی<sup>۱</sup> اثر پوپ، دو ساعت آفتابی قابل حمل دیده می‌شود که در قرن هفدهم م/ یازدهم ه در ایران ساخته شده‌اند. با این حال استفاده از این نوع دستگاه چندان رواج نداشت. از طرف دیگر چنان که دیدیم آخرین ساعت آبی حدود بیست سال پیش از آن که حافظ اصفهانی با ساعت مکانیکی آشنا شود ساخته شده بود. به این ترتیب، بدیهی است که استفاده از این دو نوع زمان‌سنج مانع برای ساخت احتمالی ساعت محسوب نمی‌شده و با آن در رقابت نبوده است. آنچه نیازش احساس نمی‌شد اندازه‌گیری زمان به روش ساعت مکانیکی بود.

ساعت‌های آبی غالباً به عنوان تجهیزات جانی و مکمل در اماکنی ساخته می‌شدند که غایبت مذهبی داشتند و معمولاً حاصل نذر و نیاز یک پادشاه یا حاکم بود. رستم خراسانی ساعت‌آبی، ساعت آبی خود را در کنار مسجد بزرگ دمشق و به درخواست پادشاه نورالدین بن زنگی بنا کرد و به عنوان پاداش مبلغ هنگفتی پول و مزایای دیگر دریافت داشت (Hill, p.70). ساعت آبی کاشان نیز به عنوان بخشی از یک مسجد و در زمان فرمانروایی جهانشاه فراقویونلو (۸۸۴-۱۴۳۷م/ ۱۴۶۹ق) احداث شد (ضرابی، ص ۵۰۸). همچنین، چنان که دیدیم، ساعت آبی یزد به یک مدرسه مذهبی تعلق داشت. با این حال، این ساعتها نوعی تجمل محسوب می‌شود چون ساخت چنین ماشینی نیازمند گردآمدن عوامل گوناگونی است: یکی این که حتماً به حضور یک ساعت‌ساز نیاز است؛ دوم این که حتماً دولت یا نمایندگان آن باید موافقت خود را با ساخت آن اعلام کنند و پول لازم را پردازنند؛ و نهایتاً این که قدرت مذهبی نیز باید از چنین طرحی پشتیبانی کند. پس از احداث ساعت آبی باید به فکر نگهداری آن نیز بود. این هم خود نیازمند سرمایه‌گذاری اولیه زیادی است؛ سپس باید یک متخصص تعمیرات برای آن استخدام کرد- و ساعت‌های آبی معمولاً به تعمیرات منظم احتیاج دارند- و بالاخره فردی نیز باید به رفع نیازهای روزمره ساعت، از قبیل پرکردن ستون آب، نظافت و مراقبت آن گمارده شود. در ساعت آبی کاشان تمامی این موارد نگهداری وجود داشته است. در وقف‌نامه‌ای مربوط به سال ۱۴۷۲م/ ۸۸۷ه، بخشی از عواید مسجد وقف

نگهداری ساعت آبی شده است<sup>۱</sup>. مولانا فخرالدین منجم، سازنده ساعت، مسؤول شد تا به تعمیرات احتمالی آن بپردازد و این وظیفه پس از مرگ او بر عهده فرزندان یا نزدیکانش خواهد بود و چنانچه بین ایشان کسی با ماشین آشنا نداشته باشد، مولانا باید متخصصی را بر این امر بگمارد. از عواید مسجد روزی ۱۲ دینار به او و ۲ دینار به کسی که مسؤول نظافت است پرداخت می‌شود (ضرابی، صص ۵۲۸-۵۲۷).

به این ترتیب، باید تمهیدات عدیده‌ای اندیشه‌ای می‌شد تا یک ساعت آبی بتواند به کار ادامه دهد و هیچ‌کدام از این تمهیدات بقای کارکردی این ماشین‌ها را ضمانت نمی‌کرد، کما این که هیچ‌کدام اشان مدت زیادی کار نکرد. اما آیا، به رغم تمامی این مشکلات فنی و مادی، نیاز به اندازه‌گیری منظم و دقیق زمان در ایران دوران میانی به اندازه کافی محسوس بود که نگهداری زمان‌سنج‌های موجود را ادامه دهنده و یا به ساخت زمان‌سنج‌های دیگر مبادرت ورزند؟ در واقع، "برای بی‌بردن به چند و چون اختراع ابزارهای پیشرفته اندازه‌گیری زمان باید ابتدا از خود پرسید: چه کسی خواهان این ابزارها بوده است؟" (Landes, p.60). چنان که دیدیم، ساعت‌های آبی در اماکن مذهبی بنا می‌شدند و به این دلیل بیشتر برای این قبیل اماکن مفید فایده بوده‌اند. اما لاند متذکر می‌شود که بر خلاف سنت مسیحی که "تعازها باید در ساعت‌های مشخص برگذار شود" در اسلام پنج نماز گزارده می‌شود که ساعت آن ثابت نیست. در حالی که اسلام به چرخه طبیعت و فادار مانده، مسیحیت کم کم خود را از این چرخه خلاص کرده است؛ در نتیجه، زنگ‌ها برای اعلام اوقات شرعی به صدا در می‌آیند (همان‌جا، صص ۹۰-۹۸). نقش زنگ بسیار بارز بوده است چرا که ساعت‌های نخستین فاقد صفحه بودند و تنها صدای زنگ ساعت را اعلام می‌کرد (Hellyer, p.34). ولی تصور ما بر این است که میان مسیحیت و اسلام در دعوت به نماز یک تفاوت روش وجود دارد: وقتی مؤمنان می‌توانند از صدای اذان منارة مساجد

۱. غازان خان (۱۳۰۴-۱۲۹۵ م/ ۷۰۴-۶۹۵ هـ) نیز بخشی از وقف خود را به تعمیر چرخ و دندنهای یک ساعت آبی (آلات و ادوات ساعت) اختصاص داد (رشیدالدین فضل الله همدانی، ۱۹۴۰، ص ۲۱۰).

۲. لاند در نوشه‌ای این نظریه نیدهام را که مفهوم چرخ دنگ از چین به اروپا انتقال یافته است، چنین نقد می‌کند: "اگر چینی‌ها نا این حد نسبت به اروپاییان پیشرفته‌تر بودند و چرخ‌های آبی‌شان نطفه‌های چرخ دنگ را در خود داشت، چگونه است که خودشان آن را اختراع نکردند؟... چرا که در شرایط اقلیمی سرزمین‌شان ساعت‌های آبی با همان مشکلی مواجه بود که در اروپا، و از آن هم بدتر"؛ او بسی مسئله را از منظر اجتماعی بررسی و پرسشی را که نفل کردیم طرح می‌کند (همان‌جا، ۶۲-۵۸ pp.).

از ساعت نماز مطلع شوند، دیگر مانند غرب نیازی به صدای زنگ برای اعلام ساعت نیست؛ صدای انسان در برابر صدای زنگ<sup>۱</sup>.

به این ترتیب، اندازه‌گیری دقیق زمان برای روحانیت ایران ضرورتاً همان اهمیت را نداشته که برای کلیسا مسیحی. ساعت آبی، سنتی بود که جهان یونانی-ایرانی در ایران اسلامی به ارث گذاشته بود و، بنا به مورد، در گوشه و کنار ایران ساخته شد، بی‌آنکه نیاز به زمان‌سنج الزاماً ضرورتی داشته باشد. حکام دستور به ساخت ساعت‌های آبی می‌دادند تا نمادی از قدرت یا تقوای مذهبی باشد و پایخت ایشان را از سایر مراکز قدرت تمایز کند؛ به این ترتیب انگیزه‌های علمی یا اجتماعی ساخت این ماشین‌ها تحت الشعاع انگیزه‌های سیاسی مذهبی آن بود.

ساعت مکانیکی حافظ اصفهانی نیز در شرایط مشابه ساخته شد: خواست ملوکانه، به پشتگرمی شوق مذهبی، زمینه‌ساز این طرح شد. نه دربار و نه روحانیون ایرانی، هیچیک و در هیچ زمانی بر فایده این زمان‌سنج تأکیدی نکردند. ساعت مکانیکی باید ساخته می‌شد چون غرب در زمینه فنی بر اسلام تفوق یافته بود و عظمت اسلام در خطر بود. اگر چنین جو مساعدی وجود نداشت حافظ اصفهانی هرگز خود را در گیر چنین ماجرایی فنی نمی‌کرد و چه بسا جز به طراحی یک نوع ساعت آبی یا آسیاب دیگر نمی‌اندیشد. او در همان مرحله آغازه‌خنی<sup>۲</sup> باقی می‌ماند و هرگز همین قدم کوچک را نیز به سمت دنیای مدرن برنمی‌داشت؛ دنیابی که از یک سو استفاده گسترده‌تری از آهن و زغال سنگ را می‌طلبد و از طرف دیگر نیاز داشت که جامعه بر پایه زمانی غیرطبیعی سازماندهی شود.

در آن دوره، اساس اقتصاد ایران عمده‌اً بر کشاورزی استوار بود؛ اندازه‌گیری زمان وجود نداشت و این سؤال که "الآن چه ساعتی است؟" هرگز طرح نمی‌شد. چنان که قبلًا هم دیدیم تنها چیزی که در محیط روستایی ایران اهمیت داشته اندازه‌گیری جریان آب هنگام توزیع آب نهرها و رودها بوده است. هر چند مفهوم مدت جریان

۱. ساعت نماز، نوبت یا نوبه، را به وسیله طبل هم اعلام می‌کردند. "تبه مسلمانان در طول روز و علی القاعدہ به هنگام ۵ نماز اسلامی، که کمایش متناظر گاه‌های ساسانی هستند، نواخته می‌شده‌اند." چنین‌ها نیز همین طریق را داشتند و "از غروب تا طلوع آفتاب ۵ زنگ می‌نواخند" (Mazâheri. 1983, n.3, p.192). بنا بر نظر این خلدون این سیتم "یکی از امتیازات حکومت" است (همان‌جا). در مورد ساعت مکانیکی یا ساعت آبی نیز نقش دولت مهواره با اندازه‌گیری و کنترل زمان عجین است.

آب ناشی از مفهوم زمان است، اما به ساعت خاصی مربوط نمی‌شود و تعیین مدت می‌تواند در هر لحظه‌ای از روز یا شب آغاز شود و از درجه‌بندی شبانه‌روزی ای که مبنای طراحی زمان‌سنج‌های مکانیکی بود مستقل است. به علاوه، توزیع آب بین روستاییان، عملیاتی فصلی است و در پایان کاشت از صحنۀ زندگی روزمرۀ روستا بیرون می‌رود و همراه خود، مفهوم مدت زمان را نیز می‌برد. روستاییان هیچ توجهی نیز به اندازه‌گیری زمان نجومی نداشتند.

زندگی شهری از این نظر چندان متفاوت‌تر از زندگی در مزارع نبود و آن‌جا نیز طبیعت، آهنگ کار را تعیین می‌کرد. فقط دادوستد بود که می‌توانست سودی در کوتاه‌کردن زمان حمل و نقل جستجو و ضربان جدیدی در بطن جامعه ایجاد کند؛ آن هم به شرطی که وسائل ارتباطی اجازۀ چنین چیزی را می‌داد. اما وضعیت وسائل ارتباطی بدتر می‌شد که بهتر نمی‌شد. مدت‌ها بود که زمان حمل و نقل بین دو شهر از طریق تعداد منزل‌های بین راه تعیین می‌شد. به این ترتیب تجارت نیز پابه‌پای قافله‌ها به آهنگ قدیمی خود ادامه داد.

پیشه‌ور ایرانی نیز به دلیل فقدان ماشینی شدن، هیچ تقسیم کار دقیق و متنوعی را به وجود نیاورد و در چارچوب کار استاد و شاگردی ماند و حتی مواردی که امکان نوعی تقسیم کار می‌توانست وجود داشته باشد، در نظر نداشتند.

## جمع‌بندی

### سیستم فنی ایران

به اعتبار وجود ماشین‌هایی چون آسیای کاغذ، دنگ برنج، کارخانه‌های تولید شکر و ساعت مکانیکی، می‌توان گفت که سیستم فنی ایران دارای پویایی درونی خاص خویش بوده است. مسئله این است که این قبیل پویایی‌ها در پاره‌ای موارد (ساعت مکانیکی) گذرا بوده‌اند و در موارد دیگر (آسیای کاغذ) محدود به منطقه‌ای خاص باقی مانده‌اند. به این ترتیب، موضوع نتیجه‌گیری ما این خواهد بود که با تحلیل سه وجه زمان فنی (زمان راکد، زمان حوادث و زمان تبادلات فنی) و وابستگی تنگاتنگ سیستم فنی و سیستم سیاسی، تصویری از ذهنیت فنی ایرانی ترسیم کنیم. اما پیش از آن باید استفاده از ماشین‌های آغازه-فنی را که تا اینجا بررسی کردیم، جمع‌بندی کنیم.

### انسان و ماشین

غالب ماشین‌های ایرانی با دو نوع انرژی کار می‌کردند: انرژی آلی و انرژی آب. از این دو منبع انرژی متفاوت برای مجموعه‌های فنی یکسان استفاده می‌شد. شکل‌های زیر فعالیت صنعتی اولیه‌ای را که حول این گونه منابع انرژی سازمان یافته بود، نشان می‌دهد:

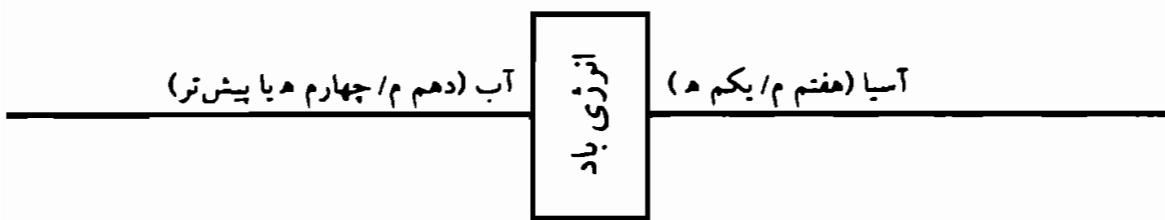
## ۲۷۶ / فنون و منابع در ایران

آب (پیش از میلاد)	خردکننده‌ها (دهم م/چهارم ه یا پیشتر)
آسما (یکم تا دوم م)	برنج (هفدهم م/یازدهم ه)
شکر (ششم-هفتم م/پیش از هجرت-اول ه)	دَم (نوزدهم م/سیزدهم ه)
کاغذ (دهم م/چهارم ه یا پیشتر)	باروت (نوزدهم م/سیزدهم ه)
روغن (پانزدهم م/نهم ه)	

انرژی آلی نیز، از دوران پیش از میلاد، در مرکز گروه مشابهی از کاربردها مانند خردکننده‌ها، دَم، آسیای گندم یا روغن و روش‌های بالاکشیدن آب قرار داشت. در عوض استفاده از این نوع انرژی در کارگاه‌های تولید شکر، در کاغذسازی‌ها و مانند آن، طبعاً، پس از ورود این کارخانه‌ها به ایران تحقق یافت.

آب	خردکننده‌ها
آسما	برنج
شکر	دَم
کاغذ	باروت
روغن	

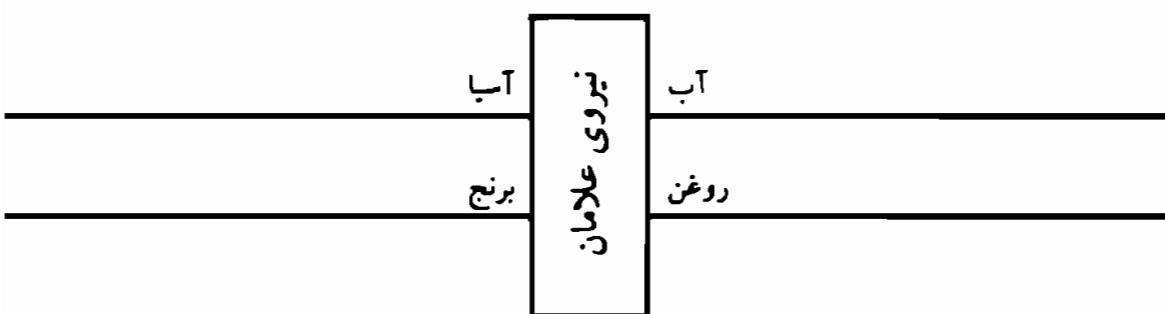
اما ماشین‌های بادی تنها دو نوع کاربرد یافتند که از قرن هفتم م/اول ه به مناطقی در شرق ایران محدود ماند:



به استثنای آسیا، در تمامی این کاربردها استفاده از انرژی آلی (انسان و/یا حیوان) به طور گسترده بر انرژی آب تفوق داشت. علت این تفوق قطعاً مربوط به محدودیت منابع مادی تولید ماشین‌های آبی نمی‌شد چرا که مستقل از نوع انرژی‌ای که آن‌ها را به حرکت درمی‌آورد، مواد اولیه مورد نیاز برای ساخت این ماشین‌ها یکسان بود: چوب، سنگ، و بعضاً فلز.

در حقیقت، اساس ماشین‌های ایرانی بر استفاده از انرژی آلی استوار بوده است. عناصر جدیدی چون سیستم آبی بادامک‌دار نیز می‌توانند در این ماشین‌ها ادغام شوند اما این ماشین‌ها قادر نبوده‌اند استفاده از آن را تسری بخشنند. بر خلاف اروپا که استفاده از سیستم بادامک‌دار به ظهرور چندین ماشین آبی (چکش و دم مکانیکی) در یک شاخه فنی (آهنگری) منجر شد، در ایران اساساً چنین شاخه‌ای هرگز به منصة ظهور نرسید.

شكل دیگر حضور نیروی انسانی در قالب استفاده اربابان از غلامان در تولید خانگی بود:



پیش‌تر این فرضیه را طرح کردیم که وجود نیروی غلامان مانع از سرمایه‌گذاری در زمینه ماشین‌های مکانیکی شده است. اما باید افزود که شاید ماشین‌هایی که با انرژی آلی کار می‌کردند، به دلیل سادگی استفاده، راه را بر استفاده گسترده‌تر از

ماشین‌های آبی در صنعت سده‌های میانی ایران بستند. مضاف بر این عوامل اقتصادی، فقدان انتقال دانش فنی نیز استفاده از ماشین‌های کارآمدتر را مانع می‌شد.

## زمان و فضا

بررسی رویدادهای فنی‌ای که نشان‌دهنده خصیصه‌های ایران قرن‌های هفتم م/پکم ه تا نوزدهم م/سیزدهم م/سیزدهم هبوده‌اند و باستگی شدید حیطه جغرافیایی و تاریخی محیط فنی ایران را بر ما آشکار کرد. همچنین، حیطه جغرافیایی چندگانگی نسبتاً زیادی دارد و نمی‌توان همان رویدادها را در تمامی سرزمین ایران مشاهده کرد؛ به کارگیری فنون دستخوش یک تقطیع جغرافیایی و به محدوده‌ها یا حتی جزایر از هم گسته‌ای افزایشده است، کما این که آسیاهای بادی، ماشین‌های روغن‌کشی و تولید شکر یا چرخ‌های بالابر آب نمونه‌هایی از فنون محصور در جزایر فنی بوده‌اند.

چگونه است که مجموعه‌ای فنی چون آسیای بادی که ورای مرزهای ایران نیز انتشار یافته است به دیگر، محدوده‌های جغرافیایی ایران تسری پیدا نکرده است؟ نمونه رمزآمیز دیگر تولید کاغذ است که بدولاً از چین به سمرقند آمد و در همین شهر ماشینی شد؛ چرا در دیگر شهرهای ایران روش‌های تولید کاغذ کماکان قدیمی باقی ماندند؟ قطعاً می‌توان مورد اول را این گونه توضیح داد که محیط‌های فنی دیگر که توانایی جذب فن جدید را نداشتند آن را طرد کرده‌اند و مورد دوم را به نوعی پدیده پس‌رفت فنی نسبت داد. این‌ها توضیحاتی مردم‌شناختی‌اند که بایست در بعد تاریخی در چارچوب زمانی خود قرارشان داد و عنداللزوم آن‌ها را تغییر داد یا رد کرد.

در بادی امر، در واقع شاهد دو زمان فنی متفاوت در ایران باستان و ایران سده‌های میانی هستیم؛ یکی معرف رکود فنی است و دیگری حوادث فنی را همراهی می‌کند. زمان اول که ضامن بقای شالوده‌های فنی است در تمامی جلوه‌هایی که از دوران باستان بر جای مانده و گاه تا روزگار ما نیز تداوم داشته است رخ می‌نماید؛ فنون کشاورزی، روش‌های بهره‌برداری از مواد سوختی و منابع معدنی، ماشین‌ها و روش‌های استحصال آب و روغن، ابزارها و ماشین-ابزارهای اولیه و غیر آن. این‌ها همه تصویر یک ایستایی فنی است و سنگینی این ایستایی در محیط فنی ایران این فکر را القا می‌کند که زمان فنون را در زمان جغرافیایی که به زعم برودل پایه تکوین تاریخ در بلندمدت است ادغام کنیم. اما زمان دیگری نیز وجود دارد.

در سده‌های میانی ایران، در حقیقت حوادث فنی مختلفی بر بستر این زمان رکود فنی به وقوع پیوسته‌اند. این تک رویدادها ماهیت‌های مختلفی دارند؛ گاه از نوع ورود

یک فن خارجی‌اند که می‌تواند در قالب انتشار دستاوردهای بین جوامع مختلف در نظر گرفته شوند؛ گاه از نوع نوآوری‌اند یا اختراعی که تغییری را موجب می‌شود و ممکن است به نوبه خود تسری نیز بیابد؛ گاهی یک فن (مستقل از خاستگاهش) موضوع اصلاحاتی واقع می‌شود؛ و بالاخره گاه یک فساد فنی به انتشار پس‌رفت می‌انجامد.

در هر یک از این شقوق، می‌توان شاهد مصادقی از یک زمان حوادث بود. در ایران سده‌های میانی هیچ یک از این رویدادها، هر ماهیتی هم که داشته باشد، نمی‌توانند عملکرد سیستم فنی‌ای را که توسط زمان راکد ساختار یافته است مختل کنند. سیستم‌های فنی به زعم ب.ژیل "در زمان و مکان جانشین هم شده‌اند." (Gille, 1951, p.26). سیستم فنی ایرانی تا زمان ورود فنون غربی در قرن نوزدهم م/سیزدهم هبدون جانشین باقی ماند.

البته، همین سیستم نیز با انتشار و شدت بخشیدن به استفاده از نیروی آب توانست از سیستم باستانی پیش از خود متمایز شود و در نتیجه به مرحله آغازه‌فنی که مامفورد آن را آمیزه‌ای از آب و چوب تعریف کرده است، وارد شود. اما حتی در این جایگاه هم از موقیت‌های بزرگ آغازه‌فنی غربی همچون ساعت مکانیکی بی‌بهره بود. علاوه بر این، انرژی آب در همه فعالیت‌های پیش-صنعتی رخنه نکرد و چوب نیز چون نادر بود آن اهمیتی را که در غرب دارد نیافت. تقسیم‌بندی مامفورد که حتی در مورد غرب نیز موضوع مناقشه است، تمامی وجوه سیستم فنی ایران در سده‌های میانی را پوشش نمی‌دهد و متناسب کردن آن سیستم به آغازه‌فنی سبب خواهد شد ویژگی‌هایی به آن نسبت دهیم که ابداً فاقد آنهاست. اما بدیهی است که سیستم فنی ایران قویاً به آب و چوب وابسته بود و هرگز به مرحله پارینه‌فنی (ترکیب زغال‌سنگ و آهن) گام ننهاد. از این منظر تقسیم‌بندی مامفورد به ما امکان می‌دهد که جایگاه خود را در حرکت یا روند رشد کلی فنون بیاییم.

قطع نظر از کلیه ویژگی‌های منطقه‌ای و جزایر فنی‌ای که ذکرش رفت، در همه‌جای ایران از آب و چوب استفاده می‌شد. به این اعتبار، منطقه‌گرایی باعث تغییر خطوط اصلی سیستم فنی ایران نمی‌شود. حتی در مواردی که دستاوردهای فنی یک شهر یا یک منطقه در نظر اول بسیار پیشرفته‌تر از دیگر نواحی به چشم می‌آمده، اما نمی‌توانسته است به دگرگونی مرحله آغازه‌فنی انجامد و کماکان همان نوع انرژی و همان مصالحی را به کار گرفته است که در جاهای دیگر از آنها استفاده می‌کرده‌اند.

البته، عدم ارتباط یا ارتباط ضعیف میان- منطقه‌ای پاره‌ای فنون، چون آسیای کاغذ یا دنگ برنج، کماکان نگران‌کننده است. پدیده عدم ارتباط در مکان با پدیده عدم ارتباط در زمان نیز همراه است و به این ترتیب مشخصه مهم دیگری که در سیستم فنی ایران رخ می‌نماید، نوعی گستاخ در انتقال دانش فنی است: در کنار ویژگی‌های مادی (توان و مصالح)، ویژگی‌های معنوی مانند شناخت نیز در هر سیستم فنی جایگاه مخصوص به خود را دارد.

حال می‌رسیم به نوع سوم زمان فنی، یعنی زمان تبادلات فنی. این زمان متضمن انتقال ذهنیت و دانش فنی است. هنگامی که صحبت بر سر یک نوآوری یا بهبود فنی است، زمان تبادلات فنی به قسمی عمل می‌کند که زمان حوادث بتواند وقوع خود را بر بستر زمان را کد حفظ کند. در صورت عدم موفقیت، رویداد به فراموشی سپرده می‌شود و در غیر آن صورت دانش فنی محافظت شده، به یک فن شناخته شده و قابل اعمال تبدیل می‌شود.

فرایند تولید کاغذ (صرف نظر از مکانیکی شدن آن) نمونه خوبی از انطباق یک فن جدید در مجموعه سرزمین ایران است. اما دنگ برنج نسبتاً دیرهنگام توانست اطلاعاتی را که زمان تبادلات فنی در خصوص استفاده از سیستم‌های بادامک‌دار ذخیره کرده و انتقال نداده بود، مورد بهره‌برداری قرار دهد و به این ترتیب در جزیره فنی به تکوین خود ادامه داد و نتوانست خارج از منطقه زادگاهش گسترش یابد.

نمونه کامل این شکست در تبادلات فنی را می‌توان در اثر حافظ اصفهانی یافت. حافظ اصفهانی در واقع یک مخترع است: چنان که دیدیم در رساله‌اش چهارده اختراع درج است، هرچند که تنها سه مورد آن‌ها را به تفصیل شرح داده است. چنین مجموعه گستره‌ای از اختراعات مبتنی بر ارزی آب به اضافه ساخت یک ساعت مکانیکی از روی یک الگوی اروپایی، اوج مرحله آغازه‌فنی است که تا آن زمان تنها در انحصار غرب بود. اما متأسفانه هیچ یک از این اختراقات، به رغم آن که اجرا و راه‌اندازی هم شدند و بازده‌شان نیز مسلم بود، در حیطه فنی و صنعتی ایران جز حیات کوتاهی که در دستان مخترع در کالبدشان دمیده شد، از خود اثری بر جای نگذاشتند. از این نظر حافظ اصفهانی با تمام پیشینیان خود که ماشین‌هایشان هرگز از محدوده رساله‌های نظری فراتر نرفته بود، تفاوت داشت. او ذهنیتی دیگر و ادراک دیگری از اختراع داشت که هرگز در زمان تبادلات فنی تداوم نیافت.

علل این انقطاع چند گانه‌اند اما می‌توان آن‌ها را دسته‌بندی کرد: پیچیدگی یک فن یا دسترسی و تنوع ابزار کار، از نوع فنی‌اند؛ اما مناسبات میان دولت و پیشه‌وران به

عمل سیاسی مربوط می‌شود: ضعف اصناف که تحت مدیریت دولت قرار دارند، مانع از آن می‌شود که شهر به عنوان یک موجودیت مستقل و صاحب قدرت بتواند عرض اندام کند.

دولت، پیشهوران و مهندسان هر یک به شیوه خود زمان تبادلات فنی را شکل می‌دهند و از آن به مانند یک "سفره آب زیرزمینی" تغذیه می‌کنند. به منظور آشکار کردن خطوط اصلی سیستم فنی ایران باید ارتباط بین این سه زمان (راکد، حوادث و تبادلات فنی) را تحلیل و تعریف کنیم.

پیشهور ایرانی سده‌های میانی که در یک فن خاص استاد بلمنزارع شده است، انتقال اطلاعات با دامنه محدود را ترجیح می‌دهد، مبادا که از جانب شاگردان خود یا عوامل نفوذی تهدیدی متوجه او بشود. همین که بتواند در حد امکاناتی که محیط برای او فراهم آورده است بر فن خود تسلط کامل بیابد، او را کاملاً ارضاء می‌کند. در این وضعیت، انتقال اطلاعات محدود به یک سیستم سنتی است که در آن یکی از شاگردان استاد جانشین وی می‌شود و کار استاد را در جزئی‌ترین ظرافت تقلید می‌کند. واضح است که زمان تبادلات فنی این ارتباط استاد و شاگردی را میسر می‌کند، اما پیام انتقال یافته چندان تکراری است که این زمان به زمان راکد می‌گراید و به اندازه آن می‌تحرک می‌شود. زمان تبادلات فنی حرکت خطی خود را از دست داده، به شکل حرکتی دورانی در می‌آید و پیشهور در آن دایره پناه می‌گیرد. البته به این طریق تداوم فنی برقرار است اما نوگرایی فنی که می‌تواند موجب تغییری در سیستم فنی ایران بشود، نخواهد توانست از این گذرگاه نابگاه<sup>\*</sup> راهی به درون بگشاید. نمونه‌هایی که ذکر شان رفته است قویاً مؤید این نظرند.

کار مهندس، بر عکس، تولید ایده‌هاست و تلاش در به اجرا درآوردن طرحی که از یک سو بر ابتکارات و خلاقیت خود او و از سوی دیگر بر دستاوردهای فنی علمی زمان او متکی باشد. او برخلاف پیشهور باسوساد است و می‌تواند از منابع مکتوب گذشته بهره‌مند شود و به نوبه خود دانشش را برای آیندگان به ارث بگذارد. این جاست که زمان فنی به محملی برای پیام‌های بدیع و کم‌تر مستعمل بدل می‌شود. در ایران سده‌های میانی سازماندهی و کنترل هیئت مهندسان و دانشمندان توسط دربار صورت می‌گرفت. دربار از پیشهوران نیز استفاده می‌برد و گاه با سفارش

★- anachronique

کارهای نادر و غیرمتعارف سبب می‌شد که از لاک عاداتشان سری بیرون بکشند. دربار از این طریق در زمان تبادلات فنی و کنترل مشارکت داشت و دیگر تداوم یا انقطاع در انتقال دانش فنی فقط به پیشهوران یا مهندسان بستگی پیدا نمی‌کرد و دولت نیز در این چالش مسؤولیت داشت.

شرایطی که به ساخت ساعت مکانیکی توسط حافظ اصفهانی انجامید، روش‌نگر رابطه دولت با هیئت فنی (متشکل از پیشهوران و مهندسان) و گذار و بازگشتهای بین این سه زمان فنی است: زمان راکد، حوادث و تبادلات فنی. در واقع اگر پادشاه ایران نخواسته بود که این ساعت ساخته شود، حافظ اصفهانی هرگز نمی‌توانست آن را بسازد، به خصوص که الگوی ساعت را پادشاه در اختیار او گذاشته بود. شاه همچون پاره‌ای از پیشینیان خود تعلق خاطری به هنر و علم داشت. پس از ویرانی عظیمی که ایران ایلخانی در زمان تیمور لنگ به آن دچار شد، باید به صلح می‌اندیشیدند و تیمور لنگ خود نیز برای رونق پایتختش، سمرقند، و دیگر شهرهای امپراتوری همه کار کرد. این گونه بود که پیشهوران و دانشمندانی که از کشتارها جان به در برده بودند به این شهرها رسپار شدند تا بدؤاً ملزمات ماشین جنگی را تأمین کنند و سپس برای عظمت آن پادشاهی بکوشند. در فاصله یک قرن، از اوآخر قرن چهاردهم م/نهم ه تا اوایل قرن شانزدهم م/دهم ه، هیئتی از پیشهوران و متخصصان شکل گرفت و بایقرا (۱۵۰۶-۹۱۲ م/۱۴۷۰-۹۸۷۵ ه) ایشان را به ساختن این ساعت گماشت. در جای جای تاریخ ایران شکل گیری و از هم پاشیدگی این قبیل تجمعات فنی به چشم می‌خورد؛ اینجا نیز گست زمان تبادلات فنی کاملاً مشهود است. این بار گست زمانی با گست سیاسی نیز هماهنگ بود و ارتعاشات سیاسی بودند که به وضعیت فنون ضرب‌باهنگ می‌دادند. حال می‌خواهیم دامنه این ضرب‌باهنگ، یعنی سهم دستگاه دولتی در سیستم فنی را به اتکای دو محور بررسی کنیم: نقش مهندس در برابر دولت و "انتشار اجباری" فنون به دست دولت.

## سیاست و دانش فنی

در نمونه‌ای که ذکر شد، کاملاً مسلم است که آنچه غالب اهل فن را از ساختن این ساعتی که از اروپا آورده بودند مأیوس کرده بود، پیچیدگی فنی آن و فقدان ابزارهای لازم برای پرداخت آهن بود؛ با این حال این نکته که تعداد زیادی از متخصصان در سرتاسر کشور طرف مشورت قرار گرفتند نشان‌دهنده این است که تیموریان موفق شده بودند یک هیئت فنی تشکیل دهند که بعضًا در دربار ادغام شده

بودند و بعضاً نیز از طریق دربار قابل دسترسی بودند. حافظ اصفهانی از گروه دوم بود و چندین بار به دربار فراخوانده شد و شهرت کسب کرد. او برای حکام محلی نیز کار می کرد: می دانیم که دومین دستگاه روغن کشی آبی اش با کمک و حمایت فراوان یکی از حکام بلخ ساخته شد. اولین دستگاه روغن کشی را به درخواست یکی از دراویش بزرگ و هنگامی که از جانب پادشاه به سمرقند دعوت شده بود ساخت، و هم برای او بود که یک قفل مخصوص از اختراقات خود را ساخت (حافظ اصفهانی، صص ۸۰ و ۸۶ و ۹۷). یکی از دیگر کسانی که ساختن این ساعت را پیش از حافظ اصفهانی آغاز کرده بود، تحت الحمایة سیاستمدار شهری به نام میرعلی شیر بود (همانجا، ص ۱۶) که می توان حدس زد برای تعکیم شهرتش به حمایت از یک گروه فنی می پرداخته است.

در ایران زمان ساسانی نیز گردهم آبی دانشمندان و پیشهوران در یک مرکز پژوهشی جریان داشت: مدرسه گندیشاپور محل تلاقی و تبادل فرهنگ‌های علمی یونانی و هندی بود<sup>۱</sup>. از فنونی که به ایران آورده شدند و گاه در ایران دستخوش اصلاحاتی نیز شدند، برخی منشأ هندی یا یونانی داشتند. از ورای مطالعه چرخ‌های آبی و تصفیه شکر دیدیم چگونه فنونی که از این دو منبع الهام‌دهنده آورده شده بودند، حین انتشار در ایران و به خصوص از طریق مدرسه گندیشاپور دستخوش تبدیل و تحول شدند. اما در مورد شکر، شاهد پدیده دیگری نیز هستیم و آن این که اصلاح فرایند تصفیه، حاصل خواست و اراده دانشمندان این مرکز بود. یعنی، دانش فنی (یا شبہ‌علم) آن دوره می توانسته در بعضی فنون و فرایندهای صنعتی به کار گرفته و از این رهگذر متضمن اصلاحات و تحولاتی در آن فنون شود.

این پدیده را تا حدودی در دوره تیموری نیز، که حافظ اصفهانی تماماً به کار اختراع و اختراق مجدد مشغول بود، می توان مشاهده کرد. اما دربار تیموری، بر خلاف

۱. بنا بر قول مظاہری "ایران در زمان ساسانی هم یک تخم دوزده بود که دو میراث داشت: ایران شرقی از سلسله کوشان که فرهنگ هندی داشت و ایران بردی بوده و ایران غربی از پارت‌ها که فرهنگ کلدانی-یونانی داشتند. به همین دلیل است که در همان زمان ساسانیان نیز دو نوع آموزش پزشکی، دو نوع آموزش ریاضیات، دو نوع آموزش نجوم، دو نوع منطق و دو نوع فلسفه همزیستی داشت که یکی چینی-هندی و به زبان سانسکریت یا پراکریت بود و دیگری کلدانی-یونانی که بیشتر به زبان سریانی (آرامی) بود تا یونانی. غالباً هر دو این انواع آموزش‌ها در چارچوب مدارسی چون مدرسه گندیشاپور (در نزدیکی آبادان امروزی) صورت می گرفت." (Mazâheri, 1973, p.18).

مدرسه گندی‌شاپور، که دانشمندانی از کشورهای مختلف را در یک مؤسسه گرد هم آورده و فعالیتی جمعی در آن سازمان گرفته بود، اقامه‌گاهی دائمی برای حافظ اصفهانی به شمار نمی‌آید و او همواره از شهری به شهر دیگر در سفر بود. بنا به حکم پادشاه یا به درخواست دربار، کاری را آغاز می‌کرد و چنان که از داستان ساختن ساعت نیز بر می‌آید هرگز بین او و دیگر پیشه‌وران، کاری گروهی سامان نمی‌یافتد. هر چند حافظ اصفهانی وقتی از رقابت بین دانشمندان شرق و غرب سخن می‌راند، تلویحاً به عدم تفاهم فنی بین دو بخش کشور اشاره می‌کند، اما واقعیت این است که او و هم‌ولایتی‌هایش نیز هریک جداگانه و برای خود کار می‌کردند. هر یک تلاش می‌کرد اولین کسی باشد که کار را به پایان رساند تا افتخار و جایزه بزرگ را به تنها بی از آن خود کند.

دسترسی به دربار همیشه آسان نبود و واکنش قدرت سیاسی می‌توانست برای متخصصان فنی غیرمتربقه باشد. در فصلی از زینت المجالس که به طلس‌ها و کارهای محیر‌العقول اختصاص دارد، می‌خوانیم که مرد دانشمندی به نام ابو‌مطیعه برای آن که بتواند به دربار حاکم سامانی (۹۹۲-۹۹۰ م/ ۲۷۹-۳۹۰ ه) بلغ نزدیک شود، به ساخت "طلسم" (سازوکار) عجیب و بی‌سابقه‌ای تصمیم می‌گیرد. لذا "در زمان کوتاهی سه آدمک چوبی می‌سازد که هر یک طبلی به گردن داشتند و رأس هر ساعت، آدمک‌ها با میله‌ای چوبی بر طبل می‌نواختند. او با این ماشین به خدمت حاکم رسید. حاکم هیچ توجهی به آن نکرد و گفت که هیچ احتیاجی به چنین وسیله‌ای ندارد چرا که دین، ساختن تندیس انسان را قدغن کرده است. ابو‌مطیعه گیج و مرعوب، اثر خود را نابود کرد".

این قصه در وهله اول حکایت از آن دارد که عرضه یک اثر هنری یا مکانیکی به دربار می‌توانست وسیله‌ای برای ارتزاق خالق اثر باشد و تأیید دربار تضمینی برای آینده او محسوب می‌شد؛ که این خود بار دیگر نقش دستگاه دولت را به عنوان مرکز جذب دانشمندان نشان می‌دهد. از سوی دیگر می‌بینیم چگونه ایمان مذهبی یک حاکم توانسته است دستاوردهای یک عالم را تحت الشاعع قرار دهد و مانع از آن شود که او از دانش فنی اش بهره بگیرد.

اما هنگامی که دربار سفارش دهنده بود سرنوشت حاصل کار نیز از ضمانت بهتری برخوردار می‌شد. ساعت‌های آبی، اسٹرلاب‌های مجهز به چرخ دندانه‌دار یا هر نوع دستگاه اندازه‌گیری نجومی، به سفارش دربار یا دستگاه حاکم محلی ساخته می‌شد. سازنده این دستگاه‌ها دانشمند یا مهندسی بود که مانند حافظ اصفهانی، ابوبکر

اصفهانی و یا رستم خراسانی ساعتی تنها کار می‌کرد.<sup>۱</sup> اگر متخصصی از بد حادثه نمی‌توانست از عهده سفارش دربار برآید، در همان مخصوصه‌ای گرفتار می‌آمد که همکار حافظ اصفهانی را واداشت تا پس از ناکامی در ساختن ساعت مکانیکی از هرات بگریزد. با همه این احوال سرنوشت ساعت حافظ اصفهانی یا اسطرلاپ ابوبکر چندان با این زمان‌سنجی که به دست خالقش معدوم شد فرقی نمی‌کرد. با این که دولت در کار ساخت آن ماشین‌ها مشارکت داشت، اما هیچ یک نتوانستند یک شاخه از تولید کنندگان مانند آنچه برای ساعت‌های آبی از دوره ساسانی بر جای مانده بود، به وجود آورند. پرسش این است که چرا دولتی که هودار سینه‌چاک ساعت مکانیکی بود، مرکزی را برای تولید این ماشین مکانیکی بر پا نکرد؟

یکی از دلایل این گست، تغییرات سیاسی ناگهانی‌ای است که در ایران سده‌های میانی به وقوع می‌پیوست. این تغییرات خود معلول سقوط یک سلسله، قتل یا مرگ یک پادشاه یا حاکم، و یا در گرفتن جنگ‌های داخلی مداوم بودند. ساعت مکانیکی و کلیه ماشین‌های آبی حافظ اصفهانی در اوآخر قرن پانزدهم م/نهم ه در ایران تیموری ساخته شدند. اما در آغاز قرن شانزدهم م/دهم ه، ایران به صحنه رخدادهای بسیار تعیین کننده‌ای تبدیل شد.<sup>۲</sup> ساخت اسطرلاپ ابوبکر اصفهانی در ابتدای قرن سیزدهم م/هفتم ه و مقارن هجوم مغول‌ها به پایان رسید و تقویم ییرونی (اگر هم تدوین شده باشد) باید قاعده‌تاً پس از تسخیر ایران غزنوی به دست سلجوقیان، به فراموشی سپرده شده باشد. رصدخانه هلاکو (در مراغه) که زیع‌های آن در سال ۱۲۶۵ ه/۶۶۴ م تکمیل شد، در سال ۱۳۴۰ ه/۷۷۱ م ویران شده بود. این برجها همراه با چند ابزار نجومی جدید متعلق به آن

۱. شاردن نقل می‌کند که اسطرلاپ‌ها را منجان خود می‌ساختند. این طور نیست که پیشوaran حرفه‌ای برای ساختن ادوات نجومی وجود نداشته باشند؛ اما ادواتی که ایشان می‌سازند آن ارزش و منزلتی را ندارد که ساخته‌های دست خود ریاضی دانان... این نکته را نیز باید افزود که اگر منجمی بلد نباشد ابزار خود را بسازد و از یک پیشوaran ماهر هم بهتر از آب دریاورد، به هیچ وجه شایسته مقام دانشمندی شمرده نمی‌شود." (Chardin.II, p.121).

۲. امپراتوری صفوی پایه‌گذاری شد؛ مذهب ایرانیان از اسلام سنی به شیعه تغییر کرد؛ اوضاع امپراتوری عثمانی رونق گرفت و پیرو آن مناسبات میان ایران و اروپا با این چشم‌انداز که بتوانند بر علیه ترک‌ها همکاری داشته باشند، رو به بهبود نهاد؛ همراه با نیت تدریجی آنچه برودل بر آن نام "اقتصاد‌جهان" گذarde است، پرتغالی‌ها و بنگاه‌های هند هلند و انگلستان بر سر به دست آوردند بازار ایران رقابت می‌کردند.

رصدخانه، تا چین هم رفته بود<sup>۱</sup>. هیج اثری از کتابخانه نصیرالدین طوسی بر جای نمانده است. کتاب‌های این کتابخانه را پس از سقوط پایتخت خلیفه به دست هلاکو، از بعداد به مراغه برده بودند (Lockhart.1960, pp.61-62). سرنوشت رصدخانه سمرقند نیز که در آغاز قرن پانزدهم م/نهم ه به دست آلغ‌پیگ بنا شده بود، خیلی بهتر از عاقبت رصدخانه مراغه نبود: پس از قتل آلغ‌پیگ رصدخانه متروک و در قرن شانزدهم م/دهم ه کلانا بود شد (Ronan , p.588). رصدخانه سمرقند شاهد چندین اختراع از منجم و ریاضی دان ایرانی غیاث الدین جمشید کاشی (۱۴۴۹-۱۳۹۳ م/۷۹۶-۸۵۳ ه) بود<sup>۲</sup>. طرح‌هایی که در زمان صفویان و به ابتکار پایه‌گذار آن سلسله، اسماعیل اول، و جانشین وی طهماسب اول برای احداث رصدخانه تهیه شده بود، به هیج جا نرسید و زیج‌ها جدول‌های نجومی، رصدخانه‌های مراغه و سمرقند هرگز روزامد نشد (Winter.1986,p.588).

روشن است که این زیوروشدن‌های وضعیت سیاسی برای جامعه فنی و فرهنگی چه عواقبی را در بر داشت. اشتیاقی که فاتحانی چون تیمور لنگ، هلاکو، خلیفه مأمون، سلطان محمود غزنوی، شاهان سامانی یا آل بویه برای احیای علوم و فنون از خود بروز می‌دادند، به خوبی بیانگر یک گستالت در انتقال دانش از یک دوره به دوره دیگر است. همواره باید همه‌چیز را از نو آغاز می‌کردند و در وهله اول باید اسناد بر جای مانده از کتابخانه‌هایی<sup>۳</sup> را که به دست همین فاتحان و پادشاهان به آتش کشیده شده بود<sup>۴</sup> جمع آوری می‌کردند. در گام دوم، باید دانشمندان بازمانده را بازمی‌یافتد و

۱. "جمال الدین که از مراغه آمده بود و در ۱۲۷۶ م/۶۷۵ به خانبالق (Khanbaliq) رسیده بود، طرح‌ها و شاید الگوهایی از هفت ایزار نجومی همراه خود داشت" (Winter.1951, p.129). [خانبالق: نامی که ترکان شرقی و مغولان از عهد قریب‌لای قآن به بعد، به شهر پکن، از آن جهت که پایتخت امپراتوری مغول در چین بود، اطلاق کردند (دانره‌المعارف فارسی، غلامحسین مصاحب). (م)]

۲. ای. اس. کنندی چندین مقاله درباره آثار این عالم بزرگ نگاشته است.

۳. کتابخانه سامانی در آتش سوزی ای در سال ۹۹۸ م/۳۸۹ ازین زین رفت. محمود غزنوی بخش اعظم کتابخانه آل بویه را در سال ۱۰۲۹ م/۴۲۰ در ری نابود کرد و باقی آن را به پایتخت خود برد؛ آن کتابخانه نیز به نوبه خود در ۱۱۵۰ م/۵۴۵ به همان سرنوشت دچار آمد (Arnold, p.1810).

۴. واقعیت این است که روز به روز از حجم میراث گذشته کاسته می‌شد: در بصره کتابخانه جبی که شاهزاده‌ای از آل بویه بود، ۱۵،۰۰۰ جلد کتاب داشت. برای حمل و نقل کتاب‌های یکی از وزیران آل بویه به ۵۰۰ شتر نیاز بود. همچنین می‌دانیم که کتابخانه شیراز که به دست عضدالدوله بنا شده بود به نحو احسن اداره می‌شد (Kabir, pp.31-32). و اما بینیم شارذن از دوره صفوی چه نقل می‌کند؟ "دست آخر این که ایرانیان تعداد زیادی مؤلف و کتاب دارند. اگر از یک ایرانی بیرسید خواهد گفت که شمار آن کتاب‌ها و مؤلفان بی‌نهایت است. اما وقتی با مؤلفان و مجموعه‌های خودمان مقابله شان می‌کنیم مصدق مگس و فیل است."

اولین وظیفه ایشان مرمت خسارت‌های وارد آمده بود. چنان که دیدیم، بعضی وقت‌ها لازم بود تمام سیستم توزیع آب یک شهر را از نو ساخت. محاسبه حجم آبی که باید توزیع شود و شاخه‌های سیستم توزیع، گاه مشارکت اهل علم را طلب می‌کرد. کارهای بزرگ آبرسانی که احتیاج به حضور مهندسان نیز داشت، باید با دخالت یک شاه مقندر آغاز می‌شد.

بدیهی است که بازتولید و تجدید مکرر نظام سیاسی در ایران فرصت نمی‌داد تا یک رویداد به زمان تبادلات فنی وارد شود و به تداوم دانش فنی انجامد. این دانش فنی چنان که در بالا نیز بیان کردیم، محدود به دستاوردهایی فنی بود که از آثار و تبعات دانشمندان و مهندسان ناشی می‌شد. انتقال دانش فنی که در فصل‌های قبل تشریح شد، انتقالی از گونه دیگر و بیشتر در حیطه پیشه‌وری است. گاه قدرت سیاسی محمل این انتقال است و گاه انتشار دانش فنی، که موضوع بررسی حاضر است.

دیدیم که فن تولید کاغذ در همه‌جای ایران پراکنده بود، اما استفاده از آسیای کاغذ به سمرقند منحصر می‌شد. اگر پادشاه کشمیر برای بردن آسیای کاغذ به سمرقند نرفته بود آیا هرگز این آسیا به کشمیر می‌رسید؟ این یکی از موارد واردات یک مجموعه فنی است که کلیه خصوصیات یک "انتشار اجباری" را دارد. این نوع انتشار بسیار رایج بود و تمام شاهان به آن متولّ می‌شدند.

دانش‌های فنی که انتشار اجباری می‌یافتد، یا از خارج از کشور و ترجیحاً از طریق اسیران جنگی می‌آمدند و یا از منابع داخلی ناشی می‌شدند. در زمان ساسانیان اسیران رومی بودند که در کارهای بزرگ هیدرولیکی خوزستان نقش داشتند.<sup>۱</sup> در قرن هشتم م/ دوم ه اسیران چینی اسرار ساخت کاغذ را برای تمدن‌های دیگر فاش

→ ادعا از صفحه قبل

بزرگ‌ترین کتابخانه‌های ایشان بیش از ۴۰۰ جلد کتاب ندارد، اما همگی کتاب‌های خوب و قدیمی‌اند و برای آن که خوانندگان بتوانند همه‌چیز را یاموزند کافی است. از این جا می‌توان توجه گرفت که ایرانی‌ها زیاد کتاب تولید نمی‌کنند و به همان کتب قدیم بسته کرده، ادعایی کنند که چیز زیادی نمی‌توان به آن افزود. به هر تقدیر این‌ها همه نشانه آن است که ایشان اکشافات چندانی ندارند" (Chardin. II, p.97).

۱. چنان که دیدیم این رویداد مربوط به قرن سوم م و در زمان سلطنت شاپور اول بود. در قرن چهارم م شاپور دوم اقدام به استقرار اسیران رومی در نواحی مختلف خوزستان کرد و به این ترتیب متخصصین و به خصوص صنعت نساجی رومی به این قسمت از امپراتوری ایران راه یافتند. (Serjeant, pp.40-42).

کردند<sup>۱</sup>. در بین پیشهوران سوری‌ای که تیمورلنگ پس از فتح دمشق در ۱۴۰۰ م/ به سمرقند انتقال داد، تعدادی شیشه گرنیز وجود داشت (Lamm, p.2601).

اسیران جنگی نیز مانند دیگر غنائم در بین سران سپاه، حکام و اعضای خانواده سلطنتی تقسیم می‌شدند و پیشهوران یا هنرمندان از این قاعده مستثنی نبودند. غیاث الدین علی که همراه تیمور لنگ به هند رفته بود، در شرح سفر خود آورده است که تیمور لنگ پس از غارت هند به دهلی قدیمی حمله کرد و در آن‌جا هزاران پیشهور را به اسارت گرفت. شماری از ایشان را به نظامیان و نجایی دادند که در این لشکرکشی همراه تیمور لنگ بودند و باقی را به سمرقند و نزد دولتمردان و نظامیانی فرستادند که آن‌جا مانده بودند. تنها گروهی که از این توزیع مستثنی شدند، سنگ‌تراشان بودند که آنها را برای ساختن مسجدی در سمرقند به کار گرفتند. (غیاث الدین علی، ص ۱۲۹).

وقتی یک پیشهور را به دولتمردان می‌سپردند او را در کارگاه یا کارخانه‌ایشان به کار می‌گماردند. در عصر صفوی، اروپا خاستگاه جدید ورود پیشهوران بود. این پیشهوران به دعوت پادشاه می‌آمدند، حقوق می‌گرفتند و سعی می‌کردند هوس‌های شاه را، به خصوص در زمینه اشیای تجملی و سلاح‌های گرم، برآورده کنند<sup>۲</sup>. سانسون که در اوآخر قرن هفدهم م/ یازدهم هزار ایران دیدن کرده است نقل می‌کند که شاه "به کارگران می‌رسد؛ از بین همه اروپاییان تنها فرانسوی‌ها را برمی‌گزینند و زرگران و ساعت‌سازان<sup>۳</sup> فرانسوی بسیار خوب و ماهری در خدمت خود دارد. حقوق خوبی هم

۱. پلیو می‌نویسد "ما هنوز اشاره‌ای به این متن عجیب که مربوط به اواسط قرن هشتم م/ دوم ه می‌شود نکرده‌ایم." بر اساس این نوشته و توضیحات پلیو آشکار می‌شود که پس از شکست چینی‌ها در سال ۷۵۱ م/ ۱۳۴ ه، پیشهورانی چینی به پایتخت عباسی انتقال یافتد و در آن‌جا مشغول به کار شدند- پیشهورانی چون زرگر، نقاش و ابریشم‌باف (Pelliot, pp.110-112).

۲. شاه عباس اول تلاش می‌کرد تا برای جبران ضعف نیروی نظامی خود در زمینه سلاح‌های گرم، متخصصین را که ترک‌ها را می‌کردند و ساختن این قیل سلاح‌ها را می‌دانستند، نزد خوبیش بیاورد (Winter, 1986, p.584).

۳. این ساعت‌سازان اروپایی "کارگاه ویژه‌ای ندارند و جزء گروه اسلحه‌سازان هستند، تنها چون عده‌شان زیاد است گروهی از آن‌ها را در محلی در مجاورت قسمت پشتی قصر شاه جای داده‌اند. این محل را چهار حوض می‌نامند" (Chardin, III, p.16). زرگرها نیز با ابزارهای پیشرفته‌شان به ایران آمدند: "می‌توان در قسمت مجازی از بنا، آسیاهای یک الماس کار اروپایی را که عباس دوم به ترغیب جواهرسازان ارمنی و برای تراش الماسی به ارزش بیش از ۲۰۰ ایکو به ایران آورده بود، مشاهده کرد" (همان‌جا، p.32).

به آن‌ها می‌پردازد. بعضی از آن‌ها ۲۵۰۰ لیره حقوق به اضافه خوراک دریافت می‌کنند که مبلغ هنگفتی می‌شود. شاه آنقدر به کارشان اهمیت می‌دهد که می‌خواهد انحصاراً برای او کار کنند. او همچنین چنین‌ها و تعداد زیادی کارگران دیگر ملل آسیایی را در استخدام خود دارد.” (Sanson , pp.73-74).

حضور این هیئت فنی اروپایی هرگز در خصوص تولید دستگاه‌های مکانیکی اثری بر محیط فنی ایران نگذاشت. مثلاً “یک نفر از اهالی ایران نیست که بتواند یک ساعت را درست تعمیر کند.” (Chardin.II, p.71). نباید چنین تصور کرد که شاه نمی‌توانست مقرر کند که ایرانی‌ها فنون اروپایی را فراگیرند؛ آنچه در این عدم موفقیت نقش مهمی بازی می‌کرد این بود که قدرت حاکمه در زمینه‌هایی که موضوع توجه بلافصلش نبود پیشه‌وران را حمایت و تشویق نمی‌کرد. نقل شاردن از عدم موفقیت تأسیس یک چاپخانه پیشرفتی در ایران نشان‌دهنده آن است که تا چه اندازه این توجه بلافصل قدرت حاکمه نقشی تعیین‌کننده بازی می‌کند: ایرانی‌ها ”صدها بار خواسته‌اند که در پادشاهی‌شان چاپخانه داشته باشند اما هیچ کس برای بنادردن آن دست به کار نمی‌شود. برادر استاد بزرگ که مردی بسیار دانشمند و نورچشمی شاه بود در سال ۱۶۷۶/۱۰۸۷ می‌خواست مرا متقادع کند که برای آموزش دادن این فن شریفه کارگرانی را به ایران بیاورم. او کتاب‌های چاپی‌ای را که به او داده بودم و به زبان عربی و فارسی بودند به شاه نشان داده بود. شاه موافقت کرد اما هنگامی که صحبت هزینه‌ها به میان آمد، همه‌چیز نقش بر آب شد.” (Chardin.II, p.71). چنان که می‌بینیم، شوق و فکر آموزش پیشه‌وران ایرانی نزد متخصصان اروپایی وجود دارد اما از انگیزه‌های بلندمدت قدرت خبری نیست.

انتشار اجباری فنون، این فقدان سیستم آموزش را جبران می‌کرد. انتقال پیشه‌وران کاغذسازی سمرقند به کشمیر یا کارگران شیشه‌گری دمشق به سمرقند سبب شد که رویه‌های فنی را بدون آن که نیازی باشد برای آموختن‌شان زحمتی بکشند، گرته‌برداری کنند. پیشه‌وران محلی می‌توانستند در تماس با پیشه‌وران خارجی از وجود ایشان استفاده کنند و حرفة‌ای جدید را فراگیرند و موجب تداوم تولید شوند و

این البته ممکن نبود مگر آن که مالک کارگاه به این امر تمایل نشان می‌داد. هنگامی که چنین ارتباطی برقرار می‌شد، انتقال دانش فنی بر اساس همان قواعدی صورت می‌گرفت که مناسبات استاد و شاگرد را شکل می‌دادند. اگر انتقال صورت می‌پذیرفت جذب فن جدید هم محقق می‌شد: در این حالت زمان حوادث بر بستر زمان ادواری پیشهور پیوند می‌خورد.

به این ترتیب، پیشهور محلی که با فن جدید عجین شده بود وارد چرخه انتشار، وام‌گیری و حتی انتقال به غیر و دستخوش همان فراز و نشیب‌هایی می‌شد که همکار غیر محلی اش شده بود. سرنوشت پیشهور غیر محلی همچون همتای محلی اش بود و انتشار فن او نیز تابع همان قوانین بود و در یک محدوده جغرافیایی معین محدود می‌ماند.

اما ورود فنون پیشهوران خارجی قادر به تغییر سیستم فنی ایرانی نبود. این تغییر جز از طریق ورود ماشین‌ها و فنون صنعتی مقدور نبود. اما دولت کلاً نسبت به ماشین‌ها و دستاوردهای فنی جدید اروپایی بی‌تفاوت بود. شاه صفی (۱۶۴۲-۱۶۲۸ / ۱۰۵۲-۱۰۳۸ هـ) در نامه‌ای به پادشاه انگلستان از او درخواست می‌کند تا یک لعاب‌گر، یک العاس‌ساز، یک ساعت‌ساز، یک جواهرساز، یک نقاش یک اسلحه‌ساز و یک توبچی (قائم مقامی، ص ۳۶) به کارگاه‌های دربار یا بیند و به کار مشغول شوند اما به هیچ وجه به مهندسان، متخصصان و ماشین‌ها یا فنون جدید صنعتی علاقه‌ای نشان نمی‌دهد. طبق معمول، دلمشغولی اصلی شاه اشیای تجملی است و حتی ماشین‌هایی که ساخته مهندسان ایرانی است برایش جالب نیستند. در هنگام بررسی ذهنیت فنی ایرانی این ویژگی را بهتر خواهیم فهمید

### ذهنیت فنی ایرانی

با تسلط بر فن تولید کاغذ در سمرقند که به برکت وجود زندانیان (اسیران) چینی محقق شد، انتشار اجباری [دانش فنی] نیز به اهداف خود نائل آمد. اما از آن پس انتشار این فن با موانعی مواجه شد، چرا که فن تولید خمیر بهتر از قسم مکانیکی کاعذسازی انتشار می‌یافت. در واقع، برای ایرانی سده‌های میانی تسلط بر سازوکار انتقال حرکت آسان نبود. چنان که دیدیم، در دو مورد افراد اهل علمی چون گردیزی درباره دنگ برنج چینی و نویسنده زینت المجالس در خصوص زمان‌سنج مکانیکی‌ای که به دست خالقش معدوم شد، این عملکرد را به نیروهای ناشناخته و جادویی یا "طلسم" نسبت دادند. در واقع، از آن‌جا که سیستم بادامکی در ایران سده‌های میانی رایج نبود و استفاده از آن به برخی مناطق محدود مانده بود، آن‌هایی که عملکرد آن

را ندیده بودند هیچ شناختی از آن نداشتند. به همین ترتیب، در ک نحوده کار یک اسباب بازی یا دستگاه مکانیکی برای همگان مقدور نبود. این بی اطلاعی از سیستم حرکت مکانیکی، سبب شده بود که علم مکانیک آن دوران را به عنوان حیل می شناختند (کاتب خوارزمی، ص ۲۳۵): آنچه باعث حرکت آدمک یا چکش می شود ناشی از حیله یا "طلسم" است.

در چنین محیطی با این درک فنی، فهم سازوکار ساعت مکانیکی با چرخ دنده هایی که در جهات مختلف می چرخدن اصلاً آسان نبود. عدم موقیت آن کسانی که ساخت ساعت را به چالش می طلبیدند، بعضاً به همین فقدان تجربه در زمینه حرکت در چند صفحه مختلف مربوط بود. در مقابل، حافظ اصفهانی هم موقیتش در به انجام رساندن همان طرح را بعضاً مدیون شناختی بود که در ساختن آسیاهای گوناگون کسب کرده بود و این که ساخت آنها نیازمند ترکیب انتقال حرکت از یک صفحه به صفحه دیگر بود. این تجربه شخصی راه شناخت نخستین ماشین خودکار را برابر او گشوده بود.

با تحلیل نوشته حافظ اصفهانی می توانیم وجوده دیگری از سیستم فنی ایران را آشکار کنیم. در واقع، او می توانست پیش قراول یا منادی دنیای فنی جدید ایران باشد که متأسفانه، به دلایلی که ذکر ش رفت، محکوم به نابودی شد. نخستین بارقه های یک سیستم فنی را، مشابه آنچه در غرب ظهور کرد، در کار او می توان دید. حافظ اصفهانی فردی عمل گراست. او بارها مخاطبانش را دعوت می کند تا در طرح هایی که آماده کرده یا به اجرا درآورده، مشارکت کنند. از آنها می خواهد تا فرایندهای قدیمی تولید را رها کنند و روش های ابداعی او را که کاراتر و جدیدترند در پیش گیرند. پس از آن که ساخت آسیای روغن خود را به پایان رساند، به محاسبه بازده این دستگاه آبی و مقایسه آن با دستگاه های "ستنی" آن زمان پرداخت. این امر که او نرخ تولید دستگاه های روغن کشی مختلف را محاسبه کرده و با بازده آسیای روغن خودش مقایسه کرده است، دو چیز را بر ما آشکار می کند: اول این که او برای ارزیابی کیفیت دستگاهها به آمار و ارقام تکیه می کند، یعنی به روش مشاهده علمی مجهز است؛ دوم این که بدیهی است که به اختراع خود باور دارد و می خواهد قابلیت های آن را به دیگران بشناساند.

لذا او به بازده اکتفا نمی کند و نقاط قوت دیگری را نیز می جوید. او به مسئله بهداشت اشاره می کند و مشاهده می کند که بر خلاف آسیای آبی او، در شیوه های دیگر روغن کشی وجود عامل حیوانی باعث آلوده شدن روغن می شود (حافظ

اصفهانی، صص ۹۰-۹۱). در جای دیگر به خطراتی اشاره می‌کند که کارگران عهده‌دار گذاشتن و برداشتن بار در روغن‌کشی‌های مجهز به تانگ و تیر را تهدید می‌کند. همچنین از درآمد کارخانه‌اش به عنوان یک مزیت یاد می‌کند و برای اثبات سودآوربودن آسیايش، درآمد کارخانه‌هایی را که در حصار شادمان و نقاط دیگر داشته برآورد می‌کند (همان‌جا، ص ۹۶).

از این مهم‌تر، هنگامی است که به مفهوم تداوم تولید در کارخانه‌اش اشاره می‌کند و این جاست که از چارچوب ضوابط دنیای پیشه‌وری ایران سده‌های میانی بیرون می‌زند و به حیطه جوامع صنعتی گام می‌نهد. از نظر او، آب، برخلاف سایر انواع انرژی، می‌تواند روز و شب مورد بهره‌برداری قرار بگیرد: "آب بر عکس عوامل حیوانی نه خسته می‌شود و می‌میرد" و این صراحتاً بیانگر برتری اقتصادی ماشین آبی است (همان‌جا). مفهوم تداوم تولید یکی از دستاوردهای جامعه جدید است. اما در یک جامعه پیش-صنعتی به دلیل فقدان مفهومی چون زمان کار، تداوم تولید نیز مفهومی ندارد. همین فلسفه تولید را می‌توان عیناً نزد یک مهندس فرانسوی قرن هیجدهم م/دوازدهم هنیز یافت که مزایای آسیاب روغن‌کشی خود را برمی‌شمارد.<sup>۱</sup> اما، حافظ اصفهانی کمال‌جوست و تصور دقیق‌تری از تداوم تولید دارد: در تابستان روغن کم‌تر به فروش می‌رسد – یقیناً به این دلیل که فاسد می‌شود – و در نتیجه روغن‌کشی کم‌تر کار می‌کند. در نتیجه او از همان منبع آب و چرخاب برای گرداندن یک آسیاب گندم در کنار روغن‌کشی استفاده می‌کند. به این ترتیب کارگاه او که دو نوع فعالیت مختلف دارد، بدون وقفه کار می‌کند و تداوم تولید آن از همه نظر و در تمام فصول تضمین شده است (همان‌جا، صص ۹۶-۹۷). علاوه بر این، از آسیاب گندم می‌توان برای کندن پوست دانه‌های پنبه نیز استفاده کرد تا بهره‌وری آن باز هم بیش‌تر شود (همان‌جا، ص ۹۶).

به این ترتیب حافظ اصفهانی از هیچ جزئیات نیز نمی‌گذرد و کاملاً به تمامی امکانات مجموعه فنی یا ماشین مکانیکی‌ای که در اختیار دارد، قطع نظر از رتبه و

۱. آسیاب تمام هفته بدون وقفه می‌چرخد، چه جریان آبی که برای حرکت آن استفاده می‌شود فراوان است. کار آن باشد تی مساوی در طول شب‌نیروز جریان دارد (Casanova, p.23). به نظر کشیش روزیه دستگاه روغن‌کشی آبی "از همه انواع دیگر آن اقتصادی‌تر است و خوشابه‌حال آن که آب در دسترس داشته باشد." (Rozier, p.10) چرا که این ترتیب در هزینه‌تغذیه و نگهداری اسباب‌ها صرفه‌جویی می‌شود و در سرزمین‌هایی که زیتون پرورش می‌یابد به دلیل کمبود علوفه این هزینه سنگین است" (همان‌جا، p.9).

اندازه آن، واقف است. مثلاً هنگامی که مسئله انتخاب ماده اولیه برای ساختن ظرف مخروطی شکل روغن کشی مکانیکی طرح می‌شود، به جای ظرف سنگی، استفاده از ظرف چوبی را توصیه می‌کند و برای مقاعده کردن ما مزیت‌های آن را بر می‌شمرد.<sup>۱</sup> حافظ اصفهانی به موازات مشاهدات علمی، دلایل اقتصادی انتخاب خود را نیز بسط می‌دهد و نشان می‌دهد که مردمی در ابعاد دوران جدید و با ذهنیت فنی-اقتصادی است.

سخن آخر این که حافظ اصفهانی خویش را به اجرای اختراعات خود محدود نمی‌کند. وی می‌خواهد دستاوردهای فنی خود را به دیگران منتقل کند و به همین دلیل شرح ماشین‌هایش را همراه با شکل مکتوب کرده است. همین نیت او به انتقال اطلاعات است که شناخت کارهای او و محیط فنی ایران سده‌های میانی را برای ما میسر کرده است. اما اختراقات او همگی به بونه فراموشی سپرده شدند. همانطور که اثر حافظ اصفهانی در محیط فنی ایران جذب نشد، ذهنیت او نیز از جانب آن محیط طرد شد. پس از او فقدان کنجکاوی بر شوق نوآوری فائق آمد. شاه صفوی هنگامی که تلسکوپ اهدانی ر. دومان را دید از او خواست تا طرز کارش را به منجم دربار یاد دهد اما لحظه‌ای دیگر همه به حیاط قصر رفته بودند و تلسکوپ از یادها رفت بود.

تلسکوپ و ساعت مکانیکی اولین اکتشافات غربی بودند که ایرانیان با آن آشنا می‌شدند. یکی ساخته و فراموش شد و دیگری موضوع هیچ توجهی واقع نشد. علت این بود که اسطلاب به شکلی ناقص و نادرست کار این دو دستگاه را انجام می‌داد و به عنوان ابزاری ضروری در دست منجم به او امکان می‌داد که وضعیت آسمان را زیر نظر بگیرد تا شاه بتواند بر روی زمین تصمیماتش را بگیرد. عبور از دیواره عایقی که جهان اخترگویی را از جهان اخترشناسی<sup>\*</sup> جدا می‌کرد هنوز ممکن نبود.

۱. اول این که نفالة دانه‌ها به جداره چوبی بهتر می‌جبد و استخراج روغن آسان‌تر می‌شود. دوم این که چون چوب سریع‌تر گرم می‌شود استخراج هم سریع‌تر صورت می‌گیرد و کیفیت روغن بالاتر است. سوم این که سنگ گران‌تر است و دشوارتر به دست می‌آید (همان‌جا، صص ۱۲۱-۱۲۲).

\* اخترگویی را برابر *astrologie* و اخترشناسی را برابر *astronomie* فرار داده‌ام که اولی را باور بر این است که خصوصیات شخصیتی و سرنوشت انسان‌ها بنا بر وضعیتی که صور فلکی در هنگام تولد ایشان داشته است قابل شناخت و پیش‌گویی است و دومی علمی است که حرکت ستارگان، اجرام سماوی و ساختمان کیهان را بررسی می‌کند. (م)

اما چنان که دیدیم، نوآوری‌های فنی در همه زمینه‌های فعالیت صنعتی و پیشه‌وری طرد می‌شد. یک ساختار فنی بر آنچه موجود بود حکم‌فرمایی می‌کرد و ادغام تمامی فنون جدیدی را که ممکن بود انسجام فنی آن را بر هم زند بی‌اعتبار می‌کرد. این وضعیت فنی منبع تغذیه ذهنیت فنی غالب بود و به نوبه خود از آن ذهنیت فنی تغذیه می‌شد. به این ترتیب، جدا کردن سیستم فنی از ذهنیت یا به عبارت دیگر روساخت آن چندان میسر نبود.

\*\*\*

به این نتیجه می‌رسیم که ذهنیت فنی ایران در سده‌های میانی پیشه‌ورانه باقی می‌ماند. استاد با تعداد اندکی ابزار و یک یا دو شاگرد که زیر دست دارد تقسیم کاری ابتدایی را گردن می‌نهد. ورود ماشین‌های آبی در ذوب فلز (دم و چکش مکانیکی)، در نساجی، در پارچه‌کوبی، در صنعت چرم، در رنگرزی، در روغن‌کشی برای له کردن دانه‌های روغنی و مانند آن می‌توانست به آهنگ افزون‌تر تولید و نهایتاً تقسیم کاری پیشرفته‌تر منجر شود. اما چنین نشد و در موارد نادری که آسیای آبی در این قبیل صنایع به کار گرفته شد (مانند کاغذسازی) به آسانی می‌شد آن را با یک سیستم غیرآبی جایگزین کرد و این سیستم که در چرخه استاد-شاگردی شناخته شده بود، به خوبی جا می‌افتد بی آن که نسبت به کیفیت بالاتر یا افزایش آهنگ تولید دغدغه‌ای پدید آورد.

تازه، چه کسی مایل بود در این صنایع سرمایه‌گذاری کند؟ چنان که اشاره شد حافظ اصفهانی سرمایه‌گذاران را دعوت می‌کند تا در کارگاه‌هایش که با انرژی آب کار می‌کنند مشارکت جوینند. هیچ کس از ترس مصادر دولتی علاقه‌ای نشان نمی‌دهد<sup>۱</sup>. تنها شناس او خود دولت بود که در آن هنگام دلمشغولی‌های دیگری داشت. از این گذشته، دولت به ماشینیسم علاقه‌ای نداشت و اشیای تجملی را اعم از این که کار پیشه‌وران ایرانی باشد یا خارجی ترجیح می‌داد. نه فنون جدید (داخلی یا خارجی) توانست در وضعیت فنی ایران تغییر شکلی بدهد و نه تماس با انواع دیگر

۱. تنها در قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه بود که تعدادی از تجار جرئت آن را یافتند که در صنایع وارداتی اروپایی سرمایه‌گذاری کنند. اما تقریباً عاقبت تمامی بنگاه‌های صنعتی که سعی کردند به ایران وارد کنند (بافتگی نخ، شیشه‌گری، آجرپزی، صابون‌سازی، روغن‌کشی و کارخانه قند) به شکست انجامید، یا به این دلیل که پایه گذار اشان زود مایوس شدند یا حیات لازم را دریافت نکردند، یا به این دلیل که شرایط اقتصادی کشور برای توسعه صنعتی آماده نبود<sup>۲</sup>. (Rabino & Lafont. 1914, p.238)

سیستم فنی ایران / ۲۹۵

فرهنگ‌های فنی. چرا که دولت نتوانست تداوم زمان تبادلات فنی را در چارچوب  
ماشینیسم اولیه حفظ کند.



## پیوست

# قطعه‌هایی از یک دستنوشتهٔ فنی

در کتابخانهٔ ملی پاریس دستنوشته‌ای بدون عنوان و بدون نام مؤلف، تحت عنوان مرجع "فارسی ۷۲۷ از فهرست بلوشه"، یافت می‌شود که در قرن شانزدهم م/دهم ه نسخه‌برداری شده و بلوشه در هنگام ثبت، به آن عنوان "قطعه‌هایی از یک فرهنگنامه" را داده است. این متن به تفصیل چند فن پیشه‌وری می‌پردازد که به نظرمان رسید در چارچوب این کار می‌توانند بگنجند. در اینجا فقط آن قسمت‌هایی از متن را می‌آوریم که بدیهی و کاملاً ابتدایی نیستند و می‌توانند از نظر غنای واژگانی یا ارائه داده‌هایی دربارهٔ موارد مشخص مفید واقع شوند.

به نظر ما، تاریخ نگارش این دستنوشته خیلی قبل تر از تاریخ نسخه‌برداری آن نیست چرا که حاوی نکاتی دربارهٔ نحوه ساخت گلوله توپ نیز هست که تا پیش از قرن شانزدهم م/دهم ه در ایران ناشناخته بوده است. در این نوشته همچنین اشاره‌ای به ساخت چکمه برای یک قزلباش صفوی هم یافت می‌شود. البته این احتمال را نباید از نظر دور داشت که شرح فنون جدید را بعداً و برای تکمیل این دستنوشته به آن افزوده باشند، چه سبک نگارش آن با سبک دوران صفوی نمی‌خواند. به هر تقدیر نویسنده یا نسخه‌بردار یک نفر مسیحی است و این نسخه در اختیار نسخه‌بردار دیگری قرار داشته که مسلمان بوده است.

و اینک قطعات گزیده‌ای از این دستنوشته:

چاه: و در صحن خانه چاهی بگذند به این روش که اول کدکن بیاورند و کدکن شروع کند به چاه کنند از کلنگ و بیل و تا نزدیک است خاک آن چاه را بیرون می‌ریزند و همین که دور شد دلوی دارد و کدکن در ته چاه چون خاک جمع شود در اندرون آن دلو کند و شخصی در بالا ایستاده است که آن دلو را به بالا می‌کشد همچنین تا به آب رسند و در آب هم یک ذرع و نیم بگذند تا آب بسیار شود و بعد از آن از ته چاه تا آن‌جا که آب است از سنگ و آجر دوره‌اش را بسازند و چون از آب

بگذرند باقی آن را از کام پر کنند و بچینند تا بالا. اگر خواهند که آدم تنها آب بکشد دهن چاه کوچک‌تر می‌باید و هموار زمین یا یک گام از زمین بلندتر که مبادا طفلان کوچک در چاه افتد.

**چاه گاو:** و هر گاه خواهند که چاه گاو بسازند به این قسم که گفتیم چاه بکنند و کام بگذارند اما درش فراخ‌تر از چاهی که آدمیان آب می‌کشنند باشد و در کنار چاه از دو جانب دیواری بلند کنند به قدر سه ذرع و در بالای هر دو دیوار دو تخته چوب قرار دهند و میان چوب‌ها را ناو کنند و چرخی بسازند از چوب و تخته مدور و مجوف و چوبی بزرگ در میان آن چرخ قرار دهند و سرهای آن چوب میل داشته باشد که آن میل را در میان ناو بگذارند و در برابر چاه و چرخ زمین را سرازیر بکنند چندانی که عمق چاه باشد و دلوی بزرگ که ده من آب گیرد بیاورند و طنابی محکم از پنبه یا چرم گاو که کنده باشد و قایم باشد بر دسته آن دلو بینندند و ریسمان را از بالای چرخ بگذرانند و یک سر دیگرش را در گردن گاو بندند و چون خواهند که آب بکشنند گاو را در آن زمین سرازیر برانند تا دلو آب از چاه بالا آید شخصی در آن طرف چاه ایستاده است که چون دلو بالا آید بگیرد آبش را در جایی که خواهد بریزد چون دلو خالی شود دیگر در چاه اندازد و آن شخص که گاو را می‌راند در پای چرخ ایستاده است سه چهار بار ریسمان دلو را می‌کشد تا دلو پرآب شود بعد از آن گاو را می‌راند تا دلو پرآب بیرون آید همین روش آب می‌کشد.

**صنعت روغن زیتون:** سرجوش درخت زیتون را می‌برند و در زمین می‌کارند و آبش می‌دهند تا سبز شود. چون در حاصل نشت تا سه سال بلکه پنج سال حاصل او را نمی‌خورند. چرا که نازک نیست و در این چند سال روغن او را می‌گیرند. همچنین که زیتون را در درخت می‌گذارند تا سیاه شود، بعد از آن می‌چینند و در اندرون تنور بر آتش می‌گذارند و سر تنور را می‌گیرند چندانی که زیتون بسوزد و بعد از آن بیرون می‌آورند و تخته‌ای بر روی ظرفی گذاشته‌اند. زیتون را بر بالای آن تخته می‌ریزند و تخته دیگر در بالا می‌گذارند و ریسمانی بر هر دو تخته می‌بندند قایم که تخته‌ها زور بر هم کند و روغن گرفته شود و اندک‌اندک در آن ظرف می‌چکد تا تمام روغن نپاید و آنچه بماند سفل است و به کاری نمی‌آید.<sup>۱</sup>

۱ در همین دستنوشه گرفتن روغن گرد و رانیز به همین روش توضیح داده‌اند.

**صنعت روغن چوام:** باید که تخم بیدانجیر را در زمین بکارند و او را آب دهند و علفی که در پای او باشد بچینند که غیر از آن چیز نباشد و آب دادن و خدمت کردن او به طریق جوزقه است. چون بلند شود خوش می‌کند مثل خوشة انگور و برگ بیرون می‌آورد و نخلش بلند می‌گردد. چون چند روز برآید خوشة او را بچینند و در آفتاب ریزنند تا چند روز که بگذرد، از پوست خود بیرون آید او را بردارند و در آسیاب کنند مانند آرد تا روغن او بگیرند. بعد از آن در چراغدان کنند و فتیله‌ای بتابند و در اندرون چراغ گذارند و یک سرش را روشن کنند و هر گاه سرفتیله بسیار بسوزد از مفراض یا سر شمع گیر آن فتیله را ببرند تا روشنی خوب بدهد.<sup>۱</sup>

**صنعت کاغذ:** در ابتدای حال کاغذ نبود متقدمین بر پوست می‌نوشتند تا بعد از آن که عقل انسانی پیدا کرد کاغذ را به این طریق:

که چون جامه کهنه شود بسیار جمع کنند و چون جمع شود بعد از آن در آسیاب کنند تا خورد شود و چون خورد شد در جایی کنند و به رودخانه برند و پاک بشویند و بعد از آن آب سرش با کهنه‌ها در اندرون حوض کنند و چند روز بگذارند تا آن لت با آب سرش یکی شود. بعد از آن قالب دارند به قدر یک ورق کاغذ. آن قالب را در زیر آن کهنه‌های خورد کرده که در حوض است می‌کنند و ورق ورق بر می‌دارند و بر دیواری که هموار باشد می‌چسبانند تا خشک شود. چون خشک شد از دیوار و می‌کنند و اگر فرنگ می‌نویسد مهره نمی‌کنند اما اگر جماعت دیگر نویسنده به مهره کش می‌دهند تا آهار کند از نشاسته و نشاسته را از گندم می‌سازند و بسیار سفید است. مهره کش آن نشاسته را می‌پزد تا غلیظ شود. بعد از آن روی کاغذ بمالد و در آفتاب گذارد تا خشک شود. آخر بردارد و بر بالای تخته چوب نهد و مهره‌ای که از شبشه می‌سازند بردارد و چندان بر روی آن کاغذ بمالد که نرم و پاکیزه شود. آخر هرچه خواهند بنویسند. دیگر باره جماعتی که می‌خواهند خوب بنویسد مهره و تخته دارند خود می‌کشند چنان که نرم و پاکیزه شود و دلخواه ایشان باشد.

**صنعت مداد:** بدان که اول نفت<sup>۲</sup> می‌آورند و می‌سوزانند و سرپوشی بر آن می‌گذارند تا دوده نفت تمام بگیرند چون دوده گرفتند در هاوی بزرگ کنند و دسته

۱. روش توضیح داده شده کامل نیست و به این طریق قطعاً روغن به دست نمی‌آید. باید حتماً از تنگ استفاده شود. ن. ک. فصل هشتم.

۲. این یک مورد دیگر از استفاده نفت در ایران سده‌های میانی است و به همین اعتبار نیز این متن را در پیوست آورده‌ایم.

برو زنند تا خوب ساییده شود بعد از آن شیره<sup>۱</sup> در اندرون آن دوده کنند و بکوبند و دیگر صمغ عربی و مازو و نشاسته و گلاب و سرکه در وی کنند و تا چهل روز هر روز بکوبند. بعد از چهل روز تمام می‌شود و هر چه می‌خواهند می‌نویسند و می‌باید که مرکب در ظرفی باشد که سرپوش داشته باشد به واسطه آن که باد ضایع می‌کند مداد را.

**صنعت درودگر:** خانه بی در و پنجره به کار نمی‌آید. هرگاه خانه تمام شود استاد درودگر را طلب کنند تا اندازه در و پنجره بگیرد و اگر خواهند که درها و پنجره‌ها اعلا باشد چوب چnar جوهردار کار کنند و اگر نه چوب گردو یا چوب سفیده بسازند. همچنین که اول چوب را بگذارند تا خوب خشک شود؛ چرا که اگر تر باشد زود کج می‌شود و بعد از آن چوب را از اره دوسر ببرند و تخته‌تخته کنند. دیگر آن تخته‌ها را اگر پنجره کنند می‌باید طرح آلت بکنند و بعد از آن از اره کوچک قطع کنند و سوراخ‌های آلت را از اسکه کنند و بعد از آن رنده بر آن آلت‌ها بزنند تا صاف و هموار شود. بعد از آن پیوند کنند و چهارچوبه بر آن فرار دهند تا آلت از هم نپاشد و اگر پنجره مربع یا مدور یا مثلث یا طولانی خواهند، به این روش که گزارش یافت به انجام رسانند [...] و هرگاه خواهند که چوبی یا دری را سوراخ کنند می‌باید که مثقب یا مته بر روی آن چیز بگذارند و کمان درودگری بر گرد شب پیچند و چندان بگردانند که سوراخ شود<sup>۲</sup> و میخی که خواهند همراه چکش بکوبند.

**صنعت آهنگر:** بدان که آهن را کانی است و معدن او مانند کوه باشد چون خواهند که آهن را از کان به در آورند سنگ تراشان را می‌برند تا در آن جای سنگ ببرند و چون آهن از معدن به در آید کوره‌ای بزرگ می‌سازند و آتش بر می‌افروزنند و آنچه از معدن به در آمده در آن کوره می‌ریزند و چندان آتش می‌سوزانند که آهن آب می‌شود و آنچه سنگ و خاک و گل اوست به یک طرف می‌رود و آنچه آهن است در یک طرف کوره حوضی ساخته‌اند که کوره راه به آن حوض دارد، آب می‌شود و از آن راه آهسته به آن حوض می‌رود و قرص قرص می‌بنند همچنین تا تمام آب شود و بینند و این مال پادشاه است. و هرگاه خواهند که قرص‌های آهن را پاره کنند و شمش کنند، دیگر باره کوره‌ای بسازند کوچک‌تر از کوره اولین و یک قرص

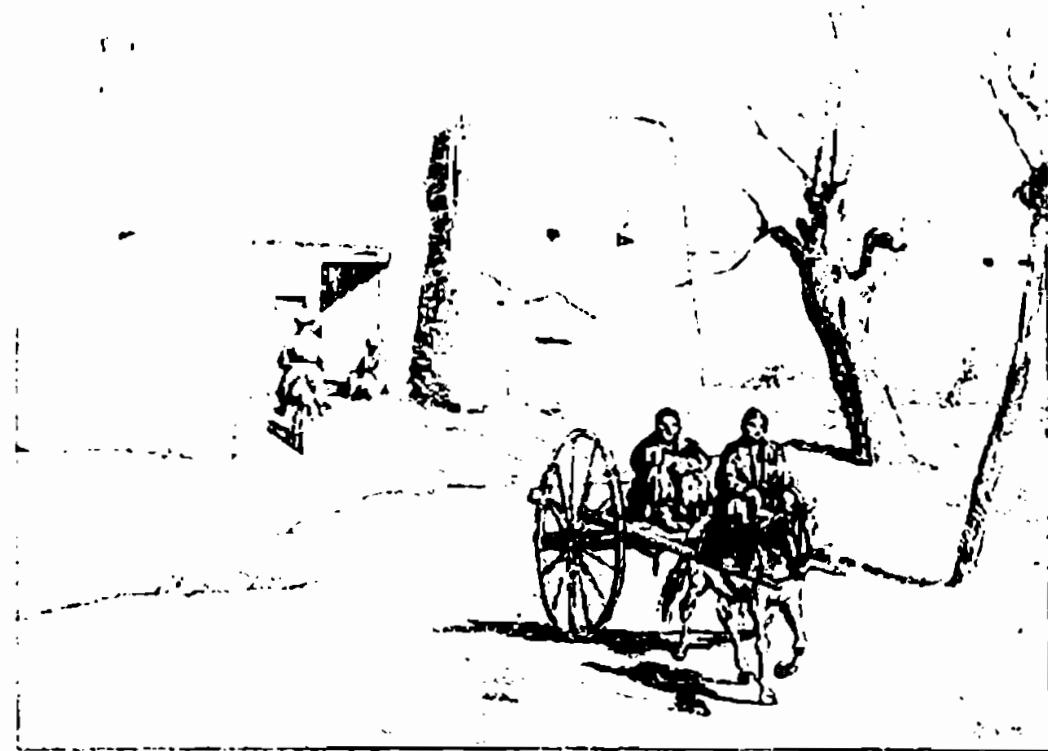
۱. اما معلوم نیست چه نوع شیره‌ای؟  
۲. و به این طریق یک مته کمانی درست می‌شود.

یک فرص در اندرون کوره می‌گذارند و ذوقال در او می‌ریزند و دم می‌دمند چندان که آن فرص تفه شود. بعد از آن استاد بر می‌دارد همراه انبر و بر بالای سندان می‌گذارد و سه چهار کس پنک می‌کوبند، آنقدر که آن فرص شمش شود و چون شمش شود در اندرون آب گذارند تا سرد شود. بعد از آن بردارند و به شهرها برند و بفروشنده آهنگران بخربند و هر چه خواهند بسازند.

و آهنگر در اول کوره می‌بنند و گل کوره می‌باید که از خاک رست باشد و موی حیوانات در وی کنند تا قایم باشد و نترکد. از این گل که گفتیم کوره بسازد و کوره می‌باید که دو در داشته باشد از یک در شاگرد ذوقال می‌ریزد و از یک در استاد کار می‌کند. و میان کوره دم نصب کرده‌اند همچنین که دم را از چرم گاو می‌سازند تنوره تنوره. و میلی که او خالی است در دم قرار می‌دهند و میل نیم گز است. یک سر میل در اندرون دم قایم است و یک سر میل در اندرون کوره محکم است و دو چوب به در دم چسبانیده‌اند و جای دست بر آن قرار داده‌اند و شاگرد یا مردی ایستاده‌اند و دم می‌دمند.



**کلیشه‌ها**



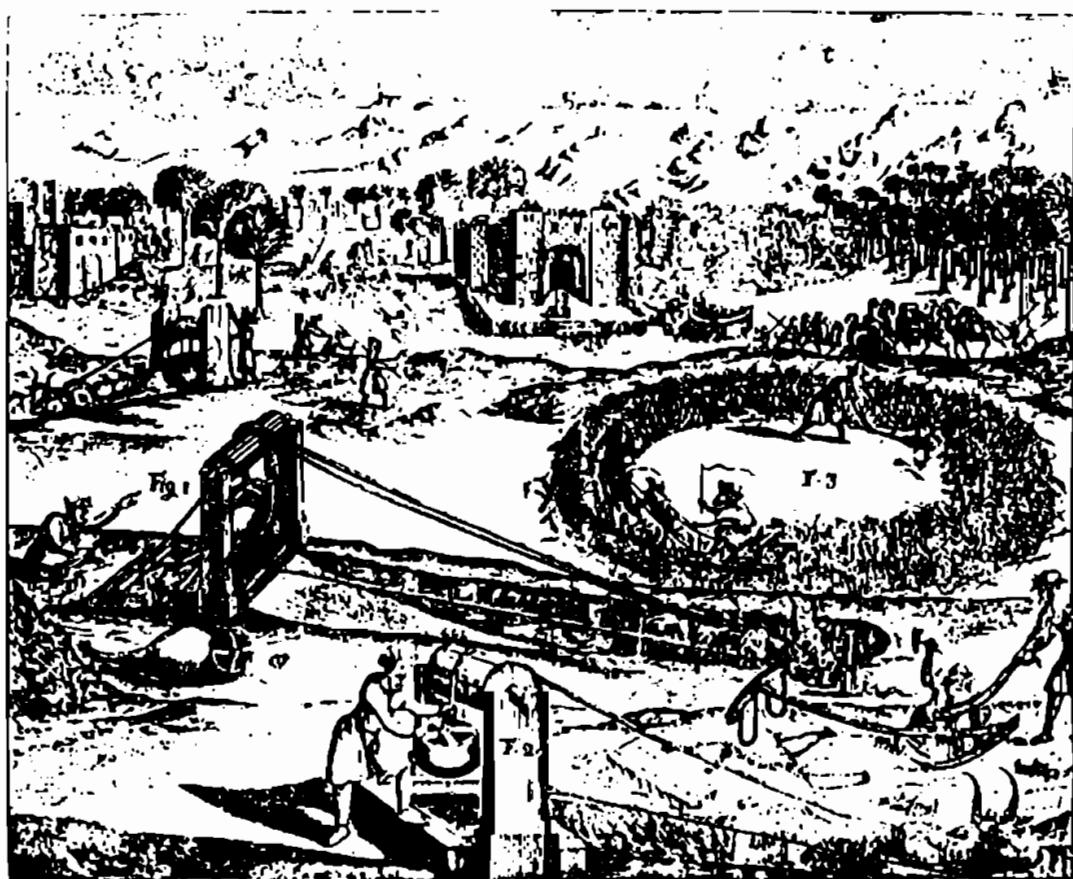
کلیشه I - از آبادی که موذر تشریح کرده است (آیاری آسای مرکزی، ۱۸۹۴/۱۳۱۲ م) شیوه از آبادی است که بهزاد نقاشی کرده است.



کلیشه II - زیبورگ، سفر به ایران، ۱۸۱۳-۱۲۲۶ م، گاسپار دروویان



کلیشه III - احداث یک مسجد، به نبود فرعون توجه کنید، قرن پانزدهم م/نهم ه (Kühnel)



کلیشه ۱۷ - گاوچاه در صحنه‌ای از زندگی روستایی در قرن هفدهم م/یازدهم د (Kämpfer)



کلیشه ۷ - دو طبقه یک آسیای ناوی. طرح از گیلان در قرن هیجدهم م/دوازدهم ه



کلیشه VI - آسای بادی در سیستان. (Sidney Hay, "By order of the Shah")



کلیشه VII - جمشیدشاه در حال آموزش دادن فنون و صنایع به مردمش. دست نوشته باستانی شاهنامه  
فردوسی، ۱۴۲۰ م/۸۳۴

## كتابنامه

### اختصارات

**ANNALES:** Annales d'Histoire Economique et Sociale.

**AG:** Annales de Géographie.

**BSOAS:** Bulletin of the School of Oriental and African Studies.

**CMP:** 2<sup>ième</sup> Congrès Mondial du Pétrole (Paris: 1937).

**DAFI:** Cahiers de la Délégation Archéologique Française en Iran.

**DBI:** دائرہ المعارف بزرگ اسلامی، ک. موسوی بجنوردی، تهران، ۱۳۶۷ هش.

**EI:** Encyclopédie de l'Islam, R.J.Brill (Paris: Leiden, Maisonneuve et Larose, 1960).

**EHR:** The Economy History Review.

**EIR:** Encyclopaedia Iranica, Ed. E.Yârshâter (London, New York: 1987).

**HOURANI:** Papers on Islamic History: I, The Islamic City, Ed. A.H.Hourani, S.M.Stern, First Colloquium on Islamic History (Southern Illinois University Press, 1965).

**JRAS:** Journal of the Royal Asiatic Society.

**MMAB:** Metropolitan Museum of Art Bulletin of New York.

**POPE:** A Survey of Persian Art, 6 Vol., Pope, A.U., Ackerman, P. eds. (London: 1938).

**RMM:** Revue du Monde Musulman.

**SINGER:** A History of Technology, 4 Vol., Singer, C. (Oxford: 1954-1958).

**TC:** Technique et Civilisations.

*TPM: The Practical Mechanic.*

*ZDMG: Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft.*

### منابع فارسی

آدمیت، فریدون، امیرکبیر و ایران (تهران: انتشارات خوارزمی، ۱۳۶۱ هش).

ابن اسفندیار، م.، تاریخ طبرستان (قرن سیزدهم م / هفتم ه)، ویرایش اقبال (تهران: کلالة خاور، ۱۳۲۰ هش).

ابن بلخی، فارسنامه (قرن یازدهم م / پنجم ه)، ویرایش R.A.Nicholson و G.Le Strange (لندن: ۱۹۲۱، مجموعه Gibb Memorial، شماره ۱ از مجموعه جدید، Cambridge University Press).

ابوالخیر، ابوسعید، اسرار التوحید، بازنویسی شده ای سعید میهنی، ویرایش شبیعی کدکنی (تهران: نشر آگاه، ۱۳۶۶ هش).

ابوذکف، المهلل، سفرنامه، ترجمه فارسی (تهران: ۱۳۵۴ هش).

ابونصر هروی، ا.، رساله تقسیم آب قلب (۱۵۱۵ م / ۹۲۱ ه)، ویرایش د. مایل هروی (تهران: انتشارات بنیاد فرهنگی ایران، ۱۳۴۷ هش).

اسدی طوسی، لغت فرس (واژه‌نامه فارسی قرن یازدهم م / پنجم ه)، P.Horn (برلن: ۱۸۹۷).

اسفاری، محمد، روضه الجنان فی اوصاف مدینه هرات (قرن پازدهم م / نهم ه) (تهران: ۱۳۳۹ هش).

اشرفیان، ک.ز.، آرونوا، م.ر.، دولت نادرشاه افشار، ترجمه حمید امین (تهران: شبکه، ۱۳۵۶ هش).

- افشار، ا.، یادگارهای یزد، ۲ جلد (تهران: انجمن آثار ملی شماره ۶۸، ۱۳۴۸ هش).
- افضل کرمانی، ابوحامد، عقد العلی لل موقف الاعلى، ویرایش باستانی پاریزی (تهران: ایرانشهر، ۱۳۵۱ هش).
- باستانی پاریزی، م.ا.
- ۰ ۱۳۵۸: سیاست و اقتصاد عصر صفوی (تهران: انتشارات صفوی علی‌شاه، ۱۳۵۸ هش).
- ۰ ۱۳۶۴: آسایی هفت‌سنگ (تهران: دنیای کتاب، ۱۳۶۴ هش).
- ۰ ایرانشهر، دو مجلد (تهران: ۱۹۶۴-۱۹۶۳ م/ ۱۳۴۲-۱۳۴۱ هش)، با همکاری یونسکو  
برهان قاطع، واژه‌نامه فارسی نگاشته خلف تبریزی (۱۶۵۱ م/ ۱۰۶۲ ه) با تحسینه دکتر  
محمد معین، ۵ جلد (تهران: امیرکبیر، ۱۳۶۱ هش).
- بلعمی، ابوعلی، تاریخ بلعمی (۹۶۳ م/ ۳۵۲ ه)، ویرایش ملک‌الشعراء بهار، ۲ جلد، (تهران:  
۱۳۵۲ هش).
- بلوکباشی، ا.، آسایا، در DBI، صص ۳۷۹-۳۷۱.
- بهرامی، ت.، جغرافیای کشاورزی در ایران (تهران: چاپخانه دانشگاه، ۱۳۳۰ هش).
- بهنیا، ع.، قنات‌داری و قنات‌سازی (تهران: مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۷ هش).
- بیات، اروج بیگ، دون روان ایرانی، ترجمه فارسی از م. رجب‌نیا (تهران: بنگاه ترجمه و  
نشر کتاب، ۱۳۳۸ هش).
- بیرشک، احمد، گاهنامه نظیفی (تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، ۱۳۶۷ هش).

پتروفسکی، ای.پ.، مناسبات ارضی در ایران عهد مغول، ترجمه (از روسی) کریم کشاورز، جلد اول (تهران: انتشارات نیل، ۱۳۵۷ هش).

پورداود، ا.، هرمندانه (تهران: انجمن ایران‌شناسی، ۱۳۳۱ هش).

تابش، ی.، «گرمابه عقیلی آقا در اصفهان»، آینده، جلد نهم، شماره ۸-۹ صص ۶۶۴-۶۵۹. تاریخ سبستان (۱۰۳۵ م/۱۴۴۵ ه)، تکمیل شده در ۱۳۲۴ م/۱۷۲۵ ه)، (نویسنده ناشناس)، ویرایش م. بهار (تهران: کلاله خاور، ۱۳۱۴ هش).

تاریخ قم، ر. ک. قمی.

تذکره الملوك (بین ۱۷۲۴ م/۱۱۲۷ ه و ۱۷۲۹ م/۱۱۴۲ ه)، (نویسنده ناشناس)، ترجمه و تحسیبه به انگلیسی از V. Minorsky (لندن: ۱۹۴۳، تهران: امیر کبیر).

تنگ‌کوشا (راهنمای طالع‌بینی)، ویرایش ر. همایون‌فرخ (تهران: انتشارات دانشگاه ملی ایران، ۱۳۵۸ هش).

ثابتی، ه، درختان جنگلی ایران (تهران: ۱۳۲۶ هش).

جعفری، م. حسن، تاریخ یزد (قرن پانزدهم م/نهضه ه)، ویرایش ا. افشار (تهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب، ۱۳۳۹ هش).

جمالزاده، م.ع.، گنج شایگان (تهران: کتاب تهران، ۱۳۶۲ هش).

جهان‌نامه، دستنوشته فارسی شماره ۲۸۴ کتابخانه ملی پاریس (۱۲۶۶ م/۱۶۶۵ ه).

جهانگیری، ع، کنسلوس (تهران: مؤسسه فرهنگی جهانگیری، ۱۳۶۷ هش.).

جبهانی، ابوالقاسم، آشکال عالم، ترجمه کاتب علی (قرن چهاردهم م/هشتم ه)، ویرایش ف. منصوری (تهران: شرکت بهنشر، ۱۳۷۱ هش).

حائزی، ا.ه، نخستین رویارویی‌های اندیشه‌گران ایران با دو رویه تمدن غرب (تهران: انتشارات امیر کبیر، ۱۳۶۷ هش).

حافظ اصفهانی، م.، نتیجه‌الدوله، سه اختراع (پایان قرن پانزدهم م/دهم ه)، ویرایش ت. بینش، (تهران: بنیاد فرهنگ ایران، ۱۳۵۰ هش).

حافظابرو، شهاب الدین، جغرافیای حافظابرو (قرن پانزدهم م/نهم ه)، ویرایش ر. مایل هروی (تهران: بنیاد فرهنگ ایران، ۱۳۵۰ هش).

حدودالعالم (۹۸۲ م/۱۳۷۲ ه)، (نویسنده ناشناس)، ویرایش و ترجمه انگلیسی از V. Minorsky (آکسفورد: ۱۹۳۷).

خُجی اصفهانی، روزبهان، مهمان‌نامه بخارا (۹۱۵ م/۱۵۰۹ ه) (تهران: بنیاد ترجمه و نشر کتاب، ۱۳۴۲ هش).

درخت آسوریک، ویرایش م. نوابی (تهران: ۱۳۴۶ هش).

دستنوشته ۷۲۷ در کاتالوگ بلوشه، ضمیمه فارسی کتابخانه ملی پاریس (قرن شانزدهم م/دهم ه).

ذبیلی، عبدالرزاق، مأثر سلطانی (قرن نوزدهم م/سیزدهم ه) (کلکته: چاپ سنگی، ۱۸۲۵).

دهخدا، علی محمد، لغت‌نامه دهخدا (تهران: ۱۳۳۹ هش).

رازی، محمد ذکریا، کتاب الاسرار (تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۵۰ هش).  
رشید الدین فضل الله همدانی،

۱۹۴۰: تاریخ مبارک غازانی (۱۳۰۴ م/۷۰۴ ه)، ویرایش E. Blochet (لندن: مجموعه Gibb Memorial، ۱۹۴۰).

۰ ۱۳۶۸: آثار و احیاء (قرن چهاردهم م/ هفتم و هشتم ه)، ویرایش ا.افشار

(تهران: انتشارات مؤسسه مطالعات اسلامی دانشگاه مک گیل، شعبه تهران،

۱۳۶۸).

رضا، ا.، کورووس، ق.، شوستری، م.، آب و فن آبیاری در ایران باستان (تهران: وزارت برق و

نیرو، ۱۳۵۱).

رضا اصفهانی، محمد، نصف جهان فی تعریف اصفهان (۱۳۰۸م/ ۱۸۹۰ه)، ویرایش

م.ستوده (تهران: امیر کبیر، ۱۳۶۷).

زینتالمجالس، ر.ک. العجمدی.

ستوده، م.، فرهنگ نائینی (تهران: مؤسسه مطالعات و تحقیقات فرهنگی، ۱۳۶۵).

سعیدی، ع.، "آبیاری"، در DBI، صص ۸۴-۷۱.

شلیمر، ژ.ل.، واژگان پزشکی، دارویی و مردم‌شناسی فرانسه‌فارسی، (تهران: انتشارات

دانشگاه تهران، چاپ جدید، ۱۹۵۱م/ ۱۳۳۰هش)، شماره ۳۳۰.

شمس فخری، معیار جمالی (لغت‌نامه فارسی، قرن سیزدهم م/ هفتم ه) (برلن: ۱۸۸۵).

شناسنی از کثاوردزی سنت ایران، (نوشته بی‌نام و نویسنده ناشناس، قرن شانزدهم م/

دهم ه)، ویرایش ا.ر.یاوری (تهران: بنیاد ترجمه و نشر کتاب، ۱۳۵۹).

شوستری، سید عبدالله، تذکرة شوستر (قرن هیجدهم م/ دوازدهم ه) (کلکته: (چاپ

سنگی)، ۱۳۰۳هش).

شوستری، عبداللطیف، تحفه‌العالم (قرن هیجدهم م/ دوازدهم ه)، ضمیمه شماره ۱۳۷۹

فارسی، کتابخانه ملی پاریس.

صفی‌نژاد، ج.

- ۱۳۶۷: *تب سنگی*، در DBI ۱۳۶۷ هش، صص ۶۰-۵۲.
- ۱۳۶۸: نظام‌های آبیاری سنتی در ایران، جلد دوم، (تهران: آستان قدس رضوی، ۱۳۶۸).
- ضرابی، عبدالرحیم کلاتر، تاریخ کاشان (۱۲۸۹ م/۱۸۷۲ ه)، ویرایش افشار (تهران: ابن سینا، ۱۳۴۲ هش).
- طاهریا، م.، دامغان شش هزار ساله (دامغان: ۱۳۴۷ هش).
- غیاث الدین، علی، روزنامه غزوات هندوستان (پتروگراد: ۱۹۱۵).
- فردوسی، ابوالقاسم، شاهنامه (قرن دهم م/چهارم ه)، ویرایش زمل، ۸ جلد (تهران: امیرکبیر، ۱۳۶۲ هش).
- فرشاد، م.، تاریخ علم در ایران، ۲ جلد، (تهران: انتشارات امیرکبیر، ۱۳۶۴ هش).
- فاسی، میرزا حسن، فارس‌نامه ناصری (۱۳۰۴ م/۱۸۸۶ ه)، چاپ سنگی (تهران: ۱۲۷۴ هش).
- قائم مقامی، ج.، بکصد و پنجاه سند تاریخی (تهران: چاپخانه ارشاد، ۱۳۴۸).
- قمی، حسن ابن محمد، تاریخ قم (۹۸۸-۹۵۷ ه/ ۱۳۷۸ م)، به زبان عربی، ترجمه فارسی از عبد‌الملک قمی در ۱۴۰۲ م/۱۸۰۵ ه، ویراش ج. تهرانی (تهران: انتشارات توسع، ۱۳۱۳ هش).
- کاتب، احمد ابن علی، تاریخ جدید بزد (قرن پانزدهم م/نهم ه)، ویرایش افشار (تهران: امیرکبیر، ۱۳۴۵ هش).
- کاتب خوارزمی، احمد ابن یوسف، مفاتیح العلوم، ترجمه هخدیوجم (تهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب، ۱۳۴۷ هش).

## ۳۱۶ / فنون و منابع در ایران

- کسروی، ا.، تاریخ پانصد ساله خوزستان (تهران: خواجه، ۱۳۶۲ هش).
- کلاویخو، سفرنامه (سفیر نزد تیمور لنگ ۱۴۰۶-۱۴۰۳ هـ / ۷۰۹-۷۱۰ م)، ترجمه م. رجبزاده (تهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب، ۱۳۴۳ هش).
- کمپفر، ا.، سفرنامه (Am Hofe des persischen Grosskönigs, 1684-85)، ترجمه ک. جهانداری (تهران: انتشارات خوارزمی، ۱۳۶۲ هش).
- گردبیزی، ابن محمد، زین الاخبار (نوشته ۱۰۹۴ م / ۴۴۲ یا ۴۴۳ هـ)، ویرایش ا. حبیبی (تهران: دنیای کتاب، ۱۳۴۶ هش).
- مارکوارت، ج.، ومرود و آرنگ، ترجمه د. منشیزاده، تهران.
- مافروخی الملوي، محسن اصفهانی، ترجمه شده به انگلیسی توسط E.G.Browne و تحت عنوان Account of a rare manuscript history of Isfahan (متشرشده در JRAS، ۴۴۱-۴۴۶ م / ۸<sup>th</sup> H / 14<sup>th</sup> Ch. century) (تهران: ۶۶۱).
- مجدى، محمد الحسيني، زينت المجالس (نوشته پيش از ۱۷۸۰ م / ۱۱۹۵ هـ)، چاپ سنگي (تهران: ۱۲۲۴ هش).
- مستوفى، حمد الله، نزهت القلوب (۱۳۴۰ م / ۵۷۴۰ هـ)، ویرایش م. دبیرسیاقی (تهران: مجموعة Gibb Memorial).
- معین، محمد، فرهنگ معین (تهران: انتشارات امیرکبیر، ۱۳۶۴ هش).
- منشی، اسکندر بیگ ترکمان، تاریخ عالم آرای عباسی (قزن هفدهم / یازدهم هـ)، ویرایش ۱. افشار، ۲ جلد (تهران: امیرکبیر، ۱۳۳۶ هش).

مهندس، محمد حسین، "نامه‌ای از سرخس" (قرن نوزدهم م/ سیزدهم ه)، در سفرنامه رکن‌الدوله، ویرایش م. گلبن (تهران: انتشارات سحر، ۱۳۵۵ هش) صص ۴۳-۱۹.

ناصرخسرو قبادیانی، سفرنامه (۱۰۵۲ م/ ۴۴۴ ه)، ترجمه و تحسیب و چاپ Ch.Schefer (پاریس: ۱۸۸۱).

نرشخی، محمد، تاریخ بخارا (قرن دهم م/ چهارم ه، به زبان عربی، ترجمه فارسی از ابونصر قبادی در ۱۱۲۸ م/ ۵۲۲ ه)، ویرایش م.ت. مدرس رضوی (تهران: توس، ۱۳۵۱ هش).

نصیرالدین طوسی، تنفسخانه ایلخانی (۱۲۵۶-۱۲۵۸ م/ ۶۵۷-۶۵۴ ه)، ویرایش م.ت. مدرس رضوی (تهران: مؤسسه مطالعات و تحقیقات فرهنگی، ۱۳۵۰ هش).

نظام‌الملک، ابو علی حسن ابن علی خواجه، سیاست‌نامه (۱۰۹۲ م/ ۴۸۵ ه)، ویرایش م. قزوینی و بازنویسی شده توسط م. مدرسی، (تهران: انتشارات زوار، ۱۳۵۷ هش).

نوربخش، م.، "ساعت مکانیکی در ایران"، آینده، جلد ۱۳، شماره ۶-۷، ۱۳۶۶ هش، صص ۴۰۸-۴۹۵.

هدایتی، م.، آستانه‌ری (تهران: ۱۳۴۴ هش).

هفت کشور (نوشتۀ ۱۳۴۷ م/ ۷۴۸ ه)، (نویسنده ناشناس)، ویرایش م. ستوده (تهران: بنیاد فرهنگ ایران، ۱۳۵۳ هش).

وُشمگیر، اسکندر ابن قابوس، قابوس‌نامه (۱۰۸۲ م/ ۴۷۵ ه)، ویرایش R.Levy (لندن: ۱۹۵۱).

وصاف، شرف‌الدین، تاریخ و صاف (قرن چهاردهم م/ هشتم ه)، ویرایش ع. آیتی (تهران: بنیاد ترجمه و نشر کتاب، ۱۳۴۷ هش).

یحیائی، پ.، «سیاپ‌های بادی سنجان»، در ج. بهلوان، در زمینه ایران‌شناسی (تهران: ۱۳۶۸ هش) صص ۲۲۱-۲۴۸.

بغمائی، ع.ه، بر ساحل کویر نمک (تهران: نشر توس، ۱۳۶۹ هش).

### منابع خارجی

**ABU YUSOF**, *Le livre de l'impôt foncier*, tr. E.Fagnan, Geuthner, 1921, Paris.

**ALLAN, J.W.**, 1979, *Persian Metal Technology. 700-1300 A.D.*, Ithaca Press, Oxford.

**ALLEMAGNE, H.-R., d'**, 1911, *Du Khorâsân au pays des Bakhtiâris, trois mois de voyage en Perse*, 4 vols., Hachette, Paris.

**AMÂNAT, 'A. (éd)**, 1983, *Cities and Trade: Consul Abbott on the Economy and Society of Iran, 1847-1866*, Oxford Oriental Monographs n° 5, Ithaca Press, Oxford.

**AMIET, P.**, 1973, "Lampes élamides", in J.C.Margueron éd., *Le feu dans le Proche Orient antique. Actes du Colloque de Strasbourg*, Leiden, pp.1-4.

**AMURETTI, M.C. et COMET, G.**, 1992, *Le livre de l'olivier*, Edisud, Aix-en-Provence.

**ARNOLD, W.T.**, "Book Painting", in *POPE*, III, pp.1809-1819.

**AVITSUR, A.**

- 1960: *Exploitation of Water Power in Israel*, Avashalom Institute for Homeland, Tel-Aviv.
- 1969: "Watermills in Eretz Israel, and their Contribution to Water Power Technology", in *Transactions of the Second Symposium on Molinology*, Brede, Danemark, pp.389-407.

**BARTHOLD, W.**, 1928, *Turkestan down to Mongol Invasion*, J.W.Gibb Memorial Series, new series, n° 5, Oxford University Press, London.

**BAUTIER, A.-M.**, 1960, "Les plus anciennes mentions de moulins hydrauliques industriels et de moulins à vent", *Bulletin philologique et historique des travaux historiques et scientifiques*, pp.567-626.

**BAZIN, M.**

- 1974: *La vie rurale dans la région de Qom (Iran central)*, Association langues et civilisations, Paris.
- 1980a: *Le Tâlech: une région ethnique au nord de l'Iran*, 2 vols, Bibliothèque iranienne, n° 23, Editions ADPF, Paris.
- 1980b: "Les paysages de parc dans le Tâlech (nord-ouest de l'Iran)", in P.Flatrès et X. de Planhol, *Paysages arborés et complantés*, Université de Paris-Sorbonne, département de géographie, Paris, pp.13-23.

**BAZIN, M. et BROMBERGER, Ch.**, 1982, *Gilân et Azerbayjân Oriental, cartes et documents ethnographiques*, Bibliothèque iranienne, n° 24, Editions Recherche sur les Civilisations, Paris.

**BEMONT, F.**, 1969 et 1977, *Les villes de l'Iran*, tome I et tome III, Rosny-sous-Bois.

**BENJAMIN, S.**, 1887, *Persia and the Persians*, J.Murray, London.

**BERTHIER, P.**, 1966, *Les anciennes sucreries du Maroc et leurs réseaux hydrauliques*, 2 vols, Imprimerie française et marocaine, Rabat.

**BERTHOUD, G.**, 1976, *Histoire de la mesure du temps par les horloges*, d'après l'édition de 1802, Berger-Levrault, Paris.

**BEVERIDGE, H.**, 1910, "The Paper-Mills of Samarkand", *Asiatic Quarterly Review*, pp.160-164.

**BIRUNI, Abu Rayhân**, *Al-Jamâhir fi ma'rifat al-jawâhir* (Compilation pour la connaissance des pierres précieuses), texte arabe, 1936-37, Heydarâbâd.

**BLOCH, M.**, 1954, "Avènement et conquêtes du moulin à eau", *ANNALES*, 7, pp.538-563.

- BLOCHET, E.**, 1929, *Musulman Painting*, tr. Anglaise, Methuen, London.
- BOSCH, G., CARSWELL, J., PETHERBRIDGE, G.**, 1981, *Islamic Bindings and Bookmaking*, University of Chicago Press.
- BOUCHARLAT, R. et LABROUSSE, A.**, 1979, "Une sucrerie d'époque islamique sur la rive droite du Chaour à Suse", in *DAFI*, 10, pp.155-237.
- BOUCHARLAT, R. et LOMBARD, P.**, 1985, "The Oasis of Al Am in the Iron Age. Excavations at Rumeilah 1981-1983. Survey at Hili 14", *Archaeology in the United Arab Emirates*, IV (Department of Antiquities and Tourism Al Ain,), pp.44-73.
- BROWNE, E. G.**, 1906, *A Literary History of Persia*, vol I, T.F.Unwin, Cambridge.
- BRUNSCHWIG, R.**, "Abd" (esclave), in *EI*, pp.25-41.
- BRUYN, C. de**, 1725, *Voyage par la Moscovie en Perse et aux Indes*, édition revue par l'abbé A. Banier, B.C. Bauche le Fils, Paris.
- BULLIET, R. W.**,
- 1969, "Le chameau et la roue", *ANNALES*, 24, pp.1092-1103.
  - 1972, *The Patricians of Nishapur*, Harvard University Press, Cambridge, Massachussets.
  - 1975, *The Camel and the Wheel*, Harvard University Press, Cambridge, Massachussets.
- BUTLER, M. A.**, 1933, "Irrigation in Persia by Kanats", *Civil Engineering*, vol 3, n° 2, Feb., pp.69-73.
- CAHEN, C.**,
- 1949-50, "Le service de l'irrigation en Iraq au début du 11<sup>e</sup> siècle", texte arabe et traduction en français, in *Bulletin d'études Orientales de l'Institut Français de Damas*, tome XIII, pp.117-143.
  - 1960, "Arrada", in *EI*, p.679.
  - 1970a, *L'Islam, des origines au début de l'empire ottoman*, Histoire universelle n° 14, Bordas, Paris.

- 1970b, "Y a-t-il des corporations professionnelles dans le monde musulman classique?", in *HOURANI*, pp.51-63.

**CALMARD, J.**, 1989, "Les réformes militaires sous les Qajar (1794-1925)", in Y. Richard éd., *Entre l'Iran et l'Occident*, Maison des sciences de l'homme, Paris, pp.17-42.

**CANARD, M.**, 1959, "Le riz dans le Proche-Orient", *Arabica*, 6, pp.113-131.

**CARRA DE VAUX, Baron**, 1902, *Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques par Philon de Byzance*, Paris.

**CARTER, T. F.**, 1955, *The Invention of Printing in China, and its Spread Westward*, revised by L. Carrington Goodrich, Ronald Press, New York.

**CASANOVA, A.**, 1978, *Techniques, société rurale et idéologie en France à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle*, (Annales littéraires de l'université de Besançon, n° 203).

**CENTLIVRES-DEMONT, M.**, 1971, *Une communauté de potiers en Iran, le centre de Maybod (Yazd)*, Reichert et Harrassowitz, Wiesbaden.

**CHARDIN, J.**, *Voyages de M. Le chevalier Chardin en Perse et autres lieux de l'Orient*, 3 vols, 1711, J. L. de Lorme, Amsterdam.

**CHÉLU, A.**, 1891, *De l'équateur à la Méditerranée: Le Nil, le Soudan, l'Egypte*, Chaix, Paris.

**CLAPPERTON, R. H.**, 1934, *Paper: an Historical Account of its Making by Hand from the Earliest Times down to the Present Day*, The Shakespeare Head Press, Oxford.

**COLIN, G. S.**, 1932, "La noria marocaine et les machines hydrauliques dans le monde arabe", *Hespéris*, 14, pp.22-61 (3 photos).

**COOMARASWAMY, A. K.**, 1931, "The Persian Wheel", *Journal of the American Society of Orientalists*, 51, p.283.

**CRESSWELL, R.**, 1965, "Un pressoir à olive au Liban: Essai de technologie comparée", *L'Homme*, V, n° 1, pp.33-63.

**DAUMAS, M. (éd.)**, 1962-1965, *Histoire générale des techniques*, vols I et II, PUF, Paris.

DIEULAFOY, J.,

- 1989, *Une amazone en Orient, du Caucase à Persépolis (1881-82)*, Phébus, Paris.
- 1990a, *L'Orient sous le voile, de Chiraz à Bagdad (1881-82)*, Phébus, Paris.
- 1990b, *En mission chez les Immortels, Journal des fouilles de Suse (1884-86)*, Phébus, Paris.

DIGARD, J.-P., 1981, *Techniques des nomades baxtyâri d'Iran*, Maison des sciences de l'homme, Paris.

DIMASQI, 'Ali Talib, *Manuel de la cosmographie du Moyen Age*, (13<sup>ème</sup> siècle), éd. Mehren, Paris.

DROUVILLE, G., 1825, *Voyage en Perse, 1811-1813*, 2 vols, Librairie nationale et étrangère, Paris.

DUPRÉ, A., 1819, *Voyage en Perse en 1807-9*, 2 vols, J. G. Dentu, Paris.

EWBANK, Th., 1842, *Accounts of Hydraulic Machines*, Tilt and Bogue, London.

FERDINAND, K., 1963, "The Horizontal Windmills of Western Afghanistan", *Folk*, 5, pp.71-89.

FISCHER, 1978, *Cambridge History of Iran*, vol. I, Cambridge University Press.

FLANDIN, M. et COSTE, P., *Voyage en Perse 1840-41*, 5 vols, Gide et Baudry, Paris.

FLOOR, W. M.,

- 1975, "The Guilds in Iran, an Overview from the Earliest Beginnings till 1972", *ZDMG*, 125, pp.99-103.
- 1984, "Guilds and futuvvat in Iran", *ZDMG*, 134, pp.106-114.
- 1987, "Asnaf", in *EIR*, vol. II, fas. 7, pp.772-778.

FORBES, R.J.,

- 1954, "Power", in *SINGER*, 2, pp.589-622.
- 1955-58, *Studies in Ancient Technology*, Tome IV, R.J.Brill, Leiden.
- 1958, *Studies in Early Petroleum History*, R.J.Brill, Leiden.

**FRASER, J. B.**, 1826, *Travels and Adventures in the Persian Provinces of the Southern Banks of the Caspian Sea*, Longman, London.

**FRYE, R. N.**, 1979, *Islamic Iran and Central Asia. 7<sup>th</sup>-12<sup>th</sup> centuries*, Variorum reprints, London.

**GALDIERI, E.**, 1977, "A Newly Discovered Wall-painting from the Gav-Tchah in the Jami Mosque at Isfahan", *Art and Archaeology Research Papers*, tome 11, pp.56-60.

**GILLE.B.**,

- 1951, "La naissance du système bielle-manivelle", *TC*, II, pp.42-46.
- 1954, "Le moulin à eau, une révolution technique médiévale", *TC*, III, pp.1-15.
- 1978, *Histoire des techniques*, Gallimard (Pléiade), Paris.

**GMELIN, S. G.**, 1779, *Histoire des découvertes faites par divers savants voyageurs, dans plusieurs contrées de la Russie et de la Perse, relativement à l'histoire civile et naturelle, à l'économie rurale, au commerce, etc.* 3 vols, Société typographique, Berne.

**GHIRSHMAN, R.**, 1951, *L'Iran, des origines à l'Islam*, Albin Michel, Paris.

**GOBLOT, H.**,

- 1967, "Sur quelques barrages anciens et la genèse des barrages-vôûtes". *Revue d'histoire des sciences*, 20, pp.109-140.
- 1976, "Les hydrauliques méconnus des Iraniens de l'Antiquité jusqu'à la Renaissance", *Sciences et Techniques*, n° 31, Avril, pp.3-8.
- 1979, *Les Qanâts, Une technique d'acquisition de l'eau*, Mouton, Paris.

**GODARD, A.**, 1962, *L'art de l'Iran*, Arthaud, Paris.

**GOUDIE, G.**, 1886, "Horizontal water mill of Shetland", *Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland*, 10 May, pp.257-298.

- GRAAT VAN ROGGEN, D.L.**, 1905, "Notice sur les anciens travaux hydrauliques en Susiane", in *Mémoires de la Délégation en Perse*, Paris, tome VII, pp.166-207.
- GRIERSON, G.A.**, 1926, *Bihar Peasant Life*, 2<sup>nd</sup> revised edition. Government printing, Bihar and Orissa.
- GUNTHER. R.T.**, 1932, *The Astrolabes of the World*, 2 vols, Oxford University Press, London.
- HANWAY, J.**, 1753, *An Historical Account of the British Trade over the Caspian Sea*, 2 vols, Dodsley, London.
- HARARI, R.**, "Metalwork after the early Islamic Period", in *POPE, ID*, pp.2466-2529.
- HARVERSON, M.**, "Asia (or âsiâb) 'mill'", in *EIR*, pp.751-757.
- al-HASAN, A. et HILL, D. R.**,
- 1986, "Ma'din, technique minière", in *EI*, pp.971-975.
  - 1988, *Islamic Technology*, Cambridge University Press, Unesco, Paris.
- HAUDRICOURT, A.G. et JEAN-BRUNHES DELAMARRE, M.**, 1986, *L'homme et la charrue à travers le monde*, 2<sup>ème</sup> édition. La Manufacture, Paris.
- HAUSER, W. et WILKINSON C.K.**, 1942, "The Museum's Excavations at Nishapur", *MMAB*, pp.83-119.
- HEDIN, S.G.**, 1910, *Zu Land nach Indien durch Persien, Seistan, Beluchistan*, F.A.Brockhaus, Leipzig.
- HELLYER, B.**, 1974, *Man the Timekeeper*, London.
- HERODOTE, Histoires**, tr. Ph.E.Legrand, 1948, Paris.
- HERZFELD, E.**, "The Aryan Myth of Naphta", in *CMP*, pp.21-23.
- HILL, D.R.**, 1981, *Arabic Water Clocks*, University of Aleppo, Institute for the History of Arabic Science, Alep.
- HIUEN TSIANG**, Buddhist Records of the Western World (A.D. 629), tr. par S.Beal, 2 tomes, 1884, London.

- HOERNELE, A.F.R.**, 1903, "Who was the Inventor of Rag-Paper", *JRAS*, pp.663-684.
- HOURANI, A. H.**, "The Islamic City in the Light of Recent Research", in *HOURANI*, pp.9-24.
- HOUTOUM-SCHNIDLER, A.**, 1896, *Eastern Persian Irak*, J.Murray, London.
- HUNTER, D.**, 1947, *Papermaking: The History and Technics of an Ancient Craft*, 2<sup>nd</sup> edition, A.A.Knopf, New York.
- HUTCHINSON, J.**, 1974, "Crop Plant Evolution in the Indian Subcontinent", in J. Hutchinson ed, *Evolutionary Studies in World Crop. Diversity and Change in Indian Subcontinent*, Cambridge University Press, London, pp.151-160.
- IBN BATṬUTĀ**, *Voyages*, tr. par C.Defremery et B.R.Sanguinetti (1858), La Découverte, 1982, Paris.
- IBN ḤAWQAL**, *Configuration de la terre*, tr. G.Wiet, 2 vols, Maisonneuve et Larose, 1964, Paris.
- IBN XORDADBEH**, *Le livre des routes et des provinces*, tr. et annoté par C.Barbier de Meynard, extrait n° 9 de l'année 1865 du Journal Asiatique, Paris.
- IBN MESKAWEIH**, *The Eclipse of the 'Abbasid Caliphate. Original Chronicles of the 4th Islamic Century*; ed. and tr. by H.F.Arnedroz and D.S.Mergoliouth, 7 vols, 1920-21, Oxford.
- IBN RUSTEH**, *Les atours précieux*, tr. G.Wiet, Publication de la Société de Géographie d'Egypte, 1955, Le Caire.
- IDRISI, Mohammed**, *Géographie d'Idrisi*, tr. par A.Jaubert, 2 vols, Recueil de voyages et mémoires publiés par la Société de Géographie, Imprimerie Royale, 1836, Paris.
- 'ISAVI, Ch.**,
- 1971, *Economic History of Iran, 1800-1914*, University of Chicago Press.
  - 1977, "Population and Resources in the Ottoman Empire and Iran", in Naff, Th. and R. Owen, *Studies in 18<sup>th</sup> Century Islamic History*, Southern Illinois University Press, pp.152-164.

- ISTAXRI**, Ishaq-e Farsi, *Das Buch der Länder*, tr. A.D.Mordtmann, Druck der Rauhen Hauses, 1845, Hamburg.
- JACKSON**, A.V.W., 1911, *From Constantinople to the Home of Omar Khayam*, Macmillan, New York.
- JACOMY**, B., 1990, *Une histoire des techniques*, Seuil (Points), Paris.
- JAGGI**, O. P., 1977, *Science and Technology in Medieval India*, vol XII, A.Ram and Sons, Dehli.
- JAUBERT DE PASSA**, F.J., 1846-47, *Recherches sur les arrosages chez les peuples anciens*, 4 vols, Bouchard-Huzard, Paris.
- al-JAZZARI**, ibn al-Razzaz, *The Book of the Knowledge of Ingenious Mechanical Devices*, tr. D.R.Hill, O.Reidel, 1974, Dordrecht, Boston, Lancaster.
- JENKINSON**, A., 1886, *Early Voyages and Travels to Russia and Persia*, Hakluyt Society, LXXII-LXXIII, London.
- JORET**, Ch., 1976, *Les plantes dans l'Antiquité et au Moyen Age*, tome 2, Slatkine, Paris.
- KABIR**, M., 1959, "Librairies and Academies during the Buwayhid Period, 946-1055 A.D.", *Islamic Culture*, vol. 39, pp.31-33.
- KAGITCI**, M.A., 1976, *Historique de l'industrie papetière en Turquie*, Istanbul.
- al-KARAJI**, Mohammad, *La civilisation des eaux cachées*, traité de l'exploitation des eaux souterraines (composé en 408/1017), tr. A.Mazâheri, I.D.E.R.I.C., études préliminaires n° 6, 1973, Nice.
- Ketab al-Havi*, cf. C.Cahen (1949-50).
- KINNEIR**, J. M., 1813, *A Geographical Memoir of the Persian Empire*, J. Murray, London.
- KÜHNEL**, E., 1923, *Islamische Miniaturmalerei*, Berlin.
- LAMBTON**, A.K.S.,
- 1938, "The Regulation of the Waters of the Zayandeh Roud", *BSOAS*, vol. 9, Part 3.
  - 1953, *Landlord and Peasant in Persia*, Oxford University Press, London.

- 1989, *Continuity and Change in Medieval Persia*, L.B.Tauris, London.

**LAMM, C.J.**, "Glass and Hard Stone Vessels", in *POPE*, III, pp.2592-2606.

**LANDES, D.S.**, 1987, *L'heure qu'il est*, tr. française, Gallimard, Paris.

**LAUFER, B.**,

- 1919, *Sino-Iranica*, Field museum of natural history, publication n° 96, Chicago.
- 1933, "The Noria or Persian Wheel", in A.V.W.Jackson ed. *Art in Oriental Studies in Honour of Cursetji Erachji Pavry*, Oxford, pp.238-250.

**LEFEBVRE DES NOETTES (Commandant)**, 1933, *L'attelage et le cheval de selle à travers les âges*, 2 vols, Imprimerie des presses modernes, Paris.

**LEROI-GOURHAN, A.**,

- 1971, *L'homme et la matière*, Albin Michel, Paris.
- 1973, *Milieu et techniques*, Albin Michel, Paris.

*Les moulins, technique, histoire, folklore*, 1975, Musée régional de l'Hospice Comtesse, Lille.

**LE STRANGE, G.**, *The Lands of Eastern Caliphate*, 1905, Oxford University Press, London.

**LEWIS, B.**, 1937-38, "The Islamic Guilds", *EHR*, 8, pp.20-37.

**LINDET, L.**, 1900, "Les origines du moulin à grains". *Revue archéologique*, vol 36, pp.17-44.

**LIPPmann, E.O.**, 1890, *Von Geschichte des Zuckers*, M. Hesse, Leipzig.

**LOCKHART, L.**,

- 1937, "Persian Petroleum in Ancient and Medieval Times", in *CPM*, pp.71-80.
- 1938, *Nadir Shah*, Luzac and Co., London.
- 1960, *Persian Cities*, Luzac and Co., London.

**LOMBARD, M.,**

- 1974, *Les métaux dans l'ancien monde du V<sup>e</sup> au XI<sup>e</sup> siècles*, Mouton, Paris.
- 1959, "Le bois dans la Méditerranée musulmane, (7<sup>e</sup>-11<sup>e</sup> s.)", *ANNALES*, 14, pp.234-254.

**LOTI, P.,** *Vers Ispahan*, éd, P.Loti-Viaud et M.Desbruères d'après l'édition de 1927, C.Pirot, 1988, Paris.

**MALCOLM, J., Sir,** 1821, *Histoire de la Perse*, 4 tomes, tr. française, Pillet aîné, Paris.

**MANS, Raphael, du,** *Etat de la Perse en 1660*, éd. Ch.Schefer, Publication de l'Ecole des Langues Orientales vivantes, 2<sup>e</sup> série, n° 20, 1890, Paris.

**MARCO POLO,** *Le devisement du monde*, éd. A.-C.Moule et P.Pelliot, 2 vols. La Découverte, 1989, Paris.

**MAZÂHERI, A.,**

- 1951, *La vie quotidienne des musulmans au Moyen Age, X-XII<sup>e</sup> siècles*, Hachette, Paris.
- 1973, voir **al-Karaji**.
- 1983, *La route de la soie*, Papyrus, Paris.

**MAZUEL, J.,** 1937, *Le sucre en Egypte*, Publication de la Société royale de Géographie d'Egypte, Le Caire.

*Mémoire sur la culture de l'olivier et la manière d'extraire l'huile des olives*, 1783, Marseille.

**MEYER, J.,** 1989, *Histoire du sucre*, Desjonquères, Paris.

**MIGNAN, R.,** 1829, *Travels in Chaldaea*, Colbrun and Bentley, London.

**MIQUEL, A.,** 1980, *La géographie humaine du monde musulman, jusqu'au milieu du XI<sup>e</sup> siècle. Le milieu naturel*, Mouton, Paris.

**MONTAZAMI, B.,** 1979, "L'irrigation en Iran: éléments pour une approche matérialiste", *Zaman*, n° 1, pp.21-44.

**MORGAN, J., de,**

- 1886, "Rapport sur les mines de cuivre, de plomb et d'argent d'Achtala (Caucase)", Chaix, Paris.

- 1900, "Travaux de l'hiver 1897-1898. Recherches sur le tell de la Ville Royale", in *Mémoires de la Délégation en Perse*, vol. I, Paris, pp.57-68.

**MORIER, J.,**

- 1812, *A Journey through Persia, Armenia and Asia Minor to Constantinople, in the years 1808 and 1809*, Longman, London.
- 1818, *A Second Journey through Persia, Armenia, and Asia Minor to Constantinople, between the years 1810 and 1816*, Longman, London.

**MORITZ, L. A., 1958, *Grain-mills and Flour in Classical Antiquity*, Clarendon Press, Oxford.**

**MOSER, H., 1894, *L'irrigation de l'Asie Centrale*, Société d'éditions scientifiques, Paris.**

**MUKRIJI, N. G., 1915, *Hand-book of Indian Agriculture*, Thacker, Spink and Co., Calcutta.**

**MUMFORD, L., 1950, *Technique et civilisation*, tr. française, Seuil, Paris.**

**MOQADDASI, Ahmad, 1870-94, *Bibliotheca geographorum arabicorum*, (texte arabe), vol. III, éd. par J.de Goeje, Leiden.**

**NEEDHAM, J.,**

- 1954-74, *The History of Science and Civilisation in China*, Cambridge University Press, London.
- 1991, *Dialogue des civilisations, Chine-Occident*, (recueil d'articles). La Découverte, Paris.

**NEELY, J. A., 1974, "Sassanian and Early Islamic Water-Control and Irrigation Systems on the Deh Luran Plain, Iran", in T.E.Dowing et M.Gibson éds., *Irrigation's Impact on Society*, Arizona, pp.21-42.**

**O'DONOVAN, E., 1882, *The Marv Oasis*, 2 vols. Smith elder and Co.. London.**

**OLEARIUS, A., 1727, *Voyages très curieux et très renommés faits en Moscovie, en Tartarie et en Perse*, Amsterdam.**

- OLESON, J.P.**, 1984, *Greek and Roman Mechanical Water-Lifting Devices*, O.Reidel, Dordrecht, Boston, Lancaster.
- OLMER, J.J.**, 1908, "Rapport sur une mission scientifique en Perse", Extrait des nouvelles archives des missions scientifiques, tome XVI, Imprimerie nationale, Paris.
- PAPOLI YAZDI, M.H.**, 1992, "Une technique méconnue: les *qanâts* à moulins du désert iranien", in D.Balland éd., *Les eaux cachées: études géographiques sur les galeries drainantes souterraines*. Publication du Département de Géographie de l'Université de Paris-Sorbonne, n° 19, Paris, pp.87-97.
- PATRIS, R.**, 1948, *La guirlande de l'Iran*, Flammarion, Paris.
- PELLIOT, P.**, 1928, "Des artisans chinois à la capitale 'Abbâsside en 751-762", *T'oung Pao*, vol. 26, pp.110-112.
- PERRIN, M. N.**, 1823, *La Perse, ou histoire, moeurs et coutumes des habitants de ce royaume; ouvrage traduit ou extrait des relations des plus récentes*, 7 vols, Nepveu, Paris.
- PIGULEVSKAJA, N.**, 1963, *Les villes de l'Etat iranien, aux époques parthe et sassanide*, Mouton, Paris.
- PLANHOL, X., de,**
- 1968, *Les fondements géographiques de l'histoire de l'Islam*, Flammarion, Paris.
  - 1969a, "Le déboisement de l'Iran", *AG*, 78.
  - 1969b, "Le bœuf porteur dans le Proche-Orient et l'Afrique du Nord", *Journal of the Economic and Social History of the Orient*, 12, pp.298-321.
  - 1992, "Les galeries drainantes souterraines : quelques problèmes généraux", in D.Balland ed., *Les eaux cachées: études géographiques sur les galeries drainantes souterraines*. Publication du Département de Géographie de l'Université de Paris-Sorbonne, n° 19, Paris, pp.129-142.
- POPOVIC, A.**, 1976, *La révolte des esclaves en Iraq, au 3<sup>ème</sup>/9<sup>ème</sup> siècle*, P.Geuthner, Paris.

**POTTINGER, H., Sir, 1818,** *Voyages dans le Bélouchistan*, Gide fils, Paris.

**PRINSEN-GEELINGS, H. C., 1912,** *The World's Cane Sugar Industry, Past and Present*, N.Rodger, Manchester.

**QAISAR, A. J., 1988,** *Building Construction in Mughol India. The Evidence from Painting*, Oxford.

**RABINO, H. L.,**

- 1916, "Les provinces caspiennes de la Perse: Le Guilan", *RMM*, 32, pp.1-499.
- 1928, *Mâzandarân et Astarâbâd*, London.

**RABINO, H.L. et LAFONT, F.D.,**

- 1911, "La culture du riz en Guilân", *Annales de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier*, nouv. série, tome 11, pp.1-51.
- 1914, "Culture de la canne à sucre en Mâzandarân (Perse)", *RMM*, 28, pp.237-243.

**RAMIN, J., 1974,** "Les hydrocarbures dans l'antiquité", *Archéologia*, 69, avril, pp.10-13.

**REULEAUX, F., 1877,** *Principes fondamentaux d'une théorie générale des machines*, tr. De l'allemand, Paris.

**REUTHER, O.,** "Sasanian Architecture. A history", in *POPE*, I, pp.493-578.

**RINGELMANN, M., 1910,** *Essai sur l'histoire du génie rural, tome III, les temps anciens. La Phénicie et les colonies phéniciennes*, Librairie agricole de la maison rustique, Paris.

**ROBERSTON, J.,**

- 1842, "On the Mechanical Arts of Persia", *TPM*, Nov.
- 1843, "An Account of the Iron Mines of Caradagh, near Tabreez in Persia", *TPM*, Dec.

**RODINSON, M.,**

- 1960a, "Adjala", in *EI*, pp.211-12.
- 1960b, "Araba", in *EI*, pp.574-76.

- RONAN, C.**, 1988, *Histoire mondiale des sciences*, tr. française, Seuil, Paris.
- ROZIER, F., Abbé**, 1776, *Vues économiques sur les moulins et pressoirs à huile d'olives, connus en France et en Italie*, Extrait du *Journal de Physique*, Ruault, Paris.
- SANSON, P.**, 1694, *Voyage ou relation de l'Etat présent du royaume de Perse*, J.Langlois, Paris.
- SCHIOLER, T.**, 1973, *Roman and Islamic Water Lifting Wheels*, Odense University Press.
- SEGUIN, A.**, "Etudes sur le pétrole dans l'Asie occidentale ancienne, Elam", in *CMP*, pp.3-8.
- SEGUIN, A. et MERCIER, M.**, 1938, *Le culte du feu dans ses rapports avec les feux éternels et le naphte*, Paris.
- SILVA Y FIGUEROA, G., de**, 1667, *L'ambassade de Silva y Figueroa en Perse*, J.du Puis, Paris.
- SINCLAIR, R.**, 1955, *Oil-milling*, limited publication, Unilever, London.
- SOBOUL, A.**, 1970, *La civilisation et la révolution française*, tome I, Arthaud, Paris.
- STACK, E.**, 1882, *Six Months in Persia*, S.Low, London.
- STORK, J. et TEAQUE, W. D.**, 1952, *Flour for Man's Bread, a history of mealng*, University of Minnesota Press, Oxford.
- TAVERNIER, J.-B.**, *Les six voyages en Turquie et en Perse*, tomes I-III, Le Petit, 1817, Paris.
- TREZEL, M., Colonel**, 1821, "Notice sur le Guilân et le Mâzandarân", in A.Jaubert, *Voyage en Arménie et en Perse fait en 1805 et 1806*, Pélicier et Neveu, Paris.
- USHER, A.P.**, 1954, *A History of Mechanical Inventions*, Cambridge University Press.
- VALLE, P. della**, 1664, *Les fameux voyages de Pietro della Valle*, II<sup>e</sup>me-III<sup>e</sup>me parties, Paris.

- VITRUVE**, *Les 10 livres d'architecture*, tr. C.Perraut, 1673, revue et corrigée par A.Balland, 1979, Paris.
- WATSON, A.M.**, 1983, *Agricultural Innovation in the Early Islamic World, the Diffusion of Crops and Farming Techniques, 700-1100*, Cambridge University Press.
- WATT, G.**, 1891-93, *A Dictionary of the Economic Products of India*. W.H.Allen, Calcutta.
- WEISBURG, J.**, 1894, *L'abrégé de l'histoire du sucre de E.O. von Lippmann*, Paris.
- WEISGERBER, G.**, 1981, "Mehr als Kupfer in Oman : Ergebnisse der Expedition 1981", *Der Anschnitt*, n° 5-6, pp.174-263.
- WERTIME, A.T.**, 1968, "A Metallurgical Expedition through the Persian Desert", *Science*, 159, pp.927-935.
- WHITE, L.**, 1962, *Medieval technology and social charges*, Oxford University Press.
- WIEDEMANN, E.**, 1906, "Zur Mechanik und Technik bei den Arabern", *Sitzungsberichte der Physikalisch Medizinischen Soziet*, vol. 38, n° 1.
- WILKINSON, C.K.**, 1943-44, "Heating and cooking in Nishapur", *MMAB*, pp.282-291.
- WINTER, H.J.J.**,
- 1951, "La tradition islamique en astronomie". *Endeavor*, 10, pp.126-30.
  - 1986, "Science in Safavid times", in *The Cambridge History of Iran*, vol 6, pp.581-609, Cambridge.
- WOLFF, P.**, 1935, *Glossar zu Firdosis Schahname*, Reichsdrückerei, Berlin.
- WULFF, H.E.**, 1966, *The Traditional Crafts of Persia*, MIT Press, Massachusetts.
- YAQUT, 'Obeyd-Allah**, 1861, *Dictionnaire géographique, historique et littéraire de la Perse et des contrées adjacentes*, tr. Barbier de Meynard, Imprimerie impériale, Paris.

**YATE, C.E.**, 1900, *Khurasan and Sistan*, London.

**ZALONKEMENY, E.K., de**, 1877, *Iter Persicum ou description du voyage en Perse, en 1602*, tr. par Ch.Schefer, E.Leroux, Paris.

## نمایه‌ها

### ماشین‌ها، مواد، منابع

اسکنه:	۳۰۰	آب:	۱۶۰، ۳۷، ۲۴، ۱۱۵
آسمان:	۱۶۰	آب آسیاب:	۱۶۰
آسن:	۱۶۰	آب انبار:	۱۴۲، ۱۲۸
آسیا:	۷۵، ۶۵، ۳۵، ۳۳، ۳۱، ۲۹، ۲۴	آب دنگ:	۲۴۴، ۲۴۲، ۲۴۰
	۱۶۱، ۱۶۰، ۱۳۲، ۱۱۳	آبراه:	۱۱۸
آبی:	۱۵۹، ۱۴۹، ۱۴۳، ۷۵	آب سنج:	۱۲۰
	۲۵۵، ۲۵۳، ۲۵۰، ۲۱۰، ۱۶۱	آجر:	۱۱۲
	۲۹۹، ۲۹۴، ۲۵۷	ارابه:	۵۳، ۳۹، ۴۵، ۴۳، ۴۸ تا ۵۳
آرد:	۱۷۹، ۱۷۱، ۱۶۱، ۱۵۹، ۷۵		۶۱، ۵۹، ۵۵
	۲۴۶، ۲۴۳، ۲۳۴، ۲۰۶، ۱۹۹	هرات:	۵۷
	۲۷۶، ۲۵۷	هندی:	۵۳، ۵۰
استوانه‌ای:	۲۱۳، ۲۰۷	آردنا:	۱۶۲
اشکندر:	۱۹۶	آرس:	۷۴
آهن:	۲۳۴، ۱۶۱، ۱۵۹	اره:	۲۰۲
بادی:	۱۱۰، ۱۱۳ تا ۱۳۷، ۱۳۰، ۱۶۰	دوسر:	۳۰۰
	۲۷۸، ۱۸۳، ۱۷۰	قابل دار:	۲۰۰
باروت:	۲۴۰، ۲۳۸، ۲۳۶	اروبه:	۱۶۴
برقی:	۱۹۷	آس:	۲۴۰، ۱۶۰
برنج:	۲۸۰، ۳۰، ۲۳۶، ۲۴۰، ۲۷۵	آساب:	۱۶۰
پارچه:	۲۳۴	آس آپ:	۱۸۷
پائی:	۱۸۰	آس باد:	۱۶۰
تخت:	۲۱۲	استوانه افقی:	۲۱۳
ترسا:	۱۹۰	اسطربال:	۲۹۳، ۲۸۴، ۲۶۵

- |                                  |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| انبر: ۱                          | جوزَق: ۱۹۰                     |
| اهرم: ۱۳۶، ۱۳۵                   | چکشی: ۲۱۹                      |
| آهن: ۳۷                          | چوب بُری: ۲۰۰                  |
| باروت: ۲۲۷                       | حیوانی: ۱۸۰، ۱۷۹               |
| باروتخانه: ۲۳۸                   | دستی: ۲۴۶، ۲۰۰، ۱۸۰            |
| بازو: ۱۸۵، ۱۸۳                   | دومخروطه: ۱۸۳، ۱۸۰             |
| بنَمَن: ۱۱۰                      | روغن: ۲۹۲، ۲۹۱، ۲۲۲            |
| بَرَد: ۱۶۰                       | آبی: ۲۹۱، ۲۷                   |
| بَرَدر: ۱۶۰                      | شاهدانه: ۲۲۴، ۱۶۱              |
| برنج: ۳۲                         | شکر: ۲۰۶، ۱۹۹                  |
| بَسْت: ۱۲۴، ۱۲۱                  | شمالي (norois): ۱۹۳            |
| بُلُوك: ۱۲۰                      | عبدالله: ۱۹۰                   |
| بند: ۱۱۹                         | کاغذ: ۳۲، ۱۵۹، ۲۲۴، ۱۹۹، ۲۲۷   |
| بندکا: ۲۱۵                       | ۲۸۷، ۲۸۰، ۲۷۵، ۲۵۱، ۲۵۰        |
| بنَمَیخ: ۱۶۲                     | گازری: ۲۳۵، ۱۶۱                |
| بنَه: ۷۸                         | گچ: ۲۵۵                        |
| بیدانجیر: ۲۹۹                    | گلدم: ۲۲۹، ۲۱۸                 |
| پاخونه: ۱۶۴، ۱۶۲                 | مازو: ۲۵۶، ۲۲۴                 |
| پادنگ: ۲۴۵                       | مواد معدنی: ۲۳۵                |
| پاس: ۱۶۲                         | ویترویوسی: ۱۷۰                 |
| پَر: ۲۴۰، ۱۶۲                    | آسیاب: ۲۹۹، ۲۵۰، ۲۳۵، ۱۶۱، ۱۶۰ |
| پَر:                             | تنوره: ۱۶۳                     |
| آسیاب: ۱۶۴                       | چرخی: ۱۶۳                      |
| پَرَه: ۱۶۰، ۱۸۵، ۱۸۳، ۱۶۴        | دیوانی: ۱۹۳                    |
| پَری: ۱۶۳                        | گاوی: ۱۶۰                      |
| پسته: ۷۸                         | ناوی: ۱۶۷، ۱۶۳                 |
| پُل (در سیستم بادامکی): ۲۴۰، ۲۳۵ | آسیاخانه: ۱۱۳                  |
| پُل-سد: ۱۲۸، ۱۲۶                 | آسیو گوری: ۱۹۰                 |
| پنجه: ۲۴۲                        | افشرنده شکر: ۲۳۱               |
| پِنگ: ۱۲۲                        | آلات و ادوات ساعت: ۲۷۲         |

تیرپل:	۱۸۳	تا ۱۸۵	۸۵	۱۸۳	۱۸۵	پنگام:	۱۲۲	
جاده:	۴۷	، ۴۴				پود:	۸۸	
جنگل:	۷۸					پول کاغذی:	۲۵۴	
حاشیه دریای خزر:	۶۵	، ۶۶				بیاله:	۱۲۲	
ساج:	۷۳					پیچ چوبی:	۲۳۰	
جواز:	۲۴۵	، ۲۲۳	، ۲۳۱	، ۲۱۹	، ۱۳۲	تاغ:	۷۸	
						تاوره:	۱۸۵	
	۲۴۹					تبرزد:	۲۱۸	
جوعن:	۲۳۱					تپله خشک شده:	۷۹	
چاه:	۱۳۹					تحت روان:	۵۷	
چاهآب:	۱۴۱	، ۱۳۹				تحته آب بند:	۱۶۶	
چاهکن:	۱۱۷					تحته بند:	۱۶۶	
چاو:	۲۵۴					تخماق پایی:	۲۵۱	
چراغ سنگ:	۹۱					تسیتون:	۲۲۲	
چرخ:	۱۱۹	، ۲۴	، ۲۹	، ۴۳	، ۵۲	تغار:	۱۲۲	
						تلسکوپ:	۲۹۳	
	۱۴۷	، ۱۲۲				تنبورک:	۱۶۲	
آب:	۲۴	، ۲۱	، ۳۱	، ۹۸	، ۶۵	تنبوشه:	۱۶۴	
						تنقیه:	۱۲۵	
با طناب بی انتها pot-wheel:	۲۸۳	، ۲۱۱	، ۱۹۴	، ۱۷۷	، ۱۵۷	تنگ:	۲۳۰	
						پیچی:	۲۲۸	
افقی:	۱۶۹	، ۱۶۳				تنگ و تیر:	۲۲۹	
ایرانی:	۲۰۲	، ۱۵۱	، ۱۴۳	، ۱۳۷	تا ۲۲۹	تنگا:	۱۲۶	
						تنور:	۸۵	
بالابر آب:	۲۷۸	، ۲۸				تنوره:	۱۶۲	
						تا ۱۶۲	، ۱۶۶	
پایی:	۲۰۱						، ۱۶۹	
چاه:	۱۳۵	، ۱۰۰	، ۹۷				، ۱۷۱	
							، ۱۹۶	
خراطی:	۲۰۱							
دلودار:	۱۶۸					تنوره تنوره:	۳۰۱	
رومی:	۱۴۶					توب:	۲۳۷	
سندي:	۱۵۳					، ۲۳۶	، ۶۰	
سوری:	۱۵۰						، ۵۷	
عمودی:	۱۶۹	، ۱۶۳				تیر:	۲۴۰	
فرانسوی:	۲۰۲						، ۲۳۵	
							، ۲۳۰	
							کشتی:	۶۸

- |                       |     |     |     |     |     |     |                      |                          |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|--------------------------|
| خرپل:                 | ۱۸۳ | ۱۸۵ | ۸۵  | ۸۵  | ۱۸۵ | ۱۸۳ | خرپل:                | ۲۲۹                      |
| خردکنده:              | ۲۴  | ۲۴  | ۱۳۲ | ۱۳۲ | ۲۷۶ | ۲۷۶ | محرك:                | ۲۶۲                      |
| آبي:                  | ۲۴۹ |     |     |     |     |     | هندی:                | ۱۵۳                      |
| دستی:                 | ۱۶۰ |     |     |     |     |     | چرخاب:               | ۱۶۲، ۱۵۲، ۱۴۷، ۱۳۵       |
| کانی:                 | ۲۵۶ |     |     |     |     |     | چرخ آسیا:            | ۱۶۴، ۱۶۰                 |
| مکانیکی:              | ۲۵۴ |     |     |     |     |     | چرخ دندنه:           | ۲۹۱، ۲۶۵، ۲۶۲، ۲۱۲       |
| خرمن کوب:             | ۵۹  |     |     |     |     |     | ساقیه (saqiya gear): | ۱۴۵                      |
| خروار:                | ۲۳۸ | ۱۹۶ | ۱۷۶ | ۱۰۷ | ۸۱  | ۸۱  | چرخ کش:              | ۱۱۹                      |
| خشت:                  | ۱۱۲ |     |     |     |     |     | چکش:                 | ۲۹۴، ۲۹۱، ۲۰۶، ۳۳        |
| خشک بند:              | ۱۲۰ |     |     |     |     |     | آبي:                 | ۲۵۴، ۲۴۹، ۲۴۷            |
| خشک چین:              | ۱۱۳ |     |     |     |     |     | چوب:                 | ۴۳، ۳۹، ۳۷، ۳۵ تا ۲۹، ۲۴ |
| خیش:                  | ۶۵  | ۵۹  |     |     |     |     |                      | ۲۹۳، ۲۷۷، ۱۱۲، ۱۰۷، ۶۳   |
| دالیه:                | ۱۳۶ | ۱۳۵ |     |     |     |     | ساج:                 | ۷۳                       |
| دایرة آم:             | ۲۶۲ |     |     |     |     |     | ساخت:                | ۱۱۲، ۹۰، ۸۹، ۷۰          |
| دایرة تعديل:          | ۲۶۲ |     |     |     |     |     | سوخت:                | ۸۳، ۷۸، ۶۵، ۲۴           |
| دایرة درجه:           | ۲۶۲ |     |     |     |     |     | گردون:               | ۵۳، ۵۰                   |
| دایرة دقیقه:          | ۲۶۲ |     |     |     |     |     | چیگیر:               | ۱۵۱                      |
| دایرة یومی:           | ۲۶۳ |     |     |     |     |     | حریر سمرقندی:        | ۲۵۳                      |
| درختجه:               | ۷۸  |     |     |     |     |     | حقبه:                | ۱۸۸، ۱۲۱                 |
| درشكه:                | ۴۹  | ۴۰  | ۳۹  |     |     |     | حيوانات:             |                          |
| اسئی:                 | ۶۱  |     |     |     |     |     | باربر:               | ۱۱۱، ۱۱۵، ۱۵۱، ۲۵۶       |
| درهم:                 | ۱۸۸ | ۹۲  | ۸۱  | ۵۳  |     |     | خانواده اسب:         | ۷۱، ۴۶، ۴۵               |
| دروازه باد:           | ۱۸۴ |     |     |     |     |     | خانواده شتر:         | ۷۱، ۴۶، ۴۵               |
| دست آس:               | ۱۶۰ |     |     |     |     |     | خانواده گاو:         | ۴۵                       |
| دست آسیا:             | ۱۶۰ |     |     |     |     |     | خار شتر:             | ۸۱                       |
| دستگاههای بالابری آب: | ۱۵۹ | ۱۳۵ | ۱۳۵ | ۱۱۹ |     |     | خار و خاشاک:         | ۳۷                       |
| دقیقه:                | ۲۶۳ |     |     |     |     |     | تیغ دار:             | ۷۹                       |
| ذلو:                  | ۱۳۵ | ۱۱۹ | ۱۱۹ |     |     |     | خانه (در آسیا):      | ۱۷۰                      |
| ذلو گیر:              | ۱۱۹ |     |     |     |     |     | خراس:                | ۱۸۰، ۱۶۰                 |
| دم:                   | ۳۰۱ | ۲۰۲ | ۲۷۶ | ۲۷۶ | ۳۳  |     | خربزه:               | ۲۲۱                      |

- |                                  |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|
| ذغال سنگ: ۲۴                     | آبی: ۲۴۰                      |
| رادینکه: ۹۴                      | ستنی: ۲۳۹                     |
| راه: ۱۱۵، ۴۸ تا ۴۹               | غیر مکانیکی: ۲۴۰              |
| سنگفرش: ۶۰ تا ۴۸، ۴۸             | مکانیکی: ۲۳۶، ۲۳۸ تا ۲۳۷، ۴۱  |
| رخت: ۷۶                          | ۲۹۴                           |
| رقاصک دایره‌ای: ۲۶۱              | دنباله‌بند: ۵۱، ۵۴، ۵۵        |
| رنده: ۳۰۰                        | اتصال از طریق یوگ: ۵۷         |
| رهت: ۱۴۴                         | اسپ: ۵۷                       |
| روغن: ۱۰۵، ۳۲، ۳۳                | جدید: ۶۲                      |
| چراغ: ۲۹۹                        | دبنه: ۵۹                      |
| زیتون: ۲۹۸، ۲۱۷، ۲۲۶، ۲۲۷        | داندانه: ۲۴۰                  |
| قیر: ۹۵                          | دانده: ۱۶۴                    |
| کنجد: ۲۱۴                        | دانگ: ۲۴۰، ۲۳۵                |
| گردو: ۲۹۸                        | دانگی: ۲۴۰                    |
| مادی: ۹۶، ۹۴                     | دهبر: ۲۱۵                     |
| روغن کشی: ۲۱۱، ۲۵۵، ۳۰ تا ۳۰     | دهجد: ۲۱۵                     |
| ۲۹۸، ۲۹۴، ۲۹۱                    | دوالیب: ۱۴۸                   |
| آبی: ۳۲، ۲۳۱                     | دوخ: ۲۳۱                      |
| در فرانسه: ۲۵۶                   | دودکش: ۸۵                     |
| ژرنو: ۱۳۵                        | دورگشت: ۱۲۳                   |
| زغال سنگ: ۹۳، ۹۲                 | دول: ۱۶۲، ۱۶۴، ۱۸۵            |
| زمان سنج: ۲۷۲، ۲۷۰، ۲۶۹، ۲۶۸، ۲۴ | دولاب: ۱۳۵، ۱۴۵ تا ۱۷۰، ۵۶    |
| ۲۹۰، ۲۸۵، ۲۷۳                    | التخت: ۲۱۲                    |
| زنبه: ۵۸                         | رومی: ۱۴۶، ۱۵۰، ۱۵۴           |
| زنبورک: ۵۸                       | سندي: ۱۵۳                     |
| زنبل: ۵۹                         | دولابی: ۱۵۳                   |
| زیتون: ۲۲۲                       | دیشم: ۲۰۹                     |
| سازهای چوبی: ۷۷                  | دینار: ۱۹۵، ۱۸۸، ۱۲۷، ۱۰۸، ۷۳ |
| ساس-لوله: ۲۱۵                    | ۲۷۲، ۲۱۴، ۱۹۷                 |
| ساعت: ۲۶۱                        | دیوان: ۱۹۳                    |

## ۳۴۰ / فنون و منابع در ایران

- نر: ۱۸۰، ۱۱۰  
 سنگفرش: ۱۰۸، ۴۴  
 سوخت: ۱۰۰، ۸۹، ۸۴، ۸۱، ۷۸، ۳۷  
 فسیلی: ۹۱  
 سور: ۸۲  
 شاهی: ۸۸  
 شتر: ۳۹  
 شدوف: ۱۳۶، ۱۳۵  
 شکر  
 خام: ۲۱۳  
 شسته: ۲۰۸  
 شمش: ۳۰۰  
 شمن ایدی: ۹۵  
 شوره: ۲۳۷  
 شوله: ۸۳  
 شوله روب: ۸۳  
 شبیی: ۱۶۳  
 شیره: ۳۰۰  
 طاق: ۱۲۲  
 طراز: ۲۰۴  
 طناب بی انتهای: ۱۴۴، ۱۴۳  
 طواحین: ۲۴۷  
 عایق: ۲۶۲  
 عراده: ۴۹  
 غَرَّهُ: ۷۴  
 عصاره گیری: ۲۱۵  
 غَرَّافه: ۱۳۵  
 غَزَه (درخت): ۷۸  
 فانید: ۲۱۴  
 فُرزه: ۱۲۱  
 آبی: ۲۶۷، ۷۴ تا ۲۶۴  
 آفتابی: ۲۷۰  
 دیواری: ۲۶۱  
 قابل حمل: ۲۶۴  
 مکانیکی: ۲۷۵، ۲۵۹، ۲۷، ۲۶، ۲۴، ۲۲۴، ۲۹۳، ۲۹۱، ۲۷۹  
 ساقیه: ۱۴۳ تا ۴۷، ۱۵۳ تا ۵۸  
 سایشگاه: ۱۸۳ تا ۸۵  
 سچمه: ۸۲  
 سدهای قوسی: ۱۲۸  
 سدهای وزنی: ۱۲۸  
 سر میل: ۱۶۴  
 سرآب: ۱۶۶  
 سرمه یا ساره: ۲۴۰، ۲۳۵  
 سفیداب: ۲۵۶  
 سلاح گرم: ۲۸۸، ۲۳۶  
 سلیمانی: ۲۱۸  
 سمرقندی: ۲۵۳  
 سندان: ۳۰۱  
 سنگ: ۲۷۷، ۱۸۹، ۱۶۴، ۳۷، ۳۱، ۲۴  
 سنگ آسیا: ۱۶۳، ۱۶۰، ۱۰۸، ۳۳  
 ۱۷۷، ۱۶۴، ۲۰۶، ۱۸۰، ۲۱۰ تا ۲۱۱  
 ۲۲۳، ۲۴۶، ۲۵۴ تا ۵۶  
 رو: ۱۶۲  
 زیر: ۱۶۲  
 عمودی: ۲۵۳، ۲۵۱، ۲۲۹، ۲۲۷ تا ۲۵۲  
 ۵۷  
 گردان: ۲۱۱  
 ماده: ۱۱۰  
 مخروطی: ۱۸۳، ۱۸۰

کرسی:	۸۵	فرغون:	۵۸
کرمه:	۸۲	فنجان:	۱۲۲
کشته:	۶۳، ۶۵، ۶۶، ۶۷، ۶۸	فنجانه:	۱۲۲
کلچ:	۸۳	فنکال:	۱۲۱
کلگ:	۱۱۹	قالب	
کله‌قند:	۲۰۷	آبکشی:	۲۰۸
کله-کلو:	۲۱۵	کله‌قند:	۲۰۹
کلهو:	۲۱۵، ۲۱۴	قپون (قپان):	۸۱
کلوسی:	۱۸۵، ۱۸۴	قرص:	۳۰۰
کلیا:	۲۱۵	قطب:	۱۶۲
کلیچ:	۸۳	قلب:	۱۱۹
کمان درودگری:	۳۰۰، ۲۰۲	قلندرک:	۱۸۵
کوبینه:	۲۳۰	قنات:	۲۸، ۳۰، ۳۳، ۱۱۵ تا ۱۲۴، ۱۸ تا ۲۸
کوتان:	۵۹		۱۶۷، ۱۵۸، ۱۵۵، ۱۲۷، ۱۲۵
کوتینا:	۲۴۰، ۲۳۵		۱۹۴، ۱۹۲ تا ۹۰، ۱۸۷، ۱۷۱
کوره:	۱۱۹، ۱۱۶		۲۰۶، ۱۹۷
گاری:	۴۰، ۴۱، ۴۰، ۴۹، ۴۵، ۴۲، ۴۱، ۵۰، ۵۶	قند:	۲۱۴
	۶۰	تصفیه شده:	۹ تا ۲۰۷
گرجی:	۶۱، ۴۶، ۴۲	سفید:	۲۱۴
گاو:	۵۱	قوطی:	۲۴۲
گاو باربر:	۵۲	قیر:	۹۶، ۹۴، ۹۱
گاوچاه:	۱۴۱، ۱۴۰، ۱۳۹، ۱۳۸، ۱۳۷	کارخانه آهن:	۱۵۹
	۳۰۵، ۱۵۸، ۱۵۵، ۱۵۳	کاریز:	۱۳۰، ۱۱۶
گاوراه:	۱۴۲	کاسه مدور:	۲۲۹، ۲۲۷، ۱۸۰
گاویش:	۵۱	کاغذ:	۲۹۹، ۳۲
گچ:	۲۵۵	کالسکه:	۴۹
گردنا:	۱۶۴	کاه:	۱۱۲
گردون:	۴۸ تا ۵۳، ۵۹، ۶۱، ۶۱، ۷۱، ۱۰۸	کاه گل:	۱۱۲
گز:	۸۱	کبریت:	۲۳۷
گل:	۱۱۱	کرباس:	۲۵۳

مشق:	۳۰۰	گل بند:	۱۱۹
مَجتمع‌های آبی:	۱۲۷	گلو:	۱۶۲
مداد:	۲۹۹	گلوله:	۲۳۹
مدفع خشک شده احشام:	۸۱	گور:	۲۱۳
مدیر:	۲۶۲	گوری:	۱۹۰
مدیر اصل ساعت:	۲۶۲	گون:	۸۱
مستقه:	۱۲۰	گونی:	۲۵۱
مشاجن:	۲۴۷	لت:	۱۲۰
معدن سنگ مرمر:	۱۰۷	لک لک:	۱۶۲
معصره:	۲۱۱	لنگر:	۲۶۸، ۲۶۲
مقسم:	۱۲۱	مادرچاه:	۱۱۷
منجتون:	۱۳۶، ۱۳۵، ۱۳۲	مادی:	۱۲۳
منقل:	۸۶، ۸۴	ماسون:	۱۶۲
منقل سیار:	۸۹	ماشین:	۹۸، ۴۱، ۲۴، ۲۹، ۲۶، ۲۴، ۲۳
مهره:	۲۹۹		۱۴۳، ۱۳۱، ۱۳۵، ۱۳۱، ۱۱۳
موت (معادل هندی گاوچاه):	۱۴۲		۱۷۳، ۱۶۸، ۱۵۹، ۱۵۱، ۱۴۸
میخ:	۱۸۳		۲۴۸، ۲۴۵، ۲۴۳، ۱۹۹، ۱۹۱
میل:	۱۱۶، ۱۱۹، ۱۱۸، ۱۱۲، ۱۱۴		۲۹۳، ۲۹۰، ۲۷۱، ۲۵۷، ۲۵۸
	۲۶۲		۱۵۰، ۱۳۲، ۱۱۵، ۷۶، ۷۳
میل بادامک:	۱۷۱، ۱۵۹		۲۵۵، ۲۵۱، ۲۰۶، ۱۵۸، ۱۰۵
میل لنگ:	۲۰۳، ۲۰۰		۹۴ تا ۲۹۱، ۲۷۸، ۲۷۷، ۲۵۷
ناب:	۹۵	حلاجی:	۲۸
ناعوره:	۱۴۸، ۱۴۴، ۱۴۳، ۱۳۷، ۱۳۵، ۱۳۵	آغازه-فنی:	۱۳۴
ناو:	۲۴۰، ۱۶۳، ۱۶۲	بادی:	۲۷۶
ناودان:	۱۶۲، ۱۲۱	پرداخت کاغذ:	۲۸
ناودانه:	۱۶۳	پوست کندن شلتوك:	۲۴۴
ناوگان:	۶۶، ۶۳	مکانیکی:	۲۹۲
نبات:	۲۱۷، ۲۱۴	مته:	۳۰۰
نَبْتَه:	۹۵	خزانه:	۲۰۰
نَبْتَه:	۹۵	کمان:	۲۰۰

نُووکا:	۲۱۵	نَپتو:	۹۵
نیشکر:	۱۳۳، ۲۱۵، ۲۱۴، ۲۱۱، ۲۰۷	نَپتو:	۹۵
	۲۱۷	نفت:	۱۰۱، ۹۹، ۹۷، ۹۳، ۳۷، ۲۴
هَر:	۱۶۰		۲۹۹، ۱۰۳
هرزاب:	۱۶۶	سفید:	۱۰۵، ۱۰۲، ۹۹
هیزم:	۸۱	سیاه:	۱۰۲، ۱۰۱، ۹۹
هیمه:	۷۸	مایع:	۹۴
وسیله نقلیه:	۲۹، ۳۰، ۳۹، ۴۰، ۴۷ تا ۴۰	نفتا:	۹۵
	۵۰، ۴۸	نواعیر:	۱۴۸
چرخ دار:	۵۳، ۵۵، ۵۷، ۵۱، ۵۷	نورانوری:	۲۱۳
یاپا:	۸۲	نُوو:	۲۱۵
		نُوودست:	۲۱۵

### اعلام، سلسله‌ها

- ابن اسفندیار: ۶۹، ۷۰، ۱۷۴، ۱۵۱، ۸۴، ۶۱
- ابن بطوطة: ۲۱۸، ۲۲۳
- ابن بلخی: ۷۴، ۱۰۸، ۱۸۳
- ابن حسن: ۲۰۵
- ابن حوقل: ۵۰، ۷۹، ۷۶، ۷۵، ۷۴، ۷۳
- ابن خردادبه: ۲۹، ۹۲
- ابن خلدون: ۲۷۳
- ابن رسته: ۸۰، ۹۷، ۹۶، ۸۹، ۱۷۵
- ابن سينا: ۱۷۸
- ابن عبدالغنى الحنفى: ۱۴۹
- ابن فقيه همدانى: ۲۹
- ابن قتيبة: ۲۴۶
- ابن مسکویه: ۱۲۷، ۱۹۴
- ابوبکر اصفهانی: ۲۶۵، ۲۶۶، ۲۶۷
- آبوت آبott: ۱۰۲، ۱۱۰، ۲۳۹
- آبوڈلف: ۹۹، ۱۰۴
- ابوسعید ابوالخير: ۵۰، ۲۳۱
- ابولؤلۇ: ۱۷۰
- ابونصر هروی: ۲۸، ۱۱۹، ۱۸۸
- ابویوسف: ۱۵۶
- آبیورد: ۲۲۱
- آپام-نپت Apam-Napat: ۹۵
- اتابک ابوبکر بن سعد: ۱۹۲
- اتابک ابوبکر زنگی: ۶۹
- اتابک سعد بن زنگی: ۱۹۴
- احمد گورکان: ۲۵۹
- ادریسی: ۷۹، ۱۰۸، ۱۵۲، ۱۷۹، ۱۸۳
- آدریکور Haudricourt: ۵۶
- آدمیت: ۱۷۳
- ارشمیدس: ۳۴
- آرغون خان: ۱۹۳
- آرنولد Arnold: ۲۸۶
- آروج بیگ بیات: ۴۰
- استاد ناصرالدین: ۲۴۳، ۲۴۴
- استخری: ۷۱، ۹۲، ۹۶، ۹۷، ۱۷۶، ۱۸۳
- استرابون Strabon: ۵، ۹۱، ۱۶۷
- استک Stack: ۱۳۸
- استورک Stork: ۱۶۳
- اسدی طوسی: ۸۳، ۲۳۰
- اسفاری: ۷۴، ۷۸، ۸۰
- اسکندر: ۱۵۴، ۴۷، ۱۷۱
- اسماعیل اول: ۲۸۶
- آشر Usher: ۱۳۱
- اشرفیان: ۴۵، ۵۷، ۱۰۵، ۱۰۷، ۱۹۵
- افشار: ۱۹۶، ۱۹۷
- افضل کرمانی: ۲۱۴
- اقتداری: ۱۷۶

- بازن Bazin ۸۲، ۷۷، ۷۶، ۴۲، ۳۴  
۲۴۴، ۱۹۷، ۱۱۷
- باستانی پاریزی: ۷۶، ۴۶، ۴۴، ۳۲، ۳۰، ۲۰، ۱۱۱، ۱۰۹، ۱۰۸، ۱۰۵، ۱۰۴  
۱۷۸، ۱۷۶، ۱۷۳، ۱۷۲، ۱۲۰  
۱۹۲، ۱۸۹، ۱۸۶، ۱۸۴، ۱۸۰  
۲۰۴، ۱۹۷، ۱۹۶
- بایزید دوم: ۲۵۹
- بیک Bobek ۶۵
- براؤن Browne ۴۷
- برتهود Berthoud ۲۶۸
- برتیه Berthier ۲۱۲، ۲۱۱، ۲۰۸  
۲۱۸، ۲۱۷، ۲۱۳
- برمکی: ۲۴۹
- برودل Braudel ۲۸۵، ۲۷۸، ۲۲۶
- برومبرگر Bromberger ۸۲، ۴۲، ۳۴
- بلعمنی: ۲۲۵، ۲۱۵
- بلوشہ Blochet ۲۹۷، ۵۶، ۲۸
- بلوک Bloch ۱۶۹، ۱۶۸، ۲۳، ۱۶۷، ۱۶۸
- بلوکباشی: ۳۱، ۳۱، ۱۶۰، ۱۶۴، ۱۶۳، ۱۹۰، ۱۹۷، ۱۹۳
- بمون Bémont ۷۰، ۴۷، ۳۵
- بنجامین Benjamin ۹۳، ۹۲، ۶۱
- بنو موسی: ۳۴
- بهافرید: ۴۷
- بهرامی: ۲۱۵
- بهزاد: ۳۰۳، ۵۵، ۵۸
- بوریج Beveridge ۲۵۰، ۳۲
- بوش Bosch ۲۵۲، ۲۵۰
- اکبرشاه: ۵۳
- آل بویه: ۷۴، ۲۸۶، ۲۰۶، ۱۳۶
- الناریوس Oléarius ۴۲، ۴۱، ۴۰، ۳۰، ۵۸، ۵۵، ۵۳، ۴۷، ۴۶، ۴۴، ۴۳
- جزری al-Jazzari ۲۴۷، ۱۵۴، ۳۴
- الحسن Hasan-al ۲۱۲، ۹۰، ۶۹، ۳۴
- السون Oleson ۱۴۵، ۱۳۷، ۵
- الهوردی خان: ۱۹۲
- المر Olmer ۸۸، ۸۶، ۶۴، ۶۳، ۳۰، ۲۳۱، ۲۲۹، ۲۲۸، ۱۹۶
- المعتمد: ۱۰۳
- آلن Allan ۲۵۵، ۲۵۴، ۲۴۸، ۸۰، ۷۹
- الهیار: ۱۰۴
- امام قلی خان: ۴۱
- امانت: ۱۱۰، ۹۳، ۱۰۲
- آمورتی Amuretti ۲۲۴
- امیر کبیر: ۱۷۳
- آمین مارسلن Ammien Marcellin: ۹۶، ۹۵، ۹۴
- انزان Anzaniques/Anzanites ۹۴
- انگلیس/انگلیسی: ۹۹، ۶۲
- اودونوان O'Donovan ۲۵۴، ۴۴
- آویتسور Avitsur ۱۶۷، ۱۶۴، ۳۲
- ایرانشهر: ۲۵۶
- بایبر: ۲۴۹
- بارتولد Barthold ۱۲۰، ۹۲، ۶۳

- تحویل دار: ۱۸۰  
 ترخان خاتون: ۷۶، ۱۹۲، ۱۹۳  
 ترزل: Trezel  
 تُرَكَ اتُرْكى: ۴۹  
 تقى الدین: ۲۵۹  
 تیک: Teaque  
 تیمور لنگ: ۲۸۸، ۲۸۶، ۲۸۲، ۲۲۴  
 تیموری: ۵۵، ۵۵، ۲۸۳، ۲۸۲، ۲۵۹  
 ثابتی: ۲۲۵  
 شَالِی: ۲۴۹  
 جاحظ: ۲۴۹، ۲۴۶  
 جرجانی: ۵۰، ۴۹، ۲۹  
 جعفری: ۱۹۰  
 جکسون: Jackson ۱۰۴، ۱۰۲، ۱۰۱  
 جَکومی: Jacomy ۱۵۹  
 جَگی: Jaggi ۳۴  
 جمال الدین: ۲۸۶  
 جمالزاده: ۲۴۱  
 جهانشاه قراقویونلو: ۲۷۱  
 جهانگیر خان: ۹۲  
 جهانگیری: ۲۴۳، ۱۶۲  
 جیهانی: ۲۹، ۳۰، ۹۲، ۲۲۵  
 چنگیز خان: ۱۲۷، ۱۱۹  
 حائزی: ۲۸۹  
 حافظ اصفهانی: ۷۵، ۳۲، ۳۲، ۲۸، ۲۷، ۱۳۲، ۱۱۳، ۱۱۲، ۷۸، ۷۶  
 ، ۱۹۱، ۱۹۰، ۱۶۴، ۱۶۳، ۱۳۸  
 ، ۲۳۲، ۲۳۱، ۲۲۰، ۲۲۲، ۲۱۹  
 ، ۲۶۲، ۲۶۱، ۲۶۰، ۲۵۹، ۲۲۳  
 ، ۲۶۷، ۲۶۶، ۲۶۵، ۲۶۴، ۲۶۳
- بوشارلا: Boucharlat ۲۰۸، ۱۱۶، ۳۳  
 بولیه: Bulliet ۴۷، ۴۶، ۴۵، ۴۲، ۳۹  
 ۱۱۶، ۵۸، ۵۷، ۵۵، ۵۴، ۴۹، ۴۸  
 بیات: ۲۰۰  
 بیرونی: ۲۴۹، ۲۴۸، ۲۴۷، ۴۷  
 ۲۸۵، ۲۶۵، ۲۵۴، ۲۵۰  
 بیزانس: ۲۶۸، ۵۰  
 بیشوتور: ۱۰۳  
 پاتریس: Patris ۵۵  
 پاتینجر: Pottinger ۲۱۳  
 پتروشفسکی: Petruchevsky ۳۱  
 ۲۲۴، ۲۰۷، ۲۰۵، ۱۲۷  
 پرَن: Perrin ۱۹۵، ۱۹۳  
 پرینسن-گیرلیگز: Prinsen-Geerligs ۲۱۸، ۲۱۵، ۲۱۴  
 پلانهول: Planhol ۳۱، ۳۴، ۵۲، ۶۵، ۶۶  
 ۱۱۶، ۷۶، ۷۲  
 پلوتارک: Plutarque ۱۳۸، ۱۳۷  
 ۱۴۳، ۱۳۹  
 پلینی: Pline ۲۲۰، ۱۶۹، ۱۶۸، ۹۱  
 پلیو: Pelliot ۲۸۸  
 پوپ: Pope ۲۷۱، ۵۵  
 پورداود: ۲۴۵  
 پیترو دلا واله: Pietro Della Valle ۸۵، ۵۳، ۵۰، ۴۳، ۴۱، ۳۰  
 پیگولوسکایا: Pigulevskaja ۳۴  
 تابش: ۱۴۲، ۸۳  
 تاورنیه: Tavernier ۱۰۷، ۸۶، ۸۵  
 تایلکوت: Tylecote ۲۵۵

- دیلافو :Dieulafoy ۵۹، ۵۸، ۴۸، ۴۳  
۱۸۳، ۱۵۲، ۷۸، ۷۶، ۷۵، ۷۱
- دیودور سیسیلی :Diodore de Sicile ۹۱  
ذکاء : ۲۳۶
- راینو :Rabino ۸۱، ۴۵، ۴۴، ۳۲، ۳۰،  
۲۲۴، ۲۱۶، ۲۱۵، ۱۸۹، ۹۶  
۲۹۴، ۲۴۴، ۲۴۲، ۲۴۱  
رازی : ۹۹، ۸۴  
رامین : ۹۱
- رسم خراسانی ساعاتی : ۲۷۱، ۲۶۸،  
۲۸۵
- رشیدالدین فضل الله همدانی : ۴۹، ۲۹،  
۲۱۶، ۲۱۵، ۲۰۴، ۱۲۷، ۵۹  
۲۷۲، ۲۲۴، ۲۲۱  
رشیدالدین وطواط : ۲۰۵
- رضا اصفهانی : ۱۵۲، ۱۴۲، ۱۴۱، ۴۷،  
۱۸۱، ۱۷۸، ۱۵۳
- رضوان ابن الساعاتی : ۲۶۸  
رُلُو :Reuleaux ۱۳۵، ۱۳۲، ۱۳۱
- رُمن چهارم دیوژن :Romain IV ۵۰  
دیوژن :Diogène ۲۸۶  
رونان :Ronan ۲۸۶
- روبرستون :Roberston ۸۸، ۸۷، ۸۶  
۲۴۰، ۲۰۲، ۲۰۰
- روتنسون :Rodinson ۵۵، ۴۹، ۳۹  
۵۷، ۵۶
- رُیتر :Reuther ۸۳
- رینگلمن :Ringelmann ۲۳۰
- زالونکمنی :Zalonkemeny ۸۲
- ۲۷۳، ۲۷۱، ۲۷۰، ۲۶۹، ۲۶۸  
۲۸۵، ۲۸۴، ۲۸۳، ۲۸۲، ۲۸۰  
۲۹۴، ۲۹۳، ۲۹۲، ۲۹۱  
حافظ ابرو : ۶۷، ۱۲۷، ۱۲۴، ۱۱۷، ۷۸  
۲۱۷
- حبشی : ۲۸۶  
خُجَندی : ۲۶۶  
خشایار : ۹۴
- خنجی اصفهانی : ۷۸  
خواجه نصیرالدین طوسی : ۱۱۹، ۱۱۱،  
۲۸۶، ۲۵۴، ۱۲۹  
خوارزمشاه : ۲۰۵، ۶۷
- المانی :d'Allemagne ۷۵، ۵۷، ۴۲  
۲۲۴، ۱۴۰، ۱۳۹
- دُبروین :De Bruyn ۸۸، ۸۷، ۸۲  
۱۷۶
- دروویل :Drouville ۴۶، ۴۲، ۴۱، ۴۰  
۳۰۳، ۹۰، ۶۱، ۵۸
- دلamarre :Delamarre ۵۶
- دمشقی : ۱۷۹، ۱۷۸، ۱۷۰
- دهخدا : ۵۰
- دوپره :Dupré ۲۳۹، ۲۳۸، ۲۳۷، ۲۱۶
- دوما :Dumas ۲۲۷
- دومان :du Mans ۱۷۳، ۱۱۰، ۸۰، ۳۰  
۲۳۵، ۲۱۹، ۲۱۸، ۲۰۳، ۲۰۲  
۲۵۳، ۲۵۱، ۲۲۸، ۲۲۷، ۲۲۶  
۲۷۰، ۲۶۹، ۲۵۷، ۲۵۶، ۲۵۵  
۲۹۳
- دیگار :Digard ۱۶۰، ۱۱۲، ۳۷

- سید عبدالله شوستری: ۱۴۶  
 سیلوای فیگوئروا :Silva y Figueroa ۱۵۲  
     سینکلر Sinclair ۲۱۹  
     شاپور اول: ۱۲۷، ۱۲۶، ۱۲۸ ۲۸۷  
     شاپور دوم: ۲۲۵، ۹۴ ۲۸۷  
     شاردن Chardin ۴۷، ۴۴، ۴۰، ۳۰ ۱۳۹  
     ، ۱۰۰، ۹۹، ۹۶ ۸۶ ۸۰ ۷۵  
     ، ۱۳۹، ۱۳۸، ۱۲۶، ۱۲۲، ۱۰۱ ۱۸۰  
     ، ۱۸۰، ۱۷۸، ۱۷۸، ۱۷۳، ۱۴۲ ۲۰۵  
     ، ۲۰۵، ۲۰۴، ۲۰۳، ۲۰۰، ۱۹۲ ۲۵۵  
     ، ۲۵۵، ۲۴۴، ۲۲۳، ۲۲۱، ۲۰۶ ۲۸۸  
     ، ۲۸۸، ۲۸۷، ۲۸۶، ۲۸۵، ۲۷۰ ۲۸۹  
     ، ۲۸۹  
     شارلمانی Charlemagne ۲۶۸  
     شاه اسماعیل: ۱۷۳ ۲۳۶  
     شاه سلیمان: ۱۷۶ ۲۹۰  
     شاه صفی: ۷۰، ۷۷ ۲۹۰  
     شاه طهماسب اول: ۸۰ ۲۰۴  
     شاه عباس اول: ۴۰، ۴۴ تا ۴۸ ۵۳  
     شلو Chélu ۲۱۴، ۲۱۳  
     شلیمر Schlimmer ۲۲۳  
     شمس فخری: ۸۳ ۱۵۱  
     شورترز Schwarz ۱۵۱  
     شيخ بهایی: ۱۱۹ ۱۵۴، ۱۴۵، ۱۴۴، ۳۱  
     شیولر Schioler ۳۰، ۲۹، ۲۵ ۵۷، ۵۵، ۴۹، ۴۷، ۴۵  
     صفویه/صفوی: ۲۵، ۲۴، ۳۰ ۶۱  
     زنجیان: ۲۱۰ ۲۵۰  
     زین العابدین: ۲۵۰  
     ژوبر د پاسا Jaubert de Passa ۱۴۴  
     ژوره Joret ۲۲۰  
     ژولین مرتد Julien l'Apostat ۹۴  
     ژیل Gillé ۱۹۹، ۱۷۰، ۱۶۷، ۱۶۱ ۲۳۷  
     ، ۲۳۷، ۲۳۴، ۲۳۳، ۲۰۱، ۲۰۰ ۲۷۹  
     ، ۲۷۹، ۲۴۸، ۲۳۹، ۲۳۸ ۵۱  
     ساسانی: ۲۶، ۴۷، ۳۵، ۳۴ ۸۹  
     ، ۷۶، ۷۳، ۷۲، ۷۱، ۵۴ ۸۹  
     ، ۱۲۰، ۱۱۶، ۱۱۲، ۱۰۳، ۹۶ ۱۵۴  
     ، ۱۵۴، ۱۵۲، ۱۲۹، ۱۲۷، ۱۲۴ ۱۷۸  
     ، ۱۷۸، ۱۷۶، ۱۷۵، ۱۷۱، ۱۵۶ ۱۷۸  
     ، ۱۷۸، ۱۷۶، ۱۷۵، ۱۷۱، ۱۵۶ ۲۰۷  
     ، ۲۰۷، ۱۹۱، ۱۹۰، ۱۸۸، ۱۸۷ ۲۷۳  
     ، ۲۷۳، ۲۶۸، ۲۴۵، ۲۲۵، ۲۱۷ ۲۸۷  
     ، ۲۸۷، ۲۸۵، ۲۸۳ ۲۸۶  
     سامانی: ۲۹، ۶۳، ۲۸۴ ۷۴  
     امیر اسماعیل: ۷۴  
     سانسون Sanson ۲۸۸  
     سان لیوز د مون Centlivres-Demont ۸۱  
     سر جنت Serjeant ۲۸۷  
     سعیدی: ۱۲۰، ۱۳۶ ۱۳۶  
     سُگن Seguin ۹۵، ۹۴ ۲۸۵  
     سلجوچی: ۴۷، ۵۰، ۱۳۶ ۱۰۴  
     سلطان الْجایتو: ۱۰۴ ۲۸۲  
     سلطان حسین باقر: ۲۵۹ ۲۸۶  
     سلطان محمود غزنوی: ۲۱۷ ۱۹۴  
     سُلَفْریان: ۱۹۴ ۱۷۳  
     سوبول Soboul

- فرصت شیرازی: ۱۷۷
- فریزر: Fraser ۴۴، ۷۶، ۷۷، ۱۰۱
- فلاندن: Flandin ۸۵
- فلور: Floor ۳۵
- فوربیس: Forbes ۸۳، ۹۳، ۹۶، ۹۸، ۹۹
- فون لیپمن: Von Lippmann ۲۰۷
- فیروز: Firoz ۵۰
- فیشر: Fischer ۱۲۳
- فیلون: Philon ۱۵۴
- قاجار: Qajar ۴۷، ۲۳۶
- کاتب: Kātab ۱۹۰
- کاتب خوارزمی: Kātab-e-Khwārizmī ۳۱، ۱۲۱، ۱۲۲
- کارادو: Carra de Vaux ۱۳۶
- کارت: Carter ۳۲، ۲۴۸، ۲۴۹
- کارتراایت: Cartwright ۹۶، ۱۰۲
- کازانوا: Casanova ۲۹۲
- کاشانی: Kashani ۲۵۴
- کاگیچی: Kagitçi ۲۵۳، ۲۵۴
- کالمار: Calmard ۲۲۸، ۲۲۶
- کالینز: Collins ۸۰
- کانار: Canard ۲۴۶
- کاهن: Cahen ۳۵، ۴۹، ۱۸۹، ۱۹۳
- فرصت شیرازی: ۱۲۸، ۱۲۵، ۱۱۹، ۱۰۴، ۷۰
- صفی تزاد: ۳۱، ۱۲۱، ۱۲۰، ۱۲۳
- صمصام الدوله: ۱۹۴
- ضرابی: ۱۲۱، ۱۲۲، ۱۷۶، ۱۸۹، ۱۹۵
- طاهر آب‌شناس: ۱۱۷
- طاهریا: ۱۹۲
- عارف قندماری: ۵۳
- عباسی: ۱۳۳، ۲۱۰، ۲۸۸
- عبدالکریم بهنیا: ۳۱، ۱۱۷، ۱۱۹
- عبداللطیف شوستری: ۱۴۷، ۱۵۳، ۲۱۰
- عبدالله ابن طاهر: ۱۳۰
- عثمانی: ۳۵، ۶۱، ۲۳۶، ۲۵۹، ۱۷۳
- عَضُدُ الدُّولَة: ۷۶، ۱۲۷، ۱۲۹، ۱۳۳
- غازان خان: ۵۶، ۲۷۲
- غزنوی: ۲۱۷، ۲۸۵، ۲۸۶
- غیاث الدین جمشید کاشی: ۲۸۶
- فتحعلی خان: ۱۰۵
- فرای: Frye ۲۵
- فرایر: Fryer ۱۵۲، ۱۵۳
- فردوسی: ۵۰، ۵۱، ۵۲، ۵۴، ۵۵
- فریدنан: Ferdinand ۱۸۶، ۱۸۴
- فرشاد: ۲۶۵

- |                                     |                         |                                 |                         |
|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| گوبلو: Goblot                       | ۱۱۶، ۱۱۵، ۳۰، ۲۸        | کبیر: Kabir                     | ۲۸۶                     |
|                                     | ۱۲۹، ۱۲۸، ۱۲۷، ۱۲۶، ۱۱۷ | کد کنی: ۲۳۱                     |                         |
|                                     | ۱۸۷                     | کرامر: Kramer                   |                         |
| گودار: Godard                       | ۱۱۲                     | کرجی: ۲۸                        | ۲۰۶، ۱۱۸، ۱۱۷، ۳۱       |
| گودی: Goudie                        | ۱۶۹، ۱۶۷                | کرسول: Cresswell                | ۲۵۷، ۲۲۷، ۲۲۵           |
| گولند: Gawland                      | ۲۵۵                     | کریم طحان: ۱۹۷                  |                         |
| گونتر: Gunther                      | ۲۶۵                     | کریم خان زند: ۱۹۳               |                         |
| لابروس: Labrousse                   | ۲۰۹، ۲۰۸، ۳۳            | کسری: ۶۷                        |                         |
|                                     | ۲۱۸                     | کشیش روزیه: Abbé Rozier         | ۲۱۹                     |
| لافون: Lafont                       | ۲۱۶، ۲۱۵، ۳۲، ۳۰        |                                 | ۲۹۲، ۲۵۷، ۲۵۶، ۲۳۰، ۲۲۷ |
|                                     | ۲۹۴، ۲۴۴، ۲۴۲، ۲۴۱      | کلاویخو: Clavijo                | ۶۸                      |
| لاکھارت: Lockhart                   | ۶۶، ۶۳، ۳۵              | کلپرتون: Clapperton             | ۲۵۰، ۳۲                 |
|                                     | ۹۷، ۹۵، ۹۴، ۹۳، ۷۰، ۶۹  | کلدلول: Caldwell                | ۸۰، ۷۹، ۳۳              |
|                                     | ۲۸۶، ۱۰۴، ۱۰۳، ۱۰۲      | کلن: Colin                      | ۱۴۹، ۳۱                 |
| لاند: Landes                        | ۲۷۲، ۲۷۰                | کمپفر: Kämpfer                  | ۹۷، ۹۶، ۸۱، ۸۰          |
| لاوفر: Laufer                       | ۱۴۴، ۱۴۳، ۳۳، ۳۱        |                                 | ۳۰۵، ۱۴۲، ۱۳۸، ۱۰۱، ۹۸  |
|                                     | ۲۰۷، ۱۵۲، ۱۵۱، ۱۵۰، ۱۴۶ | کمتر: Comet                     | ۲۲۴                     |
|                                     | ۲۲۳، ۲۲۲، ۲۲۱، ۲۲۰، ۲۰۹ | کنندی: Kennedy                  | ۲۸۶                     |
| لتی: Loti                           | ۶۳                      | کوهنل: Kühnel                   | ۳۰۴، ۵۸، ۵۶، ۵۵         |
| لرو-گوران: Leroi-Gourhan            | ۵۷                      | کینیر: Kinneir                  | ۱۰۱، ۱۰۰، ۹۹، ۹۰        |
|                                     | ۲۰۱، ۶۴                 |                                 | ۲۱۱، ۱۰۲                |
| لسترنج: Le Strange                  | ۱۰۴، ۹۲                 | گالدیری: Galdieri               | ۱۴۲                     |
| لفسبرو د نوئت: Lefebvre des Noëttes |                         | گرات وان روگن: Graat Van Roggen | ۱۴۰، ۱۳۹، ۱۲۹، ۳۰       |
|                                     | ۶۲، ۵۸، ۵۶، ۵۲          |                                 | ۱۷۷، ۱۴۲، ۱۴۱           |
| لم: Lamm                            | ۲۸۸                     | گردیزی: ۱۲۹                     | ۲۹۰، ۲۴۸، ۲۴۵           |
| لبار: Lombard                       | ۲۰۴، ۷۲، ۳۴، ۳۱         | گریرسن: Grierson                | ۲۳۱، ۳۳                 |
| لمبتون: Lambton                     | ۱۱۹، ۳۱، ۲۸، ۵          | گزنوфон: Xénophon               | ۵۲                      |
|                                     | ۲۰۴، ۱۸۹، ۱۲۳، ۱۲۲، ۱۲۰ | گملن: Gmelin                    | ۱۰۲، ۱۰۱، ۹۹، ۸۰        |
|                                     | ۲۰۵                     |                                 | ۳۰۶، ۲۴۴، ۲۳۳، ۲۲۱، ۱۰۵ |
| لوریس: Lewis                        | ۲۰۶، ۳۵                 |                                 |                         |

- مورگان: Morgan ۵۹، ۵۸، ۳۳، ۷۷  
۱۷۰
- موریتس: Moritz ۱۸۳
- موریر: Morier ۸۲، ۸۱، ۶۳، ۴۰، ۳۰، ۱۷۳، ۱۷۲، ۱۰۰، ۹۳، ۸۸، ۸۳  
۲۲۸، ۱۷۴
- موزر: Moser ۱۵۱، ۱۲۶، ۸۸، ۸۷، ۵۶، ۱۰۱، ۱۵۳، ۱۵۲  
۲۰۳، ۲۲۲
- موسی خورنی: Moïse de Chorène ۲۰۷
- موکریجی: Mukriji ۱۴۲، ۱۴۱، ۳۳، ۱۵۵، ۱۵۴، ۱۵۳  
۲۷۲
- مولانا فخرالدین منجم: Mithridate ۱۶۷
- میر: Meyer ۲۰۰
- میرزا کاظم خان: Miqueل ۶۸، ۱۲۱، ۲۲۵  
۲۸۳، ۲۵۹
- میرعلی شیر: Mignan ۲۱۱
- نادرشاه: Miquel ۱۰۷، ۷۰، ۶۹، ۶۶، ۵۷  
۱۰۷، ۷۰، ۶۹، ۶۶، ۵۷  
۲۳۶، ۱۹۵
- ناصرالدین شاه: Noel Deere ۲۰۵، ۲۰۴، ۱۱۷، ۱۰۷  
۲۲۶
- نرشخی: ۱۲۰، ۷۴، ۵۰، ۲۹  
۴۷
- نظام الملک: ۲۰۸
- نوئل دیر: Noel Deere ۱۷۶
- نورالدین بن زنگی: ۲۷۱
- نوربخش: ۲۵۹
- لینده: Lindet ۱۱۸
- مارکو پولو: Marco Polo ۶۷، ۵۲، ۹۶، ۶۸، ۱۰۰
- مارکوارت: Marckwart ۱۲۴
- ماسینیون: Massignon ۳۵
- مافروخی: ۷۱
- مالکلم: Malcolm ۱۷۲، ۱۷۱، ۴۰، ۱۷۲  
۲۰۴
- مامفورد: Mumford ۱۳۱، ۳۷، ۲۴، ۲۷۹، ۲۰۳، ۱۳۵  
۲۸۶، ۱۵۴
- مانزوئل: Manzuel ۲۱۴
- مترودروس: Metrodorus ۱۷۱
- محمد بن حمزه: ۱۹۰
- مرسیه: Mercier ۹۵، ۹۴
- مستوفی: ۶۹، ۷۰، ۷۴، ۹۶، ۱۴۸، ۱۲۴، ۱۲۲، ۳۱، ۱۲۳  
۲۲۴، ۱۷۶، ۱۷۵
- سعودی: ۹۶
- ظاهری: ۲۸، ۳۱، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۴، ۱۲۳، ۱۲۷، ۲۱۷، ۱۸۳، ۱۳۵، ۱۳
- ۲۸۳
- معین: ۵۰، ۷۸، ۱۶۰، ۱۷۵، ۱۲۱، ۶۹، ۶۷، ۱۲۷  
۲۲۱، ۱۵۰، ۱۴۹، ۱۴۸
- مُل: Mohl ۵۱
- منتظمی: ۱۲۰
- منشی: ۶۰، ۴۵، ۴۴، ۲۹
- نصرور، خلیفه ملقب به دوانیقی: ۱۷۶
- مهندس: ۱۹۳

- وایت: ۲۴۷، ۲۴۵ :White ۲۱۲ :نویری
- وایس‌گربر: ۱۱۶ :Weisgerber ۱۴۳، ۳۳، ۳۱ :Needham
- وبِر: ۳۵ :Weber ۱۷۰، ۱۵۵، ۱۵۴، ۱۵۹، ۱۵۵
- ورتايم: ۷۹، ۷۸، ۳۳ :Wertime ۲۷۲، ۲۶۹، ۲۶۵، ۲۵۷
- وشمگیر: ۱۳۳ :Neely
- وصاف: ۶۹، ۱۹۴، ۱۹۳، ۱۹۲، ۱۵۸، ۱۹۵ :Hutchinson
- وُلَف: ۵۰ :Wolff ۱۷۱، ۳۳
- وولف: ۷۱، ۵۲، ۳۳، ۳۱، ۳۰ :Wulff ۱۴۰ :Haroun al-Rashid
- ۱۳۹، ۱۱۲، ۱۱۰، ۱۰۹، ۱۰۸ :Hunter ۱۰۰ :Holligberry
- ۱۸۴، ۱۸۳، ۱۶۴، ۱۶۳، ۱۴۰ :Hantre ۲۵۱، ۲۴۸، ۳۲
- ۲۴۰، ۲۳۰، ۲۰۳، ۲۰۰، ۱۹۶ :Hamāniši ۵۲، ۵۱، ۱۱۵
- ۲۵۶، ۲۵۵، ۲۴۹، ۲۴۳، ۲۴۱ :Hedāiyatī ۱۹۲
- ویترُویوس: ۱۶۴، ۱۶۳، ۱۶۲، ۱۶۱ :Hedin ۱۸۴، ۱۱۱، ۱۱۰
- ویدمان: ۱۳۵، ۳۴، ۳۱ :Wiedemann ۹۵ :Herzfeld
- ۱۹۴، ۱۸۳، ۱۵۰، ۱۴۹، ۱۴۸ :Wiesner ۲۶۸ :Herمز
- ۲۰۹ :Wiesburg ۲۲۰، ۱۲۴، ۹۸، ۹۷، ۹۵، ۹۴
- ویزبرگ: ۲۰۷ :Wiesner ۲۲۴، ۳۴ :Héron
- ویلسُن: ۸۳، ۸۲، ۸۱ :Wilson ۲۷۲، ۲۶۳ :Hellyer
- ویلکینسون: ۸۴، ۸۳، ۳۳ :Wilkinson ۸۰ :Hamdāni
- ۸۹، ۸۶، ۸۵ :Winter ۱۰۱، ۱۰۰، ۹۹، ۹۶ :Hanway
- وینتر: ۲۸۱، ۲۸۶، ۲۶۶ :Hourani ۱۰۲
- یاقوت: ۱۴۸، ۱۰۴، ۹۹، ۹۶، ۹۰، ۷۹ :Hoemele
- ۲۴۶، ۲۴۵، ۱۸۳، ۱۷۹، ۱۶۰ :Hauser ۸۳
- یحیائی: ۱۸۵، ۱۸۴، ۱۱۱ :Hill ۲۱۲، ۱۵۴، ۹۰، ۶۹، ۳۴
- یعقوب لیث: ۱۲۵، ۶۷ :Hiuen Tsiang ۲۷۱، ۲۶۸، ۲۵۹، ۲۴۸، ۲۴۷
- ینعمایی: ۱۲۲ :Watson ۷۶ :Huien Tsang ۲۲۰، ۲۱۴، ۲۱۳، ۳۳

نمایه‌ها / ۳۵۳

یوبنک Ewbank ۱۳۷، ۱۵۰  
بیت Yate ۱۸۴

:Yu Yen Tsu Tsu  
٢١٩ ٢٢٦

## مکان‌ها، اقوام و ملیت‌ها

- آب سیاه: ۲۴۹
- آبادان: ۲۸۳، ۶۸، ۶۷
- آبهای: ۱۶۰
- آذربایجان: ۸۵، ۷۹، ۷۳، ۴۴، ۴۲، ۴۱
- آرستان: ۱۲۱، ۱۱۹
- آرچان: ۲۲۵
- آردبیل: ۸۲، ۷۷، ۷۱، ۵۸، ۴۶، ۴۲، ۴۱
- آردینیکا: ۹۷
- آرمنستان: ۷۳، ۵۹
- اروپا: ۱۶۳، ۶۱، ۵۷، ۴۸، ۴۶، ۴۰، ۳۶
- آریحا: ۲۱۱
- ازبکستان: ۱۰۱
- آسبره: ۹۲
- اسپانیا: ۲۴۹، ۲۰۲، ۴۰
- استرآباد: ۱۸۹، ۸۱، ۷۰
- آستراخان: ۹۳، ۶۱
- اسرائیل: ۱۷۷، ۱۷۲، ۱۶۴
- اسفراں: ۱۰۸
- آسیاب تراشان: ۱۰۸
- آسیای مرکزی: ۵۹ تا ۶۳، ۷۰، ۷۳، ۸۶
- آسیا: ۲۲۰، ۱۵۱، ۱۴۳، ۸۸
- آشیان: ۲۸۳، ۸۲، ۸۰، ۷۹، ۷۱، ۶۳
- آشرف: ۱۰۷، ۷۰
- آصفهان: ۳۲، ۳۰، ۴۱، ۴۰، ۴۶، ۴۴، ۴۷، ۴۸
- آفریقا: ۶۹، ۷۳، ۱۳۳، ۲۱۷، ۲۲۰
- آفریقا: ۲۴۹
- آغازه: ۱۲۹
- آناتولی: ۲۴۹
- آفغانستان: ۲۵، ۲۵، ۷۹، ۶۷، ۲۶، ۲۵، ۱۷۵
- آگرای: ۵۳
- آلبرز: ۱۱۵، ۶۵
- آلمان: ۲۰۱
- آمد: ۱۱۰
- آمل: ۹۳، ۶۹
- آنارک: ۷۹
- آنثی سیتر Anthicythère: ۲۶۵
- آنجلیل: ۱۸۸
- انزلی: ۱۰۱
- انگلیس/انگلیسی: ۷۰، ۷۶، ۹۷، ۱۴۴
- آندریکا: ۲۴۸
- آهر: ۹۰

- بند گرگر: ۱۷۷  
 بندر گز: ۹۳  
 بندر عباس: ۱۱۰، ۷۰  
 بوشنج: ۷۴  
 بوشهر: ۶۲، ۱۰۰، ۶۶، ۶۳، ۷۰، ۶۶  
 بیدشهر: ۱۳۸  
 بیرجند: ۱۱۷  
 بین النهرين: ۱۱۵، ۹۶، ۹۱، ۷۳  
 سفلی: ۱۳۳  
 علیا: ۱۱۰  
 پارت/پارتی: ۱۷۱، ۱۳۰، ۸۲، ۳۴  
 ۲۸۳، ۲۴۵، ۲۲۰  
 ۲۱۲: Palermo  
 پومپئی: ۱۸۳  
 پونت: ۱۷۰، ۱۶۷  
 تبریز: ۴۲، ۷۵، ۷۱، ۵۷، ۵۶، ۴۵، ۸۱  
 ۲۲۴، ۱۸۹، ۱۸۸، ۱۷۳، ۸۶  
 ۲۶۰، ۲۵۸، ۲۳۸  
 ترس: ۷۹  
 تُرك اُترکی: ۴۹، ۲۶، ۵۰، ۵۳، ۵۶، ۵۶  
 ۲۸۵، ۲۶۰، ۱۵۱، ۸۶، ۸۲، ۷۰  
 ۲۸۸، ۲۸۶  
 ترکستان: ۱۵۲، ۱۵۱، ۵۶  
 ترکمن: ۲۶  
 ترکمنستان: ۱۸۳  
 تفرش: ۱۲۱  
 تهران: ۳۱، ۴۵، ۴۷، ۵۸، ۶۱، ۶۲، ۶۱، ۸۶  
 ۸۸  
 تیز: ۲۱۴  
 تیسفون: ۷۳  
 اهواز: ۵۷، ۱۲۷، ۱۲۳، ۱۴۸، ۲۱۰  
 ۲۴۵، ۲۱۲، ۲۱۱  
 ایتالیا: ۱۶۸، ۲۲۱، ۲۶۳  
 ایران  
 شرقی: ۶۱، ۶۴، ۱۶۱، ۱۷۰، ۱۸۳  
 ۲۲۳، ۲۲۷، ۲۱۹  
 غربی: ۵۷، ۱۶۰، ۲۲۷، ۲۱۷، ۲۳۳  
 ۲۸۳  
 ایلخان/ایلخانی: ۱۹۴، ۱۲۷، ۵۹، ۵۵  
 ۲۸۲، ۲۵۴  
 بابل: ۹۶  
 بابل: ۷۳  
 بادغیس: ۷۶  
 باکو: ۴۱، ۱۰۱، ۹۹، ۹۷، ۹۶، ۱۰۲  
 ۱۰۷، ۱۰۵، ۱۰۴  
 بحرین: ۶۹  
 بخارا: ۵۰، ۵۳، ۱۵۱، ۱۲۶، ۱۲۰، ۷۴  
 ۲۵۴، ۱۹۳، ۱۵۲  
 بختیاری: ۱۰۰، ۳۴  
 بدخشنان: ۲۴۷  
 بَرآباد: ۱۸۶  
 بصره: ۲۸۶، ۲۴۶  
 بغداد: ۳۲، ۷۰، ۷۳، ۱۰۳، ۱۲۷، ۲۲۶  
 ۲۸۶، ۲۴۹  
 بلخ: ۶۷، ۱۰۸، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۲۱، ۲۲۳  
 ۲۸۴، ۲۸۳  
 بلغار: ۶۹  
 بلوچستان: ۱۹۷، ۲۲۳، ۲۱۷، ۲۱۴  
 بند امیر: ۱۲۷، ۱۴۹، ۱۷۷  
 بند قیصر: ۱۲۷

- |                          |                               |                |   |
|--------------------------|-------------------------------|----------------|---|
| دالکی:                   | ۱۰۲، ۱۰۰                      | جاجرم:         | ۴۴  |
| دامغان:                  | ۱۹۲، ۱۲۰                      | جزایر آمریکا:  | ۲۰۸   |
| دجله:                    | ۷۳                            | جلفا:          | ۱۵۲ ۸۲  |
| دریند:                   | ۱۰۴، ۱۰۳ ۸۰، ۴۱               | جیحون:         | ۱۲۴، ۶۷   |
| دُرْق:                   | ۱۹۶                           | چین:           | ۳۱، ۳۳، ۵۶، ۴۰، ۱۴۳، ۱۲۳                        |
| دزفول:                   | ۱۴۸، ۱۲۶، ۹۴، ۴۳              |                | ۲۲۰، ۲۱۸، ۱۷۸، ۱۵۵، ۱۵۰                         |
| دهران:                   | ۱۷۱                           |                | ۲۴۸، ۲۴۵، ۲۲۳، ۲۲۲، ۲۲۱                         |
| دوکنشین ساکس:            | ۲۰۰                           |                | ۲۸۶، ۲۷۸، ۲۷۲، ۲۴۹                              |
| دوکنشین شلسویگ-هُلشتاین: | ۴۰، ۷۷، ۵۸                    | حسین‌آباد:     | ۸۱  |
| دیاربکر:                 | ۱۵۴                           | حما:           | ۱۴۹   |
| دیلمان:                  | ۸۲                            | حوزه مدیترانه: | ۳۱، ۳۴، ۱۶۹، ۱۶۷                                |
| رامهرمز:                 | ۱۰۰                           |                | ۲۵۷، ۲۱۹، ۲۱۷، ۲۱۳، ۱۷۰                         |
| راور:                    | ۱۰۸                           | خراسان:        | ۳۲، ۷۸، ۷۴، ۶۵، ۵۳، ۴۴، ۱۱۳، ۱۱۱، ۱۰۷ ۸۴ ۸۳، ۷۹ |
| راوند:                   | ۱۲۲                           |                | ۱۸۳، ۱۷۰، ۱۳۰، ۱۲۸، ۱۱۷                         |
| رشت:                     | ۲۲۴، ۴۵                       |                | ۲۳۱، ۲۲۱، ۲۱۶، ۲۱۴، ۱۸۴                         |
| رودبار:                  | ۲۲۸، ۲۲۵، ۲۲۴                 |                | ۲۶۸، ۲۶۰، ۲۴۷                                   |
| روس‌لروسی:               | ۳۱، ۴۹، ۴۲، ۶۱، ۱۷۳، ۲۳۹، ۲۲۷ | خرگرد:         | ۱۸۶   |
| روسیه:                   | ۱۱۰، ۹۳، ۷۷، ۷۰، ۶۹، ۴۸       | خرم‌آباد:      | ۱۹۰   |
|                          | ۲۳۶                           | خُلار:         | ۱۸۳، ۱۰۸  |
| ری:                      | ۲۸۶، ۱۹۲، ۱۷۴                 | خلخال:         | ۱۹۷   |
| زابل:                    | ۱۸۶                           | الخليج فارس:   | ۶۳، ۶۳، ۶۸، ۶۷، ۶۶، ۶۹                          |
| زاگرس:                   | ۱۲۶، ۱۲۳، ۱۱۵، ۶۵             |                | ۲۰۷، ۱۱۵، ۷۳                                    |
| زانلو:                   | ۸۲                            | خوار:          | ۴۵  |
| زنگیان:                  | ۲۱۰                           | خوارزم:        | ۸۴، ۶۷، ۶۱                                      |
| ساوه:                    | ۱۲۱                           | خواف:          | ۱۸۶، ۱۸۴  |
| سرخس:                    | ۱۹۳، ۱۷۹، ۱۱۲، ۷۶، ۷۵         | خوزستان:       | ۶۷، ۹۷، ۹۴، ۷۸، ۷۰، ۱۲۷                         |
| سُند:                    | ۱۵۰، ۱۴۳                      |                | ۲۱۸، ۲۰۹، ۲۰۸، ۱۷۱، ۱۳۶                         |
| سلطانیه:                 | ۴۳                            |                | ۲۸۷، ۲۴۵  |
|                          |                               | داغستان:       | ۱۰۱   |

- |  |   |
|--|---|
| شوشستان: ۱۴۷، ۱۳۹، ۳۰ تا ۵۱<br>شیراز: ۲۹، ۳۲، ۴۷، ۶۳، ۸۶، ۱۰۰<br>، ۱۵۲، ۱۵۰، ۱۴۹، ۱۲۷، ۱۰۲<br>، ۱۹۴، ۱۹۲، ۱۷۷، ۱۷۴، ۱۷۳<br>، ۲۸۶، ۲۵۴، ۲۳۷، ۱۹۶<br>شیروان: ۱۰۵، ۷۰<br>شیز: ۷۹<br>صوفیان: ۸۵<br>طالش: ۱۹۷، ۷۷، ۳۴<br>طبرستان: ۷۵، ۷۳، ۷۱<br>طبیس: ۱۸۴، ۱۲۸<br>طوس: ۲۴۷<br>عربستان: ۲۴۹، ۱۴۲<br>غوربند: ۷۹<br>غوریان: ۱۸۶، ۱۷۵<br>فارس: ۴۱، ۷۰، ۷۶، ۹۷، ۹۶، ۱۰۸<br>، ۱۵۸، ۱۴۹، ۱۴۸، ۱۳۶، ۱۲۷<br>، ۱۹۴، ۱۹۳، ۱۹۲، ۱۸۳، ۱۸۱<br>، ۲۶۸، ۲۲۸، ۲۲۵، ۲۲۳<br>فرات: ۹۴<br>فرانسه/فرانسوی: ۵، ۲۸، ۳۰، ۳۶، ۴۳، ۵۰، ۵۸<br>، ۱۶۱، ۱۲۸، ۱۲۶، ۸۶، ۶۱، ۵۸<br>، ۲۲۶، ۲۱۹، ۲۰۸، ۲۰۲، ۱۷۳<br>، ۲۵۶، ۲۵۱، ۲۳۹، ۲۳۸، ۲۳۷<br>، ۲۹۲، ۲۸۸، ۲۷۰، ۲۵۷<br>فراد: ۱۸۶<br>فرحآباد: ۷۰، ۴۵<br>فرغانه: ۹۱، ۹۲، ۱۳۰<br>فلسطین: ۳۲، ۲۱۱، ۱۷۲، ۱۶۴، ۲۲۵<br>فیراب: ۱۲۴ | سلوکیه: ۷۳<br>سلیمانیه: ۱۷۶<br>سمرقند: ۳۲، ۵۰، ۷۶، ۱۵۱، ۱۵۰<br>، ۲۵۳، ۲۵۰، ۲۴۹، ۲۴۸، ۲۴۷<br>، ۲۸۲، ۲۷۸، ۲۶۶، ۲۵۹، ۲۵۴<br>، ۲۸۹، ۲۸۸، ۲۸۷، ۲۸۶، ۲۸۳<br>، ۲۹۰<br>سند: ۲۱۴، ۱۵۳<br>سنگان: ۱۱۱<br>سورت: ۷۰، ۶۶<br>سوریه: ۲۲۴، ۲۲۲، ۱۵۰، ۱۴۹، ۷۳<br>، ۲۴۹، ۲۲۸، ۲۲۵<br>سیاهکوه: ۴۴<br>سیراف: ۷۳<br>سیستان: ۱۳۷، ۱۳۲، ۱۲۵، ۱۱۱، ۶۷<br>، ۱۸۶، ۱۸۵، ۱۸۴، ۱۸۳، ۱۷۰<br>، ۳۰۷، ۲۱۴<br>شاپور: ۲۲۵<br>شاه عبدالعظیم: ۱۹۲<br>شهرود: ۱۲۶<br>شاهزاده حسین: ۱۹۷<br>شاور: ۲۱۸، ۲۰۹، ۲۰۸<br>شرق: ۷۶<br>شماخی: ۷۰، ۷۷، ۴۱، ۱۰۱<br>شهرستان: ۱۹۰<br>شوش: ۴۳، ۵۸، ۹۷، ۹۹، ۹۹، ۱۰۳<br>، ۱۲۹، ۱۳۷، ۱۷۰، ۲۰۸، ۲۰۹<br>، ۲۱۸، ۲۱۰<br>شوستر: ۱۰۰، ۱۰۴، ۱۲۷، ۱۴۷، ۲۲۵ |
|--|---|

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| کوه سیمین: ۷۹                       | فیض آباد: ۱۰۸  |
| کیش: ۶۹                             | قره داغ: ۲۴۰، ۸۶   |
| گرجستان: ۵۹، ۵۷، ۴۲                 | قزوین: ۱۹۷، ۱۷۳، ۱۶۰، ۵۳، ۴۷                             |
| گرگان: ۲۲۵، ۲۲۳، ۲۲۰، ۷۰            | ۲۲۴، ۱۹۸   |
| گناباد: ۱۱۷                         | قسطنطینیه: ۲۶۶، ۲۳۸، ۶۱                                  |
| گندیشاپور: ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۱۷، ۲۸۳، ۲۸۲  | قفقاز: ۸۰، ۷۳، ۵۸، ۲۶                                    |
| گیلان: ۶۹، ۷۰                       | قم: ۱۱۷، ۸۱، ۱۵۲، ۱۲۸، ۱۲۱، ۱۲۰، ۱۹۷، ۱۹۲، ۱۹۰، ۱۸۸، ۱۷۵ |
| ۲۴۱، ۱۰۲، ۱۰۱، ۷۱                   | ۱۹۸  |
| گیلورد: ۹۶                          | قدمهار: ۲۵۵  |
| لاج: ۱۸۶                            | قیراب: ۹۷  |
| لار: ۱۳۷، ۱۵۲، ۱۳۸                  | کابل: ۲۵۵  |
| لاریجان: ۹۳                         | کارون: ۶۷  |
| لرستان: ۱۹۰                         | کاشان: ۴۴، ۴۵، ۱۲۲، ۱۲۱، ۱۰۸، ۵۹                         |
| ماد: ۹۶، ۹۹                         | ۱۹۵، ۱۸۹، ۱۷۶، ۱۷۵، ۱۷۴                                  |
| ۲۲۰، ۱۳۰، ۱۰۳، ۱۰۱                  | ۲۳۱، ۲۳۰، ۲۲۸، ۲۰۴، ۱۹۶                                  |
| مازندران: ۹۳، ۹۰، ۸۶، ۷۷، ۶۹، ۴۵    | ۲۷۱، ۲۶۹، ۲۶۴، ۲۵۵                                       |
| ۱۰۷، ۱۰۱، ۱۰۰، ۹۹، ۹۶               | کان گیل: ۲۵۰، ۲۴۹  |
| ۲۲۱، ۲۱۷، ۲۱۶، ۲۱۵، ۲۱۴             | کاناڈا: ۱۵۱  |
| ۲۴۳، ۲۴۱، ۲۴۰، ۲۳۹، ۲۲۳             | کرخه: ۷۸   |
| ۲۴۵                                 | کردستان: ۸۵، ۵۲  |
| ماسوله: ۲۴۴                         | گرگر: ۱۴۷  |
| ماوراءالنهر: ۷۸، ۷۴، ۶۷، ۶۳، ۵۳، ۲۵ | کرکوک: ۱۰۲   |
| ۱۵۰، ۱۳۷، ۱۲۰، ۹۶، ۹۲               | کرمان: ۱۷۲، ۱۲۲، ۹۰، ۷۶، ۶۴، ۵۲                          |
| ۲۲۲، ۲۲۱، ۲۲۱                       | ۲۵۵، ۲۱۴، ۱۹۶، ۱۹۲، ۱۷۶                                  |
| ماوراءقفقاز: ۲۵                     | کرمان: ۲۲۳، ۲۲۰: Carmanie                                |
| مبارک آباد: ۱۹۰                     | کشمیر: ۲۸۹، ۲۸۷، ۲۵۴، ۲۵۲، ۲۵۰                           |
| مدیترانه: ۲۲۶، ۲۲۵، ۱۶۹، ۱۶۸، ۱۲۳   | کلات نادری: ۱۰۷  |
| ۲۲۸                                 | کندلوس: ۲۴۳  |
| مراغه: ۱۰۷                          | کوفه: ۱۳۶  |
| ۲۸۶، ۲۸۵، ۱۰۷                       |  |

## نمایه‌ها / ۳۵۹

نیشابور: ۱۱۶، ۸۶، ۸۵، ۸۴، ۸۳، ۲۹  
۱۷۶، ۱۳۰  
نیم مردان: ۷۰  
هرات: ۱۱۹، ۱۰۸، ۱۰۵، ۷۴، ۵۶، ۵۵  
۱۸۳، ۱۷۵، ۱۷۴، ۱۷۳، ۱۲۱  
۲۸۵، ۲۶۰، ۲۵۹، ۲۰۵، ۱۸۶  
هرمز: ۵۲، ۶۹، ۶۷  
هفت شهیدان: ۱۰۴  
همدان: ۱۶۰  
هند: ۳۳، ۳۴، ۶۱، ۵۳، ۳۴، ۶۶، ۶۷، ۶۸  
۱۱۰، ۱۰۲، ۱۰۰، ۸۴، ۷۳  
۱۵۲، ۱۵۰، ۱۴۴، ۱۴۳، ۱۴۲  
۱۸۳، ۱۷۱، ۱۵۵، ۱۵۴، ۱۵۳  
۲۱۷، ۲۱۶، ۲۱۴، ۲۱۳، ۲۰۷  
۲۳۱، ۲۲۳، ۲۲۱، ۲۲۰، ۲۱۸  
۲۶۶، ۲۵۱، ۲۴۹، ۲۴۵، ۲۳۶  
۲۸۸، ۲۸۵  
هیرمند: ۶۷  
ورخش: ۷۴  
وقت و ساعت: ۲۶۸  
ولگا: ۹۳، ۶۱  
ولوالج: ۲۲۱  
ونیز: ۲۰۸، ۱۷۳  
بزد: ۶۴، ۹۰، ۱۷۳، ۱۲۲، ۱۱۷، ۹۰، ۱۹۰  
۲۵۵، ۲۳۲، ۲۳۱، ۱۹۷، ۱۹۶  
۲۷۱، ۲۶۹، ۲۶۸  
يونان: ۱۶۸

مراکش: ۲۱۸، ۲۱۷، ۲۰۸، ۳۱  
مرند: ۱۷۹، ۱۷۸  
مرزو: ۵۰، ۵۳، ۵۲، ۱۲۱، ۱۲۰، ۷۵  
۲۵۴، ۱۳۷، ۱۲۷  
مسجد سليمان: ۱۰۴، ۹۷  
مشهد: ۱۸۳، ۱۷۴، ۴۵، ۴۴  
مصر: ۲۱۴، ۲۱۳، ۲۰۹، ۲۰۸، ۱۵۴  
۲۴۹، ۲۲۵، ۲۲۱، ۲۱۸  
معان: ۶۲، ۴۵، ۴۴، ۴۳  
مغول/مغولی: ۵۶، ۵۵، ۵۳، ۴۹، ۲۶  
۱۲۸، ۱۲۷، ۱۲۴، ۷۰، ۶۱، ۶۰  
۱۹۳، ۱۵۸، ۱۵۵، ۱۴۴، ۱۲۹  
۲۵۴، ۲۴۹، ۲۰۵، ۲۰۴، ۱۹۴  
۲۸۶، ۲۸۵  
مکران: ۲۱۴، ۲۱۳  
منجیل: ۲۲۴  
میانه: ۴۴  
میبد: ۸۱  
نائین: ۱۶۱  
نخشب: ۱۵۱  
نخلک: ۷۹  
نسا: ۲۲۱  
نَطْرَز: ۱۰۸  
نمکسار: ۴۴  
نه: ۱۸۴  
نهروان: ۱۲۹  
نور: ۲۳۹  
نیریز: ۱۱۹

### مفاهیم

- پتانسیل: ۱۶۴
- جنبیتی: ۱۶۴
- حیواناتی: ۱۰۰، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۴۳، ۲۵۷، ۲۵۱، ۱۵۱
- طبيعي: ۱۷۰
- عضلاتی غلامان: ۲۰۷
- آهنگر: ۳۰۰
- ایران
- سده‌های میانی: ۲۹۹، ۲۵۷، ۲۵۵
- ایران خراب: ۱۰۷
- باد صدوبیست روزه: ۱۸۳
- باروت‌ساز: ۲۳۷
- بازار: ۳۵، ۳۵، ۴۴، ۴۳، ۷۷، ۷۱، ۶۹
- باشدگی نخ: ۲۹۴
- بردهداری: ۲۱۸، ۲۱۷، ۲۰۴، ۱۳۳
- بندبان: ۱۲۰
- بندگنان: ۱۲۰
- بهره‌برداری معدنی: ۱۰۴، ۹۲، ۵۸، ۲۹
- بیگاری در درستگاه شاهی: ۲۰۴
- بیوتنات: ۲۰۵
- پالایش نفت: ۹۷
- پرداخت سنگ آسیا: ۱۱۰
- پس از ساسانی: ۱۹۱
- پیشه‌ور: ۲۰۰، ۱۹۵، ۱۱۹، ۷۵، ۲۷
- ۲۰۶، ۲۰۵، ۲۰۴، ۲۰۳، ۲۰۲
- ۲۸۲، ۲۸۱، ۲۸۰، ۲۷۴، ۲۵۷
- آب‌شناس: ۱۱۷
- آبیاری: ۲۸، ۳۰، ۳۱، ۳۵، ۳۵، ۱۲۲، ۱۱۶
- آجرپزی: ۲۹۴
- احکام: ۱۳۰
- اذان: ۲۷۲
- استاد و شاگردی: ۲۹۰، ۲۸۱، ۲۰۶
- آسیابان: ۱۱۰، ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۵
- اصناف: ۳۵، ۲۰۶، ۲۸۱
- آغازه‌فni: ۳۷، ۶۵، ۱۳۴، ۲۷۳، ۲۷۵
- انتشار فنون: ۶۴
- اندازه‌گیری جریان آب: ۲۷۳
- اندازه‌گیری زمان جریان آب: ۱۲۰
- انرژی
- آبی: ۳۲، ۱۳۴، ۱۴۵، ۱۵۹، ۱۶۱
- ۱۹۹، ۱۸۸، ۱۸۰، ۱۷۳، ۱۶۷
- ۲۳۴، ۲۳۱، ۲۱۹، ۲۱۴، ۲۰۶
- ۲۵۷، ۲۵۰، ۲۴۷، ۲۴۳، ۲۳۹
- ۲۷۹، ۲۷۷
- آلی: ۱۸۳، ۲۷۶، ۲۷۷
- انسانی: ۶۲، ۱۰۰، ۱۳۳، ۱۴۹
- باد: ۱۳۷

- |   |   |
|---|---|
| خطی: ۳۲<br>پیوسته: ۲۰۱، ۱۹۹، ۱۵۹<br>گسته: ۱۵۹<br>متناوب: ۲۳۴<br>دانعی: ۱۷۸<br>حفایه‌بر: ۱۲۱<br>حمام<br><b>رومی</b> : ۸۳ :hypocauste<br>عمومی: ۱۴۲<br>حمل چوب<br>از طریق رودخانه انسانی: ۶۶<br>از طریق رودخانه: ۷۳، ۶۶<br>حمل و نقل سنگ آسیا: ۱۱۰<br>خان: ۱۰۴<br>خراج پادشاه: ۲۰۴<br>خراج عالم: ۱۰۷<br>خرات: ۲۰۲<br>خردکردن/ساییدن: ۲۱۷، ۲۱۵، ۲۱۱، ۱۵۸، ۱۲۶، ۱۲۲، ۱۰۵<br>کانی: ۲۵۴، ۲۴۷<br>دار و درخت: ۱۸۷<br>دباغ: ۲۵۶<br>درودگر: ۳۰۰<br>درویش: ۱۰۴<br>دزدگیر: ۲۸<br>دستاورده فنی: ۲۹۳، ۲۸۴، ۲۵<br>دمیدن: ۱۵۹<br>دوران باستان: ۱۳۶، ۹۷، ۹۴، ۹۳، ۹۱<br>، ۲۱۸، ۱۵۹، ۱۵۰، ۱۴۴، ۱۳۷<br>۲۷۸، ۲۳۴، ۲۲۶، ۲۲۵ | ، ۲۸۸، ۲۸۷، ۲۸۵، ۲۸۴، ۲۸۳<br>۲۹۷، ۲۹۴، ۲۹۲، ۲۹۰، ۲۸۹<br>اروپایی: ۲۸۸<br>تصفیه قند و شکر: ۲۱۸، ۲۱۷، ۲۱۴، ۲۱۸<br>۲۸۳<br>تفنگچی: ۲۳۶<br>تقسیم کار: ۲۰۶، ۲۵۷، ۲۷۴، ۲۹۴<br>تزره: ۱۹۶<br>تنظیم جریان آب: ۱۱۹<br>تهنشینی نفت: ۹۹<br>توپیچی: ۲۳۶<br>توپخانه: ۵۷، ۷۷، ۵۸، ۲۳۶<br>توزیع آب: ۱۱۹<br>تولید سنگ آسیا: ۱۰۸<br>تومان: ۴۴، ۱۵۸، ۱۰۵، ۱۲۶، ۱۲۲، ۱۰۵<br>۱۹۶، ۱۹۵<br>تیر<br>آبادانی: ۶۷<br>سامانی: ۶۷<br>جَرَّ: ۱۲۲<br>جریب: ۱۳۶، ۱۵۵، ۱۵۶، ۱۸۹<br>جزایر (مناطق بسته) فنی: ۲۷۹<br>جوی: ۱۱۹<br>چکش کاری: ۱۵۹<br>چوببری آبی: ۲۰۰، ۳۳<br>حرکت<br>چرخشی: ۳۲، ۱۹۹، ۲۰۱، ۲۰۶<br>۲۳۱<br>پیوسته: ۱۵۹، ۲۲۴<br>متناوب: ۲۰۳ |
|---|---|

ذخائر نفتی:	۹۶
ذهب فلزات:	۳۳
دهنیت فنی:	۲۶۱، ۲۹۰، ۲۶۳
راه ارتباطی:	۱۱۱
راهداری:	۴۴
رطبل:	۱۵۶، ۱۵۵
رنگرزی:	۲۵۶
روغن کشی:	۲۷۸، ۲۲۳
زیتون:	۲۲۷، ۲۱۹
کنجد:	۲۲۸
ریال:	۸۸
زرگر:	۲۸۸
زمان	
ادواری:	۲۹۰
تبادلات فنی:	۲۸۰، ۲۸۱، ۲۸۲
	۲۹۵، ۲۸۷
جغرافیایی:	۲۷۸
حوادث:	۲۸۲، ۲۸۱، ۲۸۰، ۲۷۹
	۲۹۰
دورانی تبدلات فنی:	۲۸۱
راکد:	۲۷۹، ۲۸۰، ۲۸۱
	۲۸۲
فنی:	۲۷۵، ۲۷۸
زمان جریان آب:	۱۲۳
زیرخانه (در آسیا):	۱۷۰
садات:	۱۰۴
سازوکار <i>mécanisme</i>	۱۳۲، ۱۳۱
	۱۳۷، ۱۴۴، ۱۸۱، ۱۷۸، ۱۵۰
	۲۵۷، ۲۴۲، ۲۴۱، ۲۳۸، ۲۱۹
	۲۶۵، ۲۶۴، ۲۶۳، ۲۶۲، ۲۶۱
часوکار:	۱۳۲، ۱۳۱
عصاره گیری:	۲۲۹، ۲۲۷، ۲۱۲
غلامان خانگی:	۱۳۲، ۱۸۱، ۱۲۲
فرزه بندی:	۱۲۱
فرسنگ:	۱۷۶، ۷۴، ۴۵
ساعت نجومی:	۲۶۵
ساعت ساز:	۲۶۸، ۲۸۸، ۲۷۱، ۲۸۹
	۲۹۰
سرجه:	۱۲۲
سرچرخی:	۱۵۸
سرقلی:	۱۱۹
سروز:	۱۲۱
سفتکاری چوبی <i>Charpenterie</i> :	۷۵
سیستم چرخ دنده:	۱۴۵، ۱۶۳، ۱۸۱
	۲۶۵، ۲۱۲
سیستم شاتون-میلنگ:	۱۵۹، ۳۳
	۲۰۲، ۲۰۱ تا ۱۹۹
سیستم فنی:	۲۳، ۶۴، ۱۲۳، ۲۰۳، ۲۶۱
	۲۷۹، ۲۷۵
سیستم قوزک یا بادامک:	۱۵۹، ۳۲
	۲۷۷، ۲۵۷، ۲۳۳، ۲۰۶، ۱۹۹
	۲۹۰، ۲۸۰
سیمرغ:	۵۱
شاخه فنی:	۲۷۷
شعر باف خانه:	۲۰۵
شیشه گر:	۳۴
شیشه گری:	۲۹۴
صابون سازی:	۲۹۴، ۲۲۴، ۲۰۴
طق:	۱۹۶
عصاره گیری:	۲۲۹، ۲۲۷، ۲۱۲
غلامان خانگی:	۱۳۲، ۱۸۱، ۱۲۲
فرزه بندی:	۱۲۱
فرسنگ:	۱۷۶، ۷۴، ۴۵

لاشه کش: ۱۱۹	فرنگ: ۲۶۳
لایروپی: ۱۱۸	فعالیت‌های معدنی: ۳۴
لگدکوبی: ۲۲۴	فقیه: ۱۳۰
مادرجوی: ۱۱۹	قالب: ۲۰۹، ۲۰۸، ۲۰۷
مادی: ۱۲۰	قرآن: ۱۹۶
مادی سالار: ۱۲۵	قزلباش: ۲۹۷
ماشینیسم اولیه: ۴۸، ۱۳۳، ۱۳۲، ۱۳۱، ۲۹۵	قصاب خانه: ۲۳۷
مجموعه فنی: ۱۴۳، ۱۵۹، ۱۷۵، ۱۷۶، ۲۲۸	قطع درختان: ۷۶
۲۷۸، ۲۷۵، ۲۴۹، ۲۲۱، ۲۳۱	قیری: ۱۰۴
۲۹۲، ۲۸۷	کارخانه: ۲۰۵، ۲۰۴
محیط فنی: ۲۷، ۲۷۱، ۲۷۸، ۲۶۱، ۲۸۱	کارداران بیوتات: ۲۰۵
۲۹۳، ۲۸۶	کارگاه تولید شکر: ۳۰، ۱۳۳، ۳۳
مرحله	۲۹۴، ۲۷۵، ۲۱۷، ۱۰ تا ۲۰۶
آغازه‌فنی <i>éotechnique</i> : ۳۷	کارگاه کشتی‌سازی: ۶۶
۲۸۰، ۲۷۹	کارگاه‌های دربار: ۲۹۰، ۲۰۵
پارینه‌فنی <i>paléotechnique</i> : ۳۷	کارهای آبی یا هیدرولیکی: ۳۰، ۱۲۷، ۲۸۷، ۱۴۹
۲۷۹	
نو-فنی <i>méotechnique</i> : ۳۷	کارهای معدنی: ۳۳
مصالح/ انرژی: ۲۳ تا ۲۵	کاسه‌تراشی: ۷۸
۲۰۶، ۱۱۹، ۱۱۸، ۱۱۷، ۹۸	کاغذساز: ۲۵۱
مکتب اسکندریه: ۲۳۴	کاغذسازی: ۲۹۴، ۲۵۰، ۲۸۹، ۲۵۶
منزل: ۲۷۴	کشتی رانی در آبراههای: ۶۷
منطقه بسته حرکت بر روی چرخ: ۴۴	کلنگ‌دار: ۱۱۹
۶۱	کلیسا مسیحی: ۲۷۳
میراب: ۱۲۲، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۹۳	کلیه‌در: ۲۱۵
میررود: ۱۲۴	کوبیدن مکانیکی: ۲۴۹
ناوَّه: ۱۲۰	کوبیدن مواد اولیه <i>foulage</i> : ۲۵۴
نوبت نماز: ۲۷۳	کوره‌پز: ۲۵۵
نیرو	کیمیخت‌ساز: ۳۴
آب: ۳۱، ۱۴۸، ۲۷۹	گردون‌کشان: ۵۳، ۵۰

## ۳۶۴ / فنون و منابع در ایران

- |                      |                |               |                         |
|----------------------|----------------|---------------|-------------------------|
| واسطه چرخ دنده‌ها:   | ۱۷۰            | انسان:        | ۲۷۷، ۲۴۰، ۲۴۴           |
| وام گیری فنی:        | ۲۶۱            | غلامان:       | ۲۷                      |
| وسایل ارتباطی:       | ۵۲، ۳۷         | محركه:        | ۱۴۷، ۱۴۵، ۱۴۳، ۵۰، ۲۴   |
| وسایل حمل و نقل:     | ۳۹، ۳۷         |               | ۲۴۰، ۲۰۰، ۱۷۳، ۱۷۰، ۱۶۷ |
| وسیله نقلیه چرخ دار: | ۴۳، ۴۶، ۴۸، ۵۸ | محركه حیوانی: | ۱۴۶                     |
| وقف:                 | ۱۹۷، ۱۹۲، ۱۸۹  | نیروی دریایی: | ۶۹                      |
| يهودیان:             | ۲۵۱            | هیدرالتس:     | ۱۶۸                     |
|                      |                | هیمه‌گش:      | ۸۰                      |

## فهرست نام‌های لاتین

Balsura	بالسُورَا
Bana	بَانَا
Bobek, H.	بُوبِك، هِجْ.
Browne	براؤن
Berthoud	برْتُهُود
Berthier	برْتِيَه
Bruce	برُوس
Brugman	برُوگَمَن
Bromberger	برُومِيرْزِه
Blochet	بلوشه
Bloch, M.	بلوک، مِ.
Bémont	بِعُون
Benjamin, S.	بنجامين، سِ.
Beveridge	بورِيج
Bosch	بوش
Boucharlat	بوشارلا
Bulsara, S.J.	بولسارا، اس. جِي.
Bulliet, R.W.	بُوليه، ر.و.
Patris	پاتريس
Pottinger, Henry	پاتينجر، هنرى
Petruchevsky	پتروشفسكى
Perrin	پِرَن

Abel, R. P.	آبل، ر. پ.
Ibn Hawqal	ابن حوقل
Abbott, K. E.	أبُوت، ك. اي.
Abu Dulaf	ابُو دُلَف
Haudricourt	أُدريكور
Armanus	آرمانوس
Strabon	استرابون
Stack	استك
Stork	استورك
Usher	آشر
Oléarius, Adam	أُلاريوس، آدام
Elton	إلتون
Oleson	الْسُون
Olmer, J.J.	أُلمِر، ج. ج.
Allan	آلن
Amânat	اماَنَت
O'Donovan	او دونوان
Avitsur, S.	آويتسور، س.
Barbier de Meynard	باربيه دِ مِنار
Barthold	بارتوولد
Barrow, J.	بارُو، ج.
Bazin	باَزن

Digard	دبگار
Dieulafoy, Marcel et Jane	دبلافو، مارسل و ژان
Rabino	راینو
Reuleaux	رولو
Romain IV Diogène	رمان چهارم دیوژن
Roberston	روبرستون
Rota	روتا
Rodinson, M.	رودسون، م.
Rozier, Abbé François	روزیه، کشیش فرانسو
Ruska	روسکا
Reuthers	ریتر
Ringelmann, Max	رنگلمن، مکس
Zalonkemeny	زالونکمنی
Zola, François	زو لا، فرانسو
Jaubert de Passa	زوبر د پاسا
Joret	زوره
Gille, B.	زیل، ب
Sanson	سانسون
Centlivres- Demont	سان لیوردمون
Serjeant	سرجنت
Seguin	شگن
Soboul	سوبل
Silva y Figueroa	سیلوا ای فیگوئرو
Chardin	شاردن
Charlemagne	شارلمانی
Scheffer	شفر

Prinsen-Geerligs	پرینسن-گیرلیگز
Planhol	پلانول
Plutarque	پلوتارک
Pline	پلینی
Pelliot	پلیو
Pope	پوب
Popovic, A.	پوپویچ، آ.
Pietro della Valle	پیترو دلا واله
Pigulevskaja	پیگولو سکایا
Tavernier	تاورنیه
Tylecote	تایلکوت
Trezel	ترزل
Tu Yu	تو یو
Jai Singh	جای سینگ
De Sicile, Diodore	د سیلیل، دیودور
De Measce, J.	د مناس، ج
Ducket	داکت
D'Allemagne, Henri-René	دالمانی، هنری - رنے
De Bruyn	دبروین
Drouville, Gaspard	دروویل، گاسپار
Delamarre	دلamar
De Morgan, J.	دمور گان، ج.
Dupré, Adrien	دوپر، آدرین
Du Mans, Raphaël	دومان، رافائل
Diderot	دیدرو
Deere, Noel	دیر، نوئل

## فهرست نام‌های لاتین / ۳۶۷

Kennedy, E. S.	کنْدی، ای. اس.
Coomaraswamy, A.K.	کوماراسوامی، ا. ک.
Kinneir	کینیر
Galdieri, E.	گالدیری، ا.
Graat Van Roggen	گرات وان روگن
Grierson	گریرسن
Greaves, John	گریوز، جان
Xénophon	گزنوфон
Gmelin	گملن
Goblot	گوبلو
Godard	گودار
Goudie	گودی
Gawland	گولند
Gunther	گونتر
Labrousse	لابروس
Lafont	لافون
Lockhart	لاکهارت
Lamy	لامی
Landes	لاند
Laufer, B.	لاوفر، ب.
Loti	لُتی
Leroi-Gourhan	لروا گوران
Le Strange	لسترنج
Lefebvre des Noëttes	لِفَبَر دُنُث
Lombard	لمبار
Lambton	لَمْبَتون
Lewis	لِویس

Chélu	شلو
Schlümer, L.	شلیمر، ل.
Schioler	شیولر
Frye	فرای
Fryer, J.	فرایر، جی.
Ferdinand	فریدیان
Fraser	فریزر
Flandin	فلاندن
Floor, W.	فلور، و.
Forbes	فوربس
Von Lippmann, E. O.	فون لیپمن، ا. او.
Fischer	فیشر
Philon de Byzance	فیلون یزانسی
Carra de Vaux	کارادو
Carter	کارتر
Cartwright	کارت رایت
Casanova	کازانوا
Kagitçi	کاگیچی
Calmard	کالمار
Collins	کالیز
Canard	کاتار
Cahen	کاهن
Cresswell	کرسول
Clavijo	کلاویخو
Clapperton	کلپرتون
Caldwell	کالدول
Colin	کلن
Kämpfer, Engelbert	کمپفر، انگلبرت

۳۶۸ / فنون و منابع در ایران

Wolff	وُلف
Wulff	وُولف
Vitruve	ویتروویوس
Wittfogel	ویتفگل
Wiedemann	ویدمان
Weisburg, J.	ویزبرگ، ج.
Wiesner	ویسِر
Wilson	ویلسون
Wilkinson	ویلکینسون
Winter	وینتر
Ewbank	یوبنک
Hunter	هانتر
Hedin	هدین
Hertzfeld, E.	هرتزفلد، ا.
Hérodote	هرودوت
Héron	هرون
Hellyer	هلایر
Hanway	هنوی
Houtum-Schindler	هوتم-شیندلر
Hourani	هورانی
Hoernele, R.	هورنل، ر.
Hauser	هوزر
Hill	میل
Hiuen Tsiang	ہیون نسیانگ
Yate	پیت

Lynn White Jr.	لین وایت جونبور
Ma Kun	ما کون
Marcellin, Ammien	مارسلن، آمین
Markwart	مارکوارت
Massignon	ماسینیون
Malcolm, J.	مالکلم، ج.
Mumford	مامفورد
Manzuel, J.	مانزوئل، ج.
Mercier	مرسیه
Mohl, J.	مل، ج.
Morier	موریه
Moser	موزر
Moïse de Chorène	موسی خورنی
Mukriji	موکریجی
Miquel	میکل
Minorsky	مینورسکی
Mignan, R.	مینیان، ر.
Needham	نیدهام
Neely	نیلی
Watt, G.	وات، ج.
Watson	واتسون
Weisgerber	وایس گربر
Vauban	وابان
Weber, Max	وبر، مکس
Wertime	ورتايم



# **TECHNIQUES ET RESSOURCES EN IRAN**

**DU 7<sup>e</sup> AU 19<sup>e</sup> SIÈCLE**

**Parviz MOHEBBI**

Traduction en persan  
par

**Aram GHARIB**



٤٥٠٠ تومان

ISBN: 964-7514-41-7

