

## فصل اول

### دوره ماقبل تاریخ، پیش از ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح

حدود ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح، سومریان-مردمانی که در سرزمین میان رودان دجله و فرات، در بین‌النهرین زندگی می‌کردند- هنر خط و نگارش را توسعه دادند؛ ابداعی که اثر شگرفی بر آینده دنیای بشریت داشت. مدارک روشنی از آنچه پیش از این تاریخ رخ داد، وجود ندارد و از این رو، تا ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد را «قبل از تاریخ» می‌نامند.

دانسته‌های ما از دستاوردهای بشر در دوره ماقبل تاریخ، از جست‌وجو و بررسی لوازم و اشیای باستانی مدفون در نقاط مختلف جهان و مکان‌های مربوط به آن دوره، به‌دست آمده است. مجموعه این اطلاعات برای باستان‌شناسان در حدی مورد پذیرش بوده است که توانسته‌اند تصویر نسبتاً روشنی از تجهیزات مکانیکی دوره باستان به ما ارائه دهند؛ هر چند شاید این تصویر هنوز در بسیاری از جزئیات ناقص باشد.

بسیاری از اشیای کشف شده توسط باستان‌شناسان، در موزه‌ها نگهداری می‌شوند جایی که در آن، نسل‌های متوالی از پژوهشگران و دیگر علاقه‌مندان به تاریخ بشریت، می‌توانند آن‌ها را مورد بررسی قرار دهند. بیشتر یافته‌های مربوط به ماقبل تاریخ یا عصر حجر، به‌طور عمده ابزار و اشیای ساخته شده از سنگ را دربر می‌گیرند. اشیای چوبی در گذر زمان به ندرت از نابودی در امان مانده‌اند و به‌کارگیری فلزها هم از حدود ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح آغاز شده است. برخی اشیای ساخته شده از استخوان و سفال و همچنین نمونه‌های محدودی از پوشاک و سبدهایی از جنس کتان نیز از آن دوران باقی مانده‌اند.

دیگر مرجع اطلاعاتی ما از دوران ماقبل تاریخ، به حکاکی‌های روی ظرف‌ها، و زیورآلات و بقایای نقاشی‌های کشف شده در آرامگاه، غارها و دیگر مکان‌های مورد جست‌وجوی باستان‌شناسان باز می‌گردد. براساس این شواهد، در بسیاری موارد، ما می‌توانیم به وجود وسایل مکانیکی مورد استفاده برای هدف‌های گوناگون، در دوران ماقبل تاریخ پی ببریم. برخی از بناهای به جا مانده دارای بقایا و شالوده‌های چنان کاملی هستند که بتوانند تصویری از آن‌ها در زمانی که ساخته شده بودند، برای ما بازسازی کنند.

مطالعه‌گر تاریخ باستان بارها با واژگانی مانند عصر حجر، عصر برنز و عصر آهن روبه‌رو می‌شود. این اصطلاح‌ها، به موادی که برای ساخت ابزار و وسایل اشاره دارند که در فرهنگ‌های

خاص مردمان باستان، در نقاط مختلف جهان و در دوره‌های مختلف به طور عمده متداول بوده‌اند. بنابراین نمی‌توان تاریخ جهان شمولی را برای عصر حجر، عصر برنز یا عصر آهن ارائه کرد، تا جایی که مربوط به کل جهان باشد. تمدن عصر برنز، ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح در بابل ایجاد شده است. در حالی که تمدن عصر حجر برای مدت زمان بیشتری در دیگر نقاط دنیا، مانند بریتانیا برای ۱۰۰۰ سال دیگر دوام یافته است. چیلدی<sup>۱</sup> نمونه‌ای جالب برای مدت دوره انتقال یک فناوری ویژه به دیگر نقاط جهان ارائه کرده است که تاریخ‌هایی به این شرح را برای نخستین پیدایش ظروف سفالی مشخص می‌کند: سومر<sup>۲</sup> ۳۲۵۰ سال پیش از میلاد مسیح، فلسطین ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح، مصر ۲۷۵۰ سال پیش از میلاد مسیح، جزیره کریت<sup>۳</sup> ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح، یونان ۱۸۰۰ سال پیش از میلاد مسیح، ایتالیا ۷۵۰ سال پیش از میلاد مسیح، بالای رود دانوب و رود راین ۴۰۰ سال پیش از میلاد مسیح، جنوب انگلستان ۵۰ سال پیش از میلاد مسیح، اسکاتلند ۴۰۰ سال پس از میلاد مسیح و امریکا ۱۵۵۰ سال پس از میلاد مسیح [۱].

### مواد

غلبه بر آتش، نخستین کشف بشر در مجموعه جست‌وجوهای وی، برای درک خواص مواد پیرامون خویش بود [۲]. هنگامی که انسان فراگرفت چگونه هنگام نیاز، با سایش، سوراخ‌کاری یا ضربه، برای خویش آتش فراهم کند، توانایی حفاظت از خود را در برابر حیوانات وحشی و سرما به دست آورد و از راه پختن مواد توانست تنوع و ماندگاری بیشتری به غذای خود بدهد و آن را حفظ کند. آتش ترس و شگفتی را تا جایی که انسان اولیه القا کرد که برخی به پرستش آن روی آوردند. می‌توان تصور کرد که شنیدن صدای فرود آمدن قطره‌های باران روی آتش یا مشاهده شکستن سنگ‌هایی که پس از گرم شدن در آتش، درون آب می‌افتادند، چقدر انسان را شگفت‌زده می‌کرد. گرمایش انواع متفاوت سنگ در آتش، فرصت‌های پایان‌ناپذیری را برای آزمایش‌ها فراهم کرد، که بدون تردید خود مقدمه‌ای برای پیدایش متالورژی استخراجی بود. همچنین آزمایش‌ها و مشاهده اثر آتش بر آتشدان‌های از جنس خاک رس، به پیدایش مسیری به سوی گرمایش سفال انجامید.

سنگ و چوب که به طور طبیعی یافت می‌شوند، عموماً در کارهای مهندسی، و همراه با موادی که از پیکر حیوانات به دست می‌آید مانند استخوان، عاج، پوست و احشای شکم به دست می‌آمدند، مورد استفاده قرار می‌گرفتند. بخش عمده‌ای از اشیای باقی مانده از ماقبل تاریخ، از جنس سنگ بوده و با بررسی آن‌ها اطلاعات چشمگیری درباره نخستین گام‌های بشر در مسیر ساخت ابزار به دست آمده است؛ چرا که سنگ و به‌ویژه سنگ چخماق، ابزارهای سختی را برای انسان فراهم کرد که وی را در برش و شکل‌دهی به موادی مانند چوب و استخوان یاری دادند [۳].

با چکش‌کاری سنگ‌ها روی یکدیگر در جهت‌های مختلف، حتی سخت‌ترین سنگ‌های

1 - Childie  
2 - Sumeria  
3 - Crete

چخماق خرد و تکه تکه می شدند، به این ترتیب چاقو، لیسه و تبرهای اولیه ساخته شدند. به کمک سایش سنگ‌ها با سنگ‌های نرم‌تر نیز طیف گسترده‌ای از آنچه که امروزه سنگ‌زنی و جلادهی نامیده می‌شود، به دست می‌آمد. اره‌های چخماقی<sup>۱</sup> کوچک با دندان‌های مضرس برای برش قطعه‌های چوب و استخوان ساخته شد. مدتی گذشت تا روش‌های بهبود یافته، جهت کار روی سنگ، برای ساخت ابزارها توسعه یافت، به طوری که از روی تاریخ تقریبی ابزارهای سنگی کشف شده، شواهد روشن در مورد چگونگی ساخت و مزیت نسبی تولید آن‌ها، را می‌توان برآورد کرد. ال اس بی لیکلی<sup>۲</sup> جزییاتی را درباره چگونگی استفاده از سنگ چخماق، در دوره ماقبل تاریخ، مشخص می‌کند که در فناوری‌های چکش - سنگ<sup>۳</sup>، روش ماهیچه آماده<sup>۴</sup>، روش تیغه - پوسته<sup>۵</sup> پوسته‌سازی ثانویه<sup>۶</sup> و پوسته‌سازی فشاری پیاده شده است.

چوب ماده اصلی در ساخت وسایل مکانیکی مانند سورتمه و گاری، بوده و حتی تا حدود ۲۰۰ سال پیش - که آهن جایگزین آن شد - نیز جایگاه خویش را حفظ کرده است. از این رو، نظریه مامفورد<sup>۷</sup> به این شرح ارائه شده که چیرگی عقلانی بر محیط، به کمک ماشین‌آلات، را می‌توان اساساً همان عملکرد یک هیزم‌شکن دانست؛ کسی که باید از او به عنوان مهندس اولیه یاد کرد [۴]. خواص فیزیکی چوب توجه مهندسان آن دوران را به عنوان ماده سازه‌ای مناسب جلب کرد. در واقع، سوراخ‌کاری، شکافتن، بریدن، تراشیدن و خالی کردن چوب امکان پذیر بود؛ از مقاومت در برابر کشش، فشار و برش، خاصیت ارتجاعی و وزن کم برخوردار بود؛ قطعه‌های ساخته شده از آن با گرم کردن خم می‌شد؛ به دلیل توزیع گسترده در مناطق مختلف زمین و مکان‌هایی که انسان اولیه آن‌ها را مسکن خویش قرار داده بود، چه روی تپه‌ها و چه درون دره‌ها، در کنار دریاچه‌ها و رودخانه‌ها به فراوانی یافت می‌شد. مادگی و زبانه که یکی از نخستین شکل‌های مفصل‌ها بود، بیش از سه هزار سال پیش از میلاد در ابتدایی‌ترین حالت خود از جنس چوب ساخته شد.

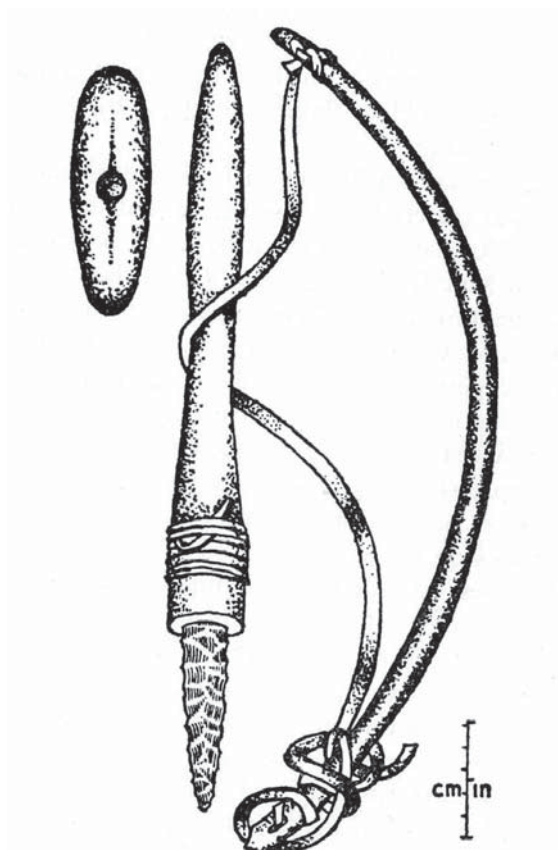
فلزها در دوره ماقبل تاریخ، کاربرد گسترده‌ای نداشتند و تنها از فلز طلا - که به دلیل نرمی، شکل پذیر بوده و در مقابل کدر شدن، مقاومت داشته - برای ساخت جواهر و زیورآلات استفاده می‌شد. بدین ترتیب پیشه نخستین زرگران و اساس بیشتر فرایندهای شکل‌دهی فلزها بنیان‌گذاری شد و بعدها برای فلزهای دیگر و در مقیاسی بسیار گسترده‌تر مورد استفاده قرار گرفت. پس طلا نخستین فلزی بود که ریخته‌گری و چکش‌کاری شد تا به شکل ورقه‌های نازک و کاسه درآید، به شکل سیم کشیده شود و قطعه‌های آن با لحیم‌کاری به هم متصل شوند. فرایند لحیم‌کاری احتمالاً حدود ۵۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح در ناحیه اور<sup>۸</sup>، با همان شکل امروزی در اروپا، شناخته شده بود [۵].

- 1 - Flint saw
- 2 - L.S.B. Leaky
- 3 - Hammer- stone
- 4 - Prepared core
- 5 - Blade- flake
- 6 - Secondary flaking
- 7 - Mumford
- 8 - Ur

## ابزارها قبل از ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح

تنوع ابزارهایی که انسان اولیه از چنخماق و سنگ‌های دیگر ساخت چشمگیر است. لیسه<sup>۱</sup>، چاقو، چکش، سندان<sup>۲</sup>، پتک<sup>۳</sup>، گوه<sup>۴</sup>، تیشه<sup>۵</sup>، رنده<sup>۶</sup> و اره در میان بقایای به جا مانده از تمدن‌های اولیه در نقاط گوناگون دنیا یافت شده است. نخستین ابزار کشاورزی، داسی از جنس استخوان بود که با قیر به دسته‌ای از جنس سنگ چنخماق، اتصال داشت. قدمت این داس که در حفاری‌های ناحیه فلسطین به دست آمد به حدود ۶۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح باز می‌گردد. برای یک مهندس مکانیک، این داس در حکم یک ابزار سوراخ‌کننده و به عبارت امروزی، یک دریل بود که جذابیت خاصی داشت. به نظر می‌رسد انسان برای نخستین بار با حرکت چرخشی، در ارتباط با توانایی دست، میچ و بازوی خود در انجام حرکات پیچشی آشنایی می‌یابد؛ هنگامی که به طور طبیعی از لیسه برای خالی کردن قطعه‌ای چوب یا سنگ استفاده می‌کرد. به یقین می‌توان این فعالیت را نخستین شکل درون تراشی<sup>۷</sup> شمرد؛ گرچه حرکت، در این فعالیت پیوسته نبود اما تقریباً همان حرکت چرخشی را داشت که در دریل کمانی<sup>۸</sup> و ماشین تراش رکابی<sup>۹</sup> نیز وجود دارد. دریل کمانی که در شکل‌های گوناگون، در بسیاری از نقاط جهان متداول بود، نه تنها برای سوراخ‌کاری<sup>۱۰</sup>، درون تراشی و سوراخ کردن مجسمه<sup>۱۱</sup> استفاده می‌شد، بلکه برای تولید آتش نیز به کار می‌رفت. شکل ۱ دریل کمانی شامل چهار بخش را به این شرح نشان می‌دهد: یک چوب خمیده، زهی که به دو سر چوب وصل شده و با یک حلقه ساده دور شفت سوراخ‌کننده پیچیده شده است، شفت سوراخ‌کننده که قطعه‌ای جدا شدنی زیر آن فرو رفته و قطعه‌ای حفره‌دار<sup>۱۲</sup> که بالای این شفت قرار می‌گرفت. این قطعه حفره‌دار می‌توانست با یک دست، دهان یا حتی با سینه نگه داشته شود. در حالی که دست دیگر برای کار با کمان آزاد بود. نوع دیگری از دریل که اسکیموها از آن استفاده می‌کردند، دریل تسمه<sup>۱۳</sup> نامیده می‌شد و برای استفاده از آن به دو نفر نیاز بود چرا که در این مدل، کمان وجود نداشت و تسمه که جایگزین زه شده بود، دور شفت سوراخ‌کننده پیچیده می‌شد و دو سرش در دستان یک نفر قرار می‌گرفت و در حالی که نفر دیگر، شفت سوراخ‌کننده را به وسیله قطعه حفره‌دار، در محل مورد نظر محکم نگاه می‌داشت، وی تسمه را به عقب و جلو می‌کشید.

- 
- 1 - Scraper
  - 2 - Anvil
  - 3 - Mallet
  - 4 - Wedge
  - 5 - Adze
  - 6 - Spoke shave
  - 7 - Boring
  - 8 - Bow drill
  - 9 - Pole lathe
  - 10 - Drilling
  - 11 - Trepanning
  - 12 - Socket
  - 13 - Thong drill



شکل ۱: دریل کمانی

در بسیاری از نقاط جهان، وسیله‌ای بسیار ساده‌تر از این دو ابزار، برای روشن کردن آتش استفاده می‌شد؛ یک چوب صاف (اجاق) را به کمک پاها روی زمین نگه می‌داشتند و به وسیله یک چوب گرد که پایین آن روی اجاق فشار داده می‌شد و بین دو دست چرخش می‌یافت - گرمای کافی در نقطه تماس، جهت جرقه زدن آتش زنه و ایجاد شعله تولید می‌شد. در همه انواع این دریل‌ها، حرکت پیوسته نبود و چرخش، به نوبت از جهتی به جهت دیگر تغییر می‌کرد.

### ماشین‌ها

از آن جا که تیروکمان نخستین وسیله اختراعی بشر جهت ذخیره انرژی بود، اهمیت خاص در تاریخ مکانیک دارد. خاستگاه این وسیله در گذر زمان فراموش شده است. فوربز<sup>۱</sup> نخستین نشانه مشخص کمان را در شمال آفریقا و به پانزده هزار تا سی هزار سال پیش از میلاد مسیح نسبت

می‌دهد؛ زمانی که صحرای ساهارای کنونی، منطقه‌ای مرتع گونه و سرسبز بوده است. بسیاری از کمان‌های ابتدایی، چند تکه بودند و از دو یا سه قطعه کشسان که روی هم سوار، و با زردپی و تاندون حیوانات به هم محکم می‌شدند- ساخته می‌شدند. به احتمال زیاد، در روزگار ماقبل تاریخ اهرم و گوه نیز کاربرد داشته است. اهرم، به‌عنوان چوب‌های حفاری اولیه در کشاورزی استفاده می‌شد. همچنین برای جابه‌جایی سنگ‌ها و دیگر اجسام سنگین، در ساختمان سازی و برای حفر زمین نیز کاربرد داشته است. گوه برای شکستن چوب و سنگ‌های بزرگ به کار می‌رفت. غالباً گوه‌ها از چوب ساخته می‌شدند تا با مرطوب کردن، متورم شوند. یکی از جالب‌ترین ماشین‌هایی که به دست انسان‌های اولیه ساخته شد، بازوی تعادل<sup>۲</sup> بود که برای توزین به کار می‌رفت، شکل ۲ یک بازوی تعادل مربوط به مصریان باستان، در مقبره‌ای در شهر نقده<sup>۳</sup> مصر کشف شد. این وسیله با طول ۳/۵ اینچ از سنگ آهک سرخ ساخته شده و همراه آن مجموعه‌ای از وزنه‌های سنگی، احتمالاً برای وزن کردن طلا، وجود داشت. قدمت این بازوی تعادل به هزاره پنجم (بین پنج هزار تا چهار هزار سال پیش از میلاد مسیح) باز می‌گردد. بازوی تعادل با ریسمانی در مرکز خود، به حالت شناور قرار می‌گرفت. ریسمان‌هایی در دو سر آن برای توزین اجسام آویزان شده قرار گرفته بود، از این رو هیچ‌گونه اصطکاکی مانع نوسان آزاد بازو نمی‌شد.

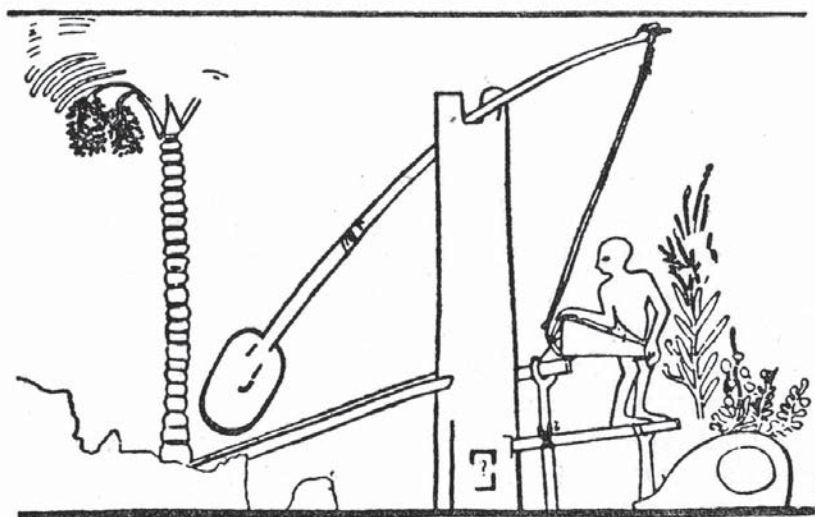


شکل ۲: بازوی تعادل مصریان باستان، ۴۵۰۰ سال پیش از میلاد مسیح

کاربرد دیگری از قانون اهرم‌ها در سواپ<sup>۴</sup> یا شادوف<sup>۵</sup> وجود داشت، اهرم بلندی که نزدیک یک سرش لولا شده بود، شکل ۳ یک صفحه یا یک سطل آب در سر نزدیک‌تر به تکیه‌گاه، محکم می‌شد و وزنه‌های تعادل در سر دیگر قرار می‌گرفت به گونه‌ای که یک نفر می‌توانست با اعمال وزن خود بر سری که از تکیه‌گاه دورتر بود، چندین نفر یا دیگر بارهای سنگین را بلند کند. شادوف به

- 
- 1 - Sahara
  - 2 - Balance beam
  - 3 - Naqada
  - 4 - Swape
  - 5 - Shaduf

صورت گسترده برای آبیاری و زه‌کشی<sup>۱</sup> استفاده می‌شد. این رایج‌ترین روش آبیاری باغ‌ها در مصر و سومر بود. شادوف همچنین هنگام محاصره يك مکان، برای بالا بردن افراد روی برج‌ها هم به کار می‌رفت.



شکل ۳: شادوف، ۱۵۰۰ سال پیش از میلاد مسیح

گاو آهن<sup>۲</sup> نخستین ماشین کشاورزی بود که با استفاده از نیروی حیوانات کار می‌کرد. در آغاز، این وسیله چیزی نبود جز يك تکه چوب نوك تیز و گاهی روکش شده با سنگ چخماق، که با طنابی به يك جفت گاو بسته و روی زمین کشیده می‌شد. خرمن‌کوب<sup>۳</sup> و وسیله کشاورزی دیگری بود که برای پوست کردن غلات به کار می‌رفت. به نظر می‌رسد کاربرد این وسیله به طور تصادفی کشف شد و نه به‌عنوان يك چوب خرمن‌کوبی.

برای خرد کردن غلات از سنگ آسیاب استفاده می‌شد، شکل ۴. یعنی يك سنگ مسطح روی سنگی دیگر، عقب و جلو برده می‌شد، در حالی که غلات میان آن‌ها قرار داشت، آسیابان زانو می‌زد و از تمام بدنش برای هل دادن سنگ بالایی به جلو و کشیدن آن به عقب، استفاده می‌کرد. وسیله‌ای حتی قدیمی‌تر که امروزه نیز استفاده می‌شود، هاون<sup>۴</sup> و دسته هاون<sup>۵</sup> بود. این وسیله که برای کوبیدن یا خرد کردن غلات استفاده می‌شد، از يك سنگ توخالی و نعلبکی شکل به‌عنوان هاون، و يك سنگ دایره‌ای- که در دست قرار می‌گرفت به‌عنوان دسته هاون یا کوبنده<sup>۶</sup>- ساخته می‌شد. البته همین وسیله می‌توانست به شکل موثری برای مخلوط کردن مواد جامد با يك مایع،

- 1 - Drainage
- 2 - Plough
- 3 - Flail
- 4 - Mortar
- 5 - Pestle
- 6 - Pounder

جهت درست کردن خمیر نیز استفاده شود. بدون شك هاون و دسته هاون اجداد ماشین های خرد کننده و آسیاب همچون آسیاب دورانی<sup>۱</sup>، تراپتوم یونانی<sup>۲</sup> و آسیای غلتکی<sup>۳</sup> یا مخلوط کن ملات<sup>۴</sup> هستند.



شکل ۴: آسیاب زینی<sup>۵</sup>، مصر، ۲۵۰۰ سال پیش از میلاد مسیح

اجسام سنگین روی غلتک ها یا سورتمه ها<sup>۶</sup> جابه جا می شدند. مشخص شده است که سورتمه چرخ دار - که قدیمی ترین وسیله نقلیه چرخ دار بوده - اندکی پس از ۳۵۰۰ سال پیش از میلاد مسیح در سومر به کار می رفت، شکل ۵. چرخ ها توپر بودند و از سه تخته چوبی تراشیده شده ساخته می شدند که در کنار هم با زوارهای چوبی متقاطع نگهداشته می شدند تا یک دایره تشکیل دهند، اگرچه چندان قطعی نیست که درگاری های چرخ دار ابتدایی، چرخ ها همراه محور می چرخیدند یا روی آن ها دوران می کردند اما مشخص شده است که از گاری هایی با دو یا چهار چرخ استفاده می شده و ارابه های دو چرخ، پیش و حتی پس از ۲۵۰۰ سال پیش از میلاد مسیح نشان ویژه جنگجویان سومری بوده اند.

از آن جا که بسیاری از کاربردهای صنعتی حرکت های دورانی، از چرخ نتیجه شده است، تاریخ چرخ ها برای مهندسان مکانیک از اهمیت خاصی برخوردار است. چیلدی<sup>۷</sup> گفته است در ۳۵۰۰ تا ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح، دیسک هایی در صنایع سفالگری و حمل و نقل به کار می رفتند که آزادانه حول یک محور عمودی، یا همراه با یک میله، درون یاتاقان می چرخیدند.

1 - Rotary quern

2 - Greek trapetum

توضیح مترجم: نوعی آسیا که در آن، غلات درون یک سنگ گود ریخته می شد. سپس دو نیم کره که روی یک میله قرار گرفته بودند داخل سنگ گود گذاشته می شدند و هر سر این میله را یک نفر هل می داد تا غلات خرد شوند.

3 - Edge runner mill

4 - Mortar mixer

5 - Saddle quern

6 - Sledge

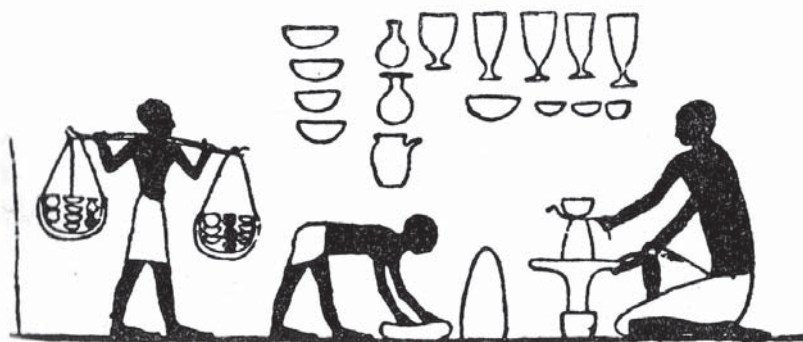
7 - Childe





شکل ۵: نگاره وسایل نقلیه اولیه کشف شده در شهر ایرک<sup>۱</sup>، بین النهرین، ۳۵۰۰ سال پیش از میلاد مسیح

چرخ سفالگری که یک میز چرخان بود و حول یک محور عمودی می چرخید، از آن زمان به بعد در ساخت ظرف‌های سفالی، برای کاهش نیروی لازم در شکل دهی گِل به صورت فرآورده‌های گرد، دایره‌ای و افزایش سرعت ساخت به کار می رفت، شکل ۶. با قرار دادن گِل در میانه میز چرخان و استفاده از نیروی گریز از مرکز ایجاد شده (با اعمال نیروی فشاری کم توسط دست سفالگر) گِل به هر شکل دایره‌ای دلخواه درمی آمد. چرخ سفالگری با هل دادن گوشه میز چرخان، در فاصله‌های زمانی، با دست یا پا، به چرخش درمی آمد.



شکل ۶: چرخ سفالگری

بیشتر چرخ‌های سفالگری باستانی، از چوب ساخته شده بودند و وجود آن‌ها را تکه سفال‌های باقی مانده‌ای ثابت می کنند که به طور مشخص به وسیله چرخ سفالگری ساخته شده‌اند. برخی از چرخ‌ها از گِل یا سنگ ساخته شده بود و یاتاقان آن‌ها از یک سوراخ و لولای سنگی تشکیل می شد. یکی از نخستین چرخ‌های سفالگری را وولی<sup>۲</sup> در حفاری‌هایش در شهر اور کشف کرد.

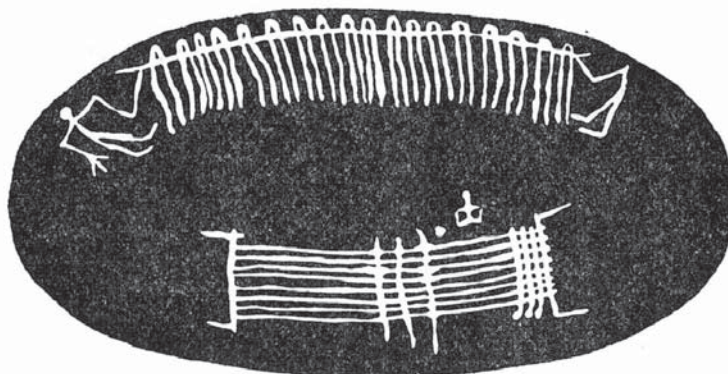
وی این چرخ را در بستر اوراک<sup>۳</sup> و در ۳۲۵۰ سال پیش از میلاد مسیح کشف و چنین توصیف کرد: «صفحه‌ای سنگین از گِل پخته به قطر حدود ۹۰ سانتیمتر، با یک سوراخ مرکزی که یک سوراخ کوچک در نزدیکی لبه‌اش برای هدایت و چرخاندن آن دارد». تعدادی حفره سنگی که

1 - Erech  
2 - Wooley  
3 - Urak statum

به‌عنوان لولا در استفاده می‌شدند نیز کشف شد. می‌توان نتیجه گرفت که در عصر حجر و در مکان‌هایی همچون بین‌النهرین که سنگ کمیاب بوده است، این سازه‌ها نه به‌عنوان بخشی از خانه، بلکه به‌عنوان وسایلی که مستاجران همراه خود می‌آوردند، کالایی بسیار با ارزش به‌شمار می‌رفته است. در روی دو میله برآمده در بالا و پایین، لولا می‌شد و می‌چرخید و پایین در، درون حفره‌ای که در زمین قرار گرفته بود، جای می‌گرفت.

پارچه‌های بافته شده بسیار زودتر از ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح تولید می‌شدند، اما این کار با هیچ ماشینی برای ریسندگی انجام نمی‌گرفت و به‌طور کامل با دست انجام می‌شد. برای نخ‌ریسی، یک چوب صاف نازک نوک تیز به صورت عمودی بین انگشتان شست و اشاره قرار می‌گرفت و در حالی که رشته‌های نخ، کشیده و به دور آن چوب پیچیده می‌شد، چوب با این دو انگشت می‌چرخید. این چوب‌های نازک نوک تیز معمولاً مجهز به حلقه‌ای از جنس سنگ، گل یا استخوان بودند که به لنگر ماسوره<sup>۱</sup> معروف بود و به‌عنوان یک گردانه<sup>۲</sup> عمل می‌کرد و باعث تداوم ریسندگی می‌شد. بسیاری از این لنگرهای ماسوره در کاوش‌های تمدن کهن پیدا شده است؛ برای نمونه، ۸۰۰۰ لنگر ماسوره در حفاری‌های اولیه شهر تروا، و بسیاری دیگر در روزگاران بعد در قبرس، فلسطین، مصر و همچنین در روستای لیک<sup>۳</sup> سوئیس کشف شدند.

نخستین تصویر از یک ماشین بافندگی<sup>۴</sup> که یک ماشین ساده افقی بود، روی یک بشقاب سفالی مربوط به ۴۴۰۰ سال پیش از میلاد مسیح در شهر باداری<sup>۵</sup> در مصر کشف شد، شکل ۷. در این نوع ماشین بافندگی، تار<sup>۶</sup> بین دو تیرچه - که با چهار میخ چوبی به زمین محکم شده بود - کشیده می‌شد. این ماشین دارای یک شکاف برای حرکت ماکو<sup>۷</sup>، یک میله تارگذر<sup>۸</sup> و یک ماکوی باستانی بود اگرچه گاهی در آن از سوزن نیز به‌عنوان ماکو استفاده می‌شد.



شکل ۷: تصویر ماشین بافندگی روی یک بشقاب، ۴۴۰۰ سال پیش از میلاد مسیح

- 1 - Whorl
- 2 - Flywheel
- 3 - Lake
- 4 - Loom
- 5 - Badari
- 6 - Wrap
- 7 - Shed-rod
- 8 - Rod heddle

نشانه‌هایی از ماشین‌های بافندگی و نمونه‌هایی از پارچه‌های بافته شده با آن‌ها در بسیاری از مکان‌های باستانی کشف شده‌اند.

طناب برای انسان‌های بدوی به علت کاربردش در ساخت نخ ماهیگیری، تور و تله برای به دام انداختن حیوانات از اهمیت بسیار زیادی برخوردار بود. به کمک طناب می‌توانستند بارها را از جایی به جایی دیگر منتقل کنند. یکی از نقاشی‌های کشیده شده روی دیوار غاری در اسپانیا، نشان می‌دهد که از طناب برای پایین آوردن افرادی که روی یک صخره مشغول جمع‌آوری عسل بودند، استفاده می‌شد. در امپراطوری‌های باستانی، تنها به کمک طناب می‌توانستند از انبوه نیروی انسانی برای جابه‌جایی تندیس‌های گول پیکر یا ساختمان معبد‌ها بهره ببرند. در کف معادن سنگ، طناب‌هایی با ضخامت چند اینچ، یافت شده که از سه رشته پاپیروس ساخته شده‌اند. چنانچه هر رشته، ۴۰ تار را دربر می‌گرفت که خود، از هفت نوع الیاف ساخته می‌شد.

برای ساخت طناب از مواد خام مختلفی، با توجه به میزان دسترسی به آن‌ها، استفاده می‌شد. طناب‌های اولیه با پیچش یا بافت مو، رگ و تاندون حیوانات، الیاف پیچیده شده، نوارهایی از پوست حیوانات، نی‌های پاپیروس و رشته‌های نخل خرما، کتان یا علف حلفا<sup>۱</sup> ساخته می‌شدند. طناب برای دکل کشتی‌ها، تسمه‌ها، زه کمان‌ها، کماندها، قلاب سنگ‌ها<sup>۲</sup> (دسته‌ای از ریسمان‌های سنگین شده که برای گرفتن سوژه بازی<sup>۳</sup> پرتاب می‌شدند)، تورها و ریسمان‌ها مورد نیاز بوده است. در مصر، طناب کتانی ظریف محکمی که مربوط به روزگاران باستان بوده، کشف شده است. گلانویل<sup>۴</sup> می‌گوید که طناب‌های دوره سلسله یازدهم<sup>۵</sup> توانایی رقابت با فرآورده‌های امروزی ما را داشته‌اند. طناب پیچی<sup>۶</sup> نیز برای بسته‌بندی وسایل یا برای ساخت قبر در مصر بسیار پر کاربرد بوده است. با تکامل‌های بعدی، طناب جزء ضروری ماشین‌های اولیه از جمله دریل کمانی و ماشین تراش رکابی برای انتقال حرکت و انرژی به شمار می‌رفتند و اهمیت خود را قرن‌ها حفظ کردند.

## مرور

این مرور بر اندک منابع مربوط به مهندسی مکانیک دوران ماقبل تاریخ، نشان دهنده محدودیت‌هایی است که به دلیل ویژگی‌های ابتدایی، و البته اساسی، ابزار و وسایل ساخته شده از سنگ و بعدها برنز وجود داشته است. بسیاری از دست‌افزارهایی که امروزه استفاده می‌شوند، مانند چکش، تبر، اره و دریل در دوران باستان نیز کاربرد داشته‌اند. دستاوردهای مکانیکی به طور عمده در ساخت ابزارآلات کاربرد داشت و دریل کمانی نیز پیشرفته‌ترین ابزار به شمار می‌آمد. توانایی تولید آتش و ذوب کردن مواد برای کار روی فلزها، به ویژه طلا دو کشف برجسته در

1 - Halfa grass

2 - Bola

3 - Entangle game

توضیح مترجم: ترجمه "گرفتار- بازی" نیز برای این عبارت آورده شده است. نوعی بازی که قلاب سنگ به سمت حیوانی که در حال دویدن است پرتاب شده و این قلاب سنگ به دور پای حیوان پیچیده و باعث می‌شود آن حیوان زمین خورده و شکار شود.

4 - Glanville

5 - Eleventh dynasty

توضیح مترجم: سلسله‌ای از مصر باستان از سال ۲۱۲۵ تا ۱۹۸۵ پیش از میلاد مسیح که شامل ۷ پادشاه بود.

6 - Lashing

زمینه مهندسی مواد بود.

درک شروع کشف و اختراع ماشین‌های ساده چون گوه، اهرم و چرخ که استفاده از آن پیش از ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح متداول بوده است، دشوار است. یک کاربرد مهم و ویژه قانون اهرم‌ها، بازوی تعادل بود که برای توزین استفاده می‌شد. شناخت این وسیله، نقطه آغاز و نیز روشی تجربی، برای اندازه‌گیری وزن بود و چنان دقت داشت که با تکرار کار، همان نتایج یکسان، با اطمینان به دست می‌آمد.

گفتنی است در این میان، وسیله‌ای که بتوان کاملاً از آن به‌عنوان ماشین یاد کرد، وجود نداشته است. هیچ ماشین سیالاتی یا موتورهای گرمایی وجود نداشت و حتی بخشی از این ماشین‌ها نیز اختراع نشده بود.

در تمدن رودهای بزرگ مصر و بین‌النهرین، عمده وقت مردمان باستان صرف جمع‌آوری غذا می‌شد، چنان که این کار از وظایف هر روزه کشاورزان و دامداران بود. با وجود جمعیت بسیار زیاد، خاک چنان بارور بود که مازاد غذا می‌توانست غذای صنعتگران، روحانیان، صاحب منصبان و تمام افرادی را که به حرفه‌ای جز شکار و کشاورزی مشغول بودند، تامین کند. از این رو، توسعه فرهنگ به کشاورزان و دامداران وابسته بود.

## REFERENCES

(برای کلمات اختصاری به تقدیرنامه مراجعه شود)

- Singer, C. (editor), A History of Technology, vol. i. O.U.P., 1954.  
 The Bryant and May Museum of Firemaking Appliances (and supplement). Sc. Mus., London, 1926, supplement, 1928.  
 Petrie, Sir W. M. Flinders, Tools and Weapons. University College, London, 1917.  
 Mtunford, Lewis, Technics and Civilization. G. Routledge and Sons, London, 1934.  
 Woolley, Sir L., Excavations at Ur. Ernest Berm, London, 1954.

## BIBLIOGRAPHY

- Forbes, R. J., Man the Maker. Constable, London, 1950.  
 Hawkes, J. and C., Prehistoric Britain. Chatto and Windus, London, 1947.  
 Sarton, G., A History of Science. O. U. P., 1953.  
 Singer, C. (editor), A History of Technology, vol. i. O. U.P., 1954