

علوم مهندسی مکانیک در ادبیات فارسی

غلامحسین دانشی

دانشگاه صنعتی شریف

چکیده: شواهد تاریخی مربوط به سطح فناوری و ابزار متداول در مهندسی مکانیک در این کشور در دوران گذشته از کتاب‌های مختلف ادبی استخراج و عرضه شده است. طبق این شواهد اختراع، توسعه و استفاده از بسیاری از ابزار و وسایل مهندسی هزاران سال قبل صورت گرفته است. ابزار مدرن در حقیقت، همان ابزارهای قدیمی هستند. فناوری و اصول طراحی و کار این ابزار در طول زمان تغییری نکرده و فقط در قرن نوزدهم نیروی موتور جایگزین نیروی حیوانی شده است. چون امکان تولید قدرت و سرعت در موتور در مقایسه با قدرت‌های حیوانی بسیار زیاد است، لذا کارایی ابزار مهندسی به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. در هر حال، این پیشرفت نباید باعث از یاد رفتن نقش پیشگامان مهندسی در این کشور شود.

واژه‌های کلیدی: شواهد تاریخی، مهندسی مکانیک، طراحی مهندسی، ابزار براده‌برداری، مته، وسایل گرمایش و سرمایش، کوره، نسوزها، بافندگی، کاغذ، آسیاب گندم، جراثقال و وسایل اتوماتیک.

۱. مقدمه

شواهد مربوط به وضعیت فناوری مهندسی مکانیک در ادبیات ایران و روش‌های اجرایی آنها جالب و درخور توجه است. از نظر تاریخی توسعه فناوری مهندسی مکانیک را می‌توان به دو دوره قبل از اختراع موتور و بعد از آن تقسیم کرد. قبل از اختراع موتور نیرو و انرژی توسط انسان یا حیوان تأمین می‌شد. وسایلی نظیر مته، اره، چکش، پتک، ماشین‌های ریسندگی و بافندگی، بالابرها، جراثقال‌ها، دمنده‌های هوا و غیره همگی اختراع شده بودند، منتهی توسط نیروی انسانی یا حیوانی کار می‌کردند. بعد از اختراع موتور در قرن نوزدهم، نیروی محرک از اسب به موتور تغییر یافت و بسیاری از لوازم صنعتی با نیروی بخار و سپس نیروی سوخت‌های فسیلی به حرکت درآمدند. کشف نیروی برق جهش دیگری ایجاد کرد. موتورهای برقی کوچک و سبک هستند و در نتیجه، امکان استفاده از آنها در لوازم خانگی نیز وجود دارد. چون استفاده از نیروی برق آسان‌تر، راحت‌تر و ارزان‌تر از استفاده از نیروی موتورهای سوخت فسیلی است، نیروی برق جایگزین نیروی مکانیکی شد و وسایل، ابزار و لوازم صنعتی و خانگی موتوری شدند. مته دستی به مته برقی تغییر شکل یافت. پتک و چکش آهنگری توسط بخار، هوا و برق به حرکت درآمدند. ماشین‌های بافندگی دستی به ماشین‌های بخاری و سپس برقی تبدیل شدند. به‌طور خلاصه، در اولین قدم در راه انقلاب صنعتی بشر نیروی محرکه ماشین‌آلات را تغییر داد و به‌جای نیروی انسانی و حیوانی از نیروی موتور استفاده کرد.

با توجه به اینکه اختراع قسمت‌های اصلی این وسایل همگی در گذشته انجام شده است و مردم این سرزمین سهم زیادی در طرح، ساخت و توسعه آنها داشته‌اند به نظر می‌رسد سهم شرق در گسترش فناوری کمرنگ جلوه داده شده است و به نظر نویسنده باید به‌نحوی تصحیح شود. توضیح این نکته لازم است که نویسنده به هیچ وجه قصد کم ارزش جلوه‌دادن توسعه فناوری در غرب در سه قرن اخیر را ندارد، بلکه هدف ایجاد اعتماد و خودباوری در دانشجویان و خنثی کردن تفکر خود کم‌بینی و مبارزه با فکری غلط است که فناوری و علم را پدیده‌ای صرفاً غربی می‌داند.

در این مقاله شواهد مکتوب در ادبیات فارسی در ارتباط با ساخت و توسعه این وسایل و سطح فناوری در مهندسی مکانیک در ایران قدیم ذکر می‌شود و همچنین، شواهد مربوط به

مهندسی در سه سرفصل طراحی، روش‌ها و ابزار طبقه‌بندی شده‌اند.

۲. طراحی

نکته مهم و قابل ذکر در کلیه نوشته‌های قدیمی استفاده گسترده از طراحی در مهندسی است. به نظر می‌رسد که طراحی اولیه مهم‌ترین قدم در راه اجرای برنامه‌های مهندسی بوده و بدون طراحی و تهیه نقشه هیچ کاری صورت نمی‌گرفته است. خط کش و پرگار وسایل روزمره مهندسان بوده و به دفعات و در کتب مختلف به کاربرد آن در تهیه نقشه‌ها اشاره شده است. در تاریخ بیهقی ۱۱ | در وصف ابوریحان بیرونی گفته شده است:

در بناها که هیچ مهندس را به کس نشمردی ...

و هیچ پادشاهی چنین بنا نفرمود و همه به دانش و هندسه خویش و خط‌ها کشید، به دست عالی خویش که چنین ادوات، خصوصاً در هندسه آیتی بود ...؛

فردوسی ۲۱ | تعداد مهندسان در یک طرح را بیش از یکصد هزار نفر ذکر کرده^۱ است و در ارتباط با استفاده از طراحی در مهندسی می‌گوید:

وزآن گرزپیکر بریشان نمود	جهانجوی پرگار بگرفت زود
نجومی و گر مردم هندسی	ز رومی و از هندی و پارسی
که از هندسه بهر دارد بسی	ستاره شمر نیست از ما کسی
مهندس بر آن گونه پرداخته	یکی در از آهن درو ساخته
مهندس فزون آمدی صد هزار	اگر برگرفتی ز مردم شمار

نظامی ۳ |

برانگیخت اندازه هندسی	بدان چار گوشه خط اطلسی
کجا باز داند شتاب از درنگ	بباید یکی مرد باهوش و سنگ

فردوسی در ارتباط با شرایط مهندس می‌گوید:

۱. تعداد مهندسان در سال ۱۳۴۵ کمتر از ۲۰۰۰ نفر بود.

همین مضمون در اشعار مولوی در کلیات شمس تبریزی [۴] نیز دیده می‌شود:

چندین هزارخانه کی گشت در زمانه
تا در دل مهندس نقشش نشد نهانی
سریست زان نهانتر صد نقش آن مصور
در خاطر مهندس و ندر دل فلانی
منوچهری [۵]:

کبک دری گر نشد مهندس و مساح
این همه آمد شدنش چیست به راود

۳. ابزار و وسایل مهندسی

ابزارسازی قدیمی‌ترین دستاورد در فناوری بشری است. عده‌ای از جامعه‌شناسان وجه تمایز انسان از حیوان را در قابلیت ابزارسازی انسان می‌دانند. ابزارها بر حسب نیاز ساخته می‌شوند و ابزارهای انسان اولیه متناسب با نیازهای او که همانا شکار و کشاورزی بود، ساخته شد. بسیاری از ابزارهای ساخته شده توسط انسان‌های اولیه پس از هزاران سال هنوز شکل و طرح اولیه خود را حفظ کرده‌اند و به همان صورت قدیم تولید و مصرف می‌شوند.

در این مقاله سابقه تاریخی مکتوب در باره ابزارهای مکانیکی مورد بررسی قرار می‌گیرد. این ابزارها شامل اره، مته، ماشین خراطی چوب [که بعدها به ماشین تراش فلزات تبدیل شد]، دوک‌های نخ‌ریسی، ماشین‌های بافندگی، جراثقال‌ها، کالسکه‌ها و غیره هستند. بسیاری از این ابزارها هنوز هم با همان طرح اولیه، متتها با نیروی محرکه موتور، به کار می‌روند. لوازمی چون اره، سوهان، سمباده، سنگ‌ساب و غیره نیز بدون تغییر مانده‌اند. شواهد مربوط به ابزاری که هنوز هم بعد از هزاران سال با همان طرح و شکل اولیه مصرف می‌شوند، از این قرار است:

اره و تیشه

فردوسی گوید:

چو بشناخت آهنگری پیشه کرد
کجا زو تبر اره و تیشه کرد
به اره میانم به دو نیم کن
ز کابل میماید با من سخن
ز روی زمین یکسر اندیشه کرد
خرد چون تبر هوش چون تیشه کرد

سوهان

به آهنگران گفت سوهان تیز
تو تنها تنی و اگر ز آهنی
چو سوهان پولاد بر سنگ سخت
بسیارید کامد مرا رستخیز
بسایب به سوهان اهریمنی
همی سود دندانش را بر درخت

وحشی بافتی |۶|:

برای دار عبرت نخل عمر دشمنت جوید
تاریخ بیهتی:

از ما بر ماست چون نگاه کنی نیک
برهان قاطع |۷|:

مشت رند و مشت رنده و مشتواره: دست‌افزاری بود که درودگران بدان چوب را هموار سازند و آن را رنده نیز گویند.

حکیم انوری:

کردگارا مشت رندی ده جهان را خوش تراش

تا که از قومی که هم ایشان و هم ما رنده‌ایم

مجموعه الفرس |۸|:

سوهان: مبرد بود.

سان، فسان، به سان: سنگی بود که کارد بدان تیز کنند و شمشیر و غیره.

برهان قاطع:

سامیز: بر وزن کاریز به معنی فسان است و آن سنگی است که بدان کارد و شمشیر و امثال آن را تیز کنند.

فرهنگ جهانگیری |۹|:

لهنج: ... اول سنگ کارد باشد و آن را فسان نیز گویند....

نظامی، خسرو و شیرین |۱۰|:

خرد پای و طبیعت بند پایست
نفس یک یک چو سوهان بندسایست

نظامی، اقبالنامه [۱۱]:

به سوهان یکایک همه خرد سود
برآمیختش با گل سرخ زود
به سوهان زده سببت آفتاب
چو سوهان پر از چین شده روی آب
وحشی بافتی:

پی زخم آزمایی سینه خصم تو را جوید
نهد چون مرگ بر نوک سنان فتنه سوهان را
ناصر خسرو [۱۲]:

اگرچه نرم باشد نم چو بر پولاد ازو زنگی
پدید آید کجا رند ز پولادش مگر سوهان؟
عرایس الجواهر: ... بعد از آن به سنباده چرخ می‌سایند تا خشونت از وی برود....
توجه کنید در این متن به چرخ سنباده اشاره شده است که نشان می‌دهد چرخ سنباده که امروز
به نام سنگ موسوم است وجود داشته و از آن استفاده می‌شده است. چرخ سنباده باید حتماً
دوار باشد تا بتوان از آن استفاده کرد. مته که ذیلاً به آن اشاره می‌شود نیز وسیله‌ای دوار است
و باید توسط مکانیزمی دورانی به حرکت در آید.

شواهد مربوط به ابزاری که ابتدا دستی بودند و سپس با اختراع موتور موتوری یا برقی
شدند.

مته

وحشی بافتی:

تو را هوای دری در سراسر است و سرگرمی
حکایت مانند بر لب نیم گفته
که در سرش رودت سر چو مثقب^۱ حاکاک
شکست مثقب و در نیم سفته
برهان قاطع:

مته: ... آلتی باشد که درودگران بدان چوب و تخته [را] سوراخ کنند...

پرماه، پرمه، پهرمه: دست‌افزاری باشد مرحکاکان و درودگران را که بدان مروارید و چوب را
سوراخ کنند.

ماخ: اول زر ناسره بود... دوم دست افزاری باشد مر درودگران و حکاکان را که بدان چوب و جواهر سوراخ کنند و آن را پرمه، برمه و اشکنه نیز خوانند...
امیر خسرو فرماید:

به هم لعل و عقیقی داشته جفت عقیق از پرمه یاقوت می سفت
رضی الدین نیشابوری گوید:

ار همه اره نهی از بهر رفتن بر سرش وی قدمها دوخته بر جای چون پرمه بود
مسعود سعد گوید:

چو مته شدم در غم تو سرگردان بسان چوب از اسکنه شدم دلریش
نکته قابل توجه در این اشعار اشاره به سوراخکاری سنگ‌هایی چون مروارید، عقیق و یاقوت است و اینکه می توانسته‌اند چنین سنگ‌های سختی را مته کنند قابل توجه است و نشان می‌دهد مته‌هایی بسیار خوب داشته‌اند. همان‌طور که امیر خسرو در شعر مذکور اشاره می‌کند، این مته‌ها از جنس یاقوت بوده و فناوری تبدیل یاقوت به مته نیز وجود داشته است. امروزه، این سنگ‌ها توسط الماسه‌ها^۱ سوراخکاری می‌شوند.

کوره

کوره به شکل امروزی آن نیز قدمتی تاریخی دارد. اجزای اصلی آن؛ یعنی خاک و آجر نسوز، سوخت (به‌خصوص استفاده از نفت سیاه) و دمنده هوا از دیرباز شناخته شده بودند. فرق کوره‌های جدید و قدیم در استفاده از دمنده‌های موتوری و بهبود نسبی در کیفیت خاک و سوخت و در نتیجه، امکان ایجاد دمای بیشتر در کوره است.
فردوسی:

ز پاسخ برآشفت و شد چون پلنگ ز آهن تنوری بفرمود تنگ
وحشی بافقی:

بتابان کوره‌ای در امتحانم که تابینی چه فولادیست جانم

فناوری شستشو و کک‌سازی از زغال سنگ و استفاده از آن به‌جای چوب و زغال چوب در احیای فلزات یکی از پایه‌های انقلاب صنعتی محسوب می‌شود. معادن زغال سنگ نه تنها غنی و فراوان هستند، بلکه دمای حاصل از سوختن کک نیز بالاتر است. بیش از ۵۰۰ کیلوگرم کک برای احیای هر یک تن آهن نیاز است. بنابراین، بدون استفاده از منابع عظیم زغال سنگ حتی تمام درختان روی زمین نیز نمی‌توانند یک دهم آهن مورد نیاز سالیانه صنعت امروزی را احیا کنند.

کوره‌های مدرن با سوخت‌های جامد و مایع در حقیقت، همان کوره‌های قدیمی هستند که در آنها به‌جای زغال چوب از کک و به‌جای دمنده‌های دستی از دمنده‌های موتوری استفاده می‌شود. پاشش نفت و مازوت نیز توسط پمپ انجام می‌شود. فردوسی:

به فرمان پیروزگر شهریار
ستاره شد از تف آتش ستوه
دم آتش و رنج آهنگران
وز آن آتش تیز بگداختند

دم آورد آهنگران صد هزار
خروش دمنده بر آمد ز کوه
چنین روزگاری بر آمد بر آن
گوهرها یک اندردگر ساختند

برهان قاطع:

نه‌بان - نه‌بن: ... سرپوش دیگ و طبق و سرپوش تنور باشد...
تحفه حکیم مومن [۱۳]:

توبال: ... که در گداختن سنگ مس در کوره دو طبقه به هم می‌رسد، قسمی سفید و بسیار بی‌ثقل.

و فولاد مصنوع که متعارف و بسیار است، طریق ساختن آن است که آهن متعارف را در کوره مخصوصه به آتش بسیار تند تا یک هفته بتابند.

در این متن آهن متعارف به معنی چدن است که در اثر حرارت و سوختن کربن به فولاد تبدیل می‌شود.

وحشی بافقی:

نیستی آخر دم آهنگری
هیچ به‌جز باد ندارد به‌دست

چند به این باد به سر می‌بری
دم که به بادست چنین پای بست

ای ز دمت رفته جهانی به رنج چند توان بود چو دم بادسنج

نسوزها

در ادبیات فارسی از گل نسوز با نام گل حکمت نام برده شده است.
برهان قاطع:

بوته: ... و ظرفی را نیز گویند که از گل حکمت ساخته باشند و طلا و نقره و امثال آن در آن
بگدازند...
نظامی گوید:

گل ز حکمت به کوره پوده گل حکمت به سر بر اندوده

بافندگی

هنر بافندگی قدمتی چند هزار ساله دارد. مواد اولیه مورد استفاده؛ یعنی پشم، مو، پنبه، کتان،
نی، پوست درخت و ابریشم و فناوری تولید؛ یعنی پاک‌سازی الیاف، نخ‌ریسی، رنگ و بافت
فناوری‌هایی قدیمی و هنرهایی چند هزار ساله هستند.

فناوری‌های تولید انواع پارچه از قبیل مخمل، حریر، کرباس، دیبا و انواع فرش‌ها مانند
قالی، گلیم، نمد، گونی و غیره نیز قرن‌ها قبل کشف و ابداع شده‌اند.
نگاهی به اسامی مختلف بافنده و پارچه‌های ابریشمی گسترده‌گی هنر بافندگی سنتی را
به خوبی بیان می‌کند.

بافنده: جولاهه، جوشیره، جولاهک، جولهد، جولاه، پای باف.

نام‌های ابریشم و پارچه‌های ابریشمی: پتوله، پرمگی، پرنک، برند، فرند، پرند، حریر، پرنیان،
پرنون، پرونو، دیبا، دیبه، دیباه، بوقلمون، بهرامه، تفسیله، تافته، سیفور، اطلس، تیج، چرخ
(برهان قاطع).

پروان و پرون: ... و چرخ ابریشم تابی را گویند؛ یعنی چرخ‌های ابریشم را بدان از پیله برآورند
و آن چرخ را به پای می‌گردانند (برهان قاطع و فرهنگ جهانگیری).
چهره: ... چرخ‌های بافنده که جولاهگان به آن ریسمان در ماشوره پیچند (برهان قاطع).

سنگرک: با اول مفتوح،... دوم بادریسه دوک را گویند و آن را به تازی فلکه نامند (فرهنگ جهانگیری).

نورد: شش معنی دارد. اول پیچ باشد و نوردیدن پیچیدن بود.... سوم چوبی باشد مدور که پارچه‌ای را که بافته شود بر آن چوب بیچند (فرهنگ جهانگیری).
سعدی، گلستان | ۱۴|:

گفت گوگرد پارسی خواهم بردن به چین که شنیده‌ام قیمتی عظیم دارد و از آنجا کاسه چینی به روم برم و دیبای رومی به هند و فولاد هندی به حلب و آبگینه حلبی به یمن و برد یمانی به پارس و زان پس ترک تجارت کنم.

کاغذ، سفال، چینی، شکر

اصول ساخت کاغذ، سفال و چینی نیز همان اصول قدیمی است. الیاف چوب را پس از شستشو و جداسازی صمغ‌ها در آب حل می‌کنند و پس از به هم زدن به‌طور یکنواخت بر روی یک توری می‌ریزند. آب خارج می‌شود و الیاف در لابه‌لای یکدیگر قرار می‌گیرند و تشکیل کاغذ می‌دهند. در کارخانه‌های کاغذسازی امروزی کلیه این عملیات، بدون تغییر، توسط پمپ و دستگاه‌های مکانیکی انجام می‌شود.

در صنایع سفالگری و چینی‌سازی اصول فراوری خاک مانند گذشته است. فقط جابه‌جایی‌ها به‌جای دست و نیروی حیوانی توسط موتور و نیروی ماشین صورت می‌گیرد. طرح کلی چرخ‌های شکل‌دهی و قالبگیری سفال و چینی‌سازی نیز تغییر زیادی نداشته است. صفحه دوار فوقانی که در دستگاه‌های سنتی توسط حرکت پا از پایین به چرخش در می‌آمد، در دستگاه‌های جدید توسط موتور به گردش در می‌آید. بازوی مکانیکی نیز جایگزین دست کارگر شده است.

تهیه قند و شکر^۱ نیز سابقه طولانی و چند هزار ساله دارد. شواهد مربوط به تولید و استفاده از قند و شکر نیز بسیار زیاد است که در این مختصر نمی‌گنجد. این شواهد در مقالات بعدی عرضه خواهند شد.

۱. به نظر می‌رسد sugar به معنی شکر در اغلب زبان‌های اروپایی از ریشه شکر فارسی است.

آسیاب

مهندسان بزرگ‌ترین اختراع بشر را چرخ می‌دانند. استفاده از چرخ در ساخت وسایل مختلف چون کالسکه، چرخ آسیا، چرخ چاه، چرخ عصاره (روغن کشتی)، چرخ نخ‌ریسی و... چنان در گذشته رایج بوده که جمع‌آوری شواهد گوناگون در مورد کاربرد چرخ امری بزرگ و تقریباً ناممکن است.

آس: (چهار معنی دارد) اول سنگی باشد مدور که غله را بدان آرد کنند... و آنچه با دست گردانند، دست‌آس و آنچه آن را به خر و گاو گردانند، خراس و آنچه به باد گردد، باد‌آس و آنچه به آب گردد، آسیاب نامند (فرهنگ جهانگیری).

پره، پره: پره آسیا و دولاب و امثال آن... (برهان قاطع).

کلیات شمس تبریزی:

ای چرخ آسیا ز چه آبست گردشت آخر یکی بگو که چه دولاب آهن

جراثقال

برهان قاطع:

غلطک، غلتنک: بر وزن و معنی غلطک است و آن چوبی باشد گرد و میان‌سوراخ، بزرگ آن را پایه ارابه کنند و کوچک آن را بر بالای چاه بندند و ریسمان را بر بالای آن اندازند و به یاری آن آب را آسان از چاه کشند....

در یادداشت زیر از جراثقالی صحبت شده که یک کشتی همراه با بار آن را از بندی بر رودخانه بلند کرده و بر آن سوی آن انداخته است. قدرت جراثقال ذکر نشده، ولی گفته شده که جراثقال دارای چرخ بوده است. با توجه به بزرگی نهر که عرض آن تقریباً ۳۰ متر ذکر شده و اینکه چند رودخانه به آن وارد می‌شده است و نیز ابعاد متعارف کشتی‌های رودخانه‌ای، می‌توان قبول کرد که این جراثقال‌ها حداقل دهها تن ظرفیت داشته‌اند.

مجممل التواریخ | ۱۵۱:

... و از جهت آنکه خلیج در آن نزدیکی تنگ بود و کشتی‌ها نمی‌توانست آمد، بارها بر چهارپایان بار کرده به خانبالیق می‌آوردند... قآن فرمود تا جویی بزرگ ببرند و آب چند رودخانه دیگر در آن جوی اندازند... از خانبالیق تا خینکسای و زیتون که بندر هندوستان و

دارالملک چین است، چهل روز راه باشد که کشتی روان است و در این رودخانه بندهای بسیار جهت آب ولایات بسته‌اند و چون کشتی‌ها به آن بندها می‌رسد، به چرخ جراثقال آن را با بار به هم، هرچند بزرگ و گران می‌باشد، بر بالای می‌کشند و از آن سوی بند در آب می‌اندازند.

وسایل اتوماتیک

سفرنامه ناصر خسرو [۱۶]:

.... و آنجا آهن آلات سازند چون مقراض و کارد و غیره و مقراضی دیدم که از آنجا به مصر آورده بودند، چنان بود که چون مسمارش بر می‌کشیدند، گشوده می‌شد و چون مسمار فرو می‌کردند، در کار بود....

برهان قاطع و فرهنگ جهانگیری:

آتش روز (آتش افروز): ظرفی باشد به هیبت کله آدمی و سوراخ تنگی دارد و چون آن را گرم کنند و میان آب فروبرند آب را به خود کشد و چون به کنار آتش نافروخته گذازند چون گرم شود، بخاری از آن سوراخ بر آتش وزد و آتش بر افروزد و این از اختراعات جالینوس است و آن را دمه نیز گویند....

لکلک، لکلکه، کلنده: بر وزن رونده لکلکه را گویند و آن چوبکی باشد که یک سر آن را به دول آسیا و سر دیگر آن را در سوراخ سنگ آسیا به عنوانی نصب کنند که از گردش آسیا آن چوبک حرکت کند و از دول کم کم دانه در آسیا ریزد ... مولوی معنوی راست:

چون لکلکست کلکت بر آسیای معنی طاحون ز آب گردد نز لکلک معین
زان لکلک ای برادر گندم ز دول بجهد در آسیا در افتد معنی زهی مبین
فرهنگ جهانگیری:

چوبکش، چوبگین: افزاری باشد که پنبه از پنبه دانه جدا کند. ...
رده: ... دوم چوبی باشد که در زیر آن غلتک‌ها نصب کنند و برگردن گاو ببندند، بر بالای غله که از گاه جدا نشده باشد بگردانند تا غله از گاه جدا شود

برهان قاطع و فرهنگ جهانگیری:

خرک: ... هفتم تختگی باشد که پنبه را که پنبه دانه از آن جدا نکرده باشند بر بالای آن

بگذارند و میل آهنی را چنان که رسم است بر بالای پنبه نهاده، به دست حرکت دهند تا پنبه دانه از پنبه جدا شود.

توصیف چتر نجات و اسکی

آگاهی مولانا از اصول کار چتر نجات شگفت‌انگیز است و در شعر زیر به زیبایی بیان شده است. مولانا گوید:

گر سعیدی از مناره افتید بادش اندر جامه افتاد و رهید

توصیف اسکی در متن زیر احتیاج به تفسیر ندارد.

... و چون در ولایت ایشان کوه‌ها و بیشه‌ها بسیار است و برف به افراط می‌بارد، در زمستان بر سر برف شکار بسیار می‌کنند، چنان که تخته‌ای می‌سازند و آن را چانه گویند و بر آن می‌ایستند و عنانی از دوال ساخته و چوبی به دست می‌گیرند و بر سر برف آن چوب به زمین فرو می‌برند - مانند آنکه کشتی بر آب رانند - و بر صحرا و هامون سرزیر و سربالا چنان می‌رانند که به گاو - کوهی و دیگر حیوانات می‌رسند و چانه دیگر به جنب آن چانه که خود نشسته‌اند می‌کشند و شکار کشته بر آن بار می‌کنند و اگر دو سه هزار من بر آن بار کنند، به اندک زوری می‌کشند.

حرارت در وصف ایجاد سرما

تحفه حکیم مومن:

تلج: به فارسی برف نامند... و از خواص اوست که چون نمک با برف آمیخته بر شیشه پر آب به دستوری بگیرند که در شیشه در آن پنهان شود، در ساعت آب شیشه یخ گردد.

سرمایش خانه‌ها

کولرهای آبی امروزی نیز شکل موتوریزه شده خیشخانه‌های قدیم‌اند. طرح اولیه؛ یعنی عبور هوا از روی خار و پوشال مرطوب برای ایجاد سرما تغییری نکرده است. در کولرهای امروزی رطوبت زنی به پوشال و جریان هوا توسط موتور انجام می‌شود. تاریخ بیهتی:

خیش: مؤلف فرهنگ رشیدی گوید: خار سبز و کتان که تارهای آن کنده باشند و نیک بافته

باشند و در گرما پوشند و گاهی از آن خانه سازند و آب بر آن پاشند و خیشخانه عبارت از آن بود.

... پیش رفتم، یافتم خانه‌ای تاریک کرده و پرده‌های کتان آویخته و تر کرده و بسیار شاخ‌ها نهاده و طاس‌های پریخ بر زیر آن
استاد روحی گفته است:

رونق خیش و آب کتان رفت
عزت پوستین یکی ده شد

در پانوشت یکی از نسخ کتاب: خیش خار سبزی است که در ولایات گرمسیر بر خانه‌های چوبین نهند و بر آن آب پاشند که چون باد بر آن وزد خنک گردد و تابستان در آن خانه گذرانند و آن را خیشخانه گویند.

حکیم ازرقی هروی گوید:

چو آفتاب شد از اوج خود به خانه ماه
به خیشخانه رو برگ بید و باده بخواه

برهان قاطع:

خشن خانه: ... و خانه‌ای را نیز گفته‌اند که بر در و پنجره آن خار شتری بندند و آب بر آن پاشند تا هوا و نسیم سرد به درون آید.

خیشخانه: ... و بعضی گویند خانه باشد که اطراف آن را از خار شتری برآورند و از بیرون پیوسته بر آن آب پاشند و از درون باد کنند، به جهت دفع گرما ...
فرهنگ جهانگیری:

خیشخانه: ... خیمه‌ای باشد که از کتان سازند و در اندرون آن برگ بید بگسترانند و بر زبرش آب پاشیده باشند و مردم منعم جهت گرمی هوا در آنجا به سر برند، ...
سیف اسفرننگی گوید:

باد آتشناک خشمش بر سپهر ار بگذرد
جای خواب خود کند در خیشخانه زمهریر
خاقانی گوید:

ز سردی نفس من تموز دی گردد

چه حاجت است در این دی به خیشخانه و خیشم

ترجمه تقویم الصحه: و اصلاح هوای گرم به خیشخانه و زیر زمین‌ها و آب سرد و یخ باید کرد.

در وصف نحوه گرمایش کاخ

طبق این اشعار برای گرم کردن کاخ از هزار گوی از طلا و نقره | احتمالاً به منظور مقاومت در مقابل خوردگی | استفاده می شده است. گوی پس از داغ شدن در آتش به داخل کاخ برده شده و از حرارت آنها برای گرمایش کاخ استفاده می شده است. فردوسی:

ز مستان که بودی گه باد و نم	بر آن تخت بر کس نبودی دژم
همه طاق‌ها بود بسته ازار	ز خنز و سمور از در شهریار
همان گوی سیمین و زرین هزار	بر آتش همی تافتی جامه‌دار
به مثقال از آن هر یکی پانصد	کز آتش شدی رنگ همچون بسد
یکی نیمه زو اندر آتش بدی	دگر پیش گردان سرکش بدی

۴. نتیجه گیری

شکل کلی ابزارهای مهندسی در قرون گذشته تغییر چندانی نداشته است. ابزار مدرن بر مبنای ابزار قدیمی طراحی شده‌اند، منتها در این وسایل به جای نیرو و قدرت انسان و حیوان از نیرو و قدرت موتور استفاده شده است.

مراجع

۱. ابوالفضل محمدبن حسین کاتب بیهقی، تاریخ بیهقی، به تصحیح سعید نفیسی، کتابخانه سنایی، تهران، ۱۳۲۶.
۲. شاهنامه فردوسی، گردآورنده ژول مول، سازمان کتاب‌های جیبی، تهران، ۱۳۴۵.
۳. نظامی گنجوی، شرفنامه، گردآورنده فرهنگستان علوم جمهوری شوروی سوسیالیستی، آذربایجان، ۱۹۴۷.
۴. مولانا جلال‌الدین محمد بلخی، کلیات دیوان شمس تبریزی، به کوشش محمد عباسی، انتشارات نشر طلوع، تهران، ۱۳۵۶.
۵. دیوان منوچهری دامغانی، به کوشش محمد دبیر سیاقی، انتشارات زوار، تهران، ۱۳۷۰.
۶. کلیات دیوان وحشی بافقی، با حواشی م. درویش، سازمان چاپ و انتشارات جاویدان،

چاپ چهارم، تهران، ۱۳۵۶.

۷. محمدحسین خلف تبریزی معروف به برهان، برهان قاطع، به کوشش م. سعیدی پور، انتشارات خرد، نیما، تهران.
 ۸. ابوالعلاء عبدالمومن جاروتی معروف به صفی کحال، فرهنگ مجموعه الفرس، به تصحیح عزیزا... جوینی، انتشارات بنیاد فرهنگ ایران، ۱۳۵۶.
 ۹. میرجمال‌الدین حسین بن فخرالدین حسن انجوی شیرازی، فرهنگ جهانگیری، ویراسته رحیم عفیفی، انتشارات دانشگاه مشهد، چاپ دوم، ۱۳۵۹.
 ۱۰. نظامی گنجوی، خسرو و شیرین، گردآورنده فرهنگستان علوم جمهوری شوروی سوسیالیستی، آذربایجان، ۱۹۶۰.
 ۱۱. نظامی گنجوی، اقبالنامه، فرهنگستان علوم جمهوری شوروی سوسیالیستی، آذربایجان، ۱۹۴۷.
 ۱۲. ناصر خسرو قبادیانی مروزی، دیوان اشعار، تصحیح دکتر مجتبی مینوی - دکتر مهدی محقق، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم، ۱۴۰۷.
 ۱۳. کلیات سعدی، با مقدمه و تصحیح محمدعلی فروغی، کتابفروشی موسی علمی، تهران.
 ۱۴. رشیدالدین فضل‌الدوله... الوزیر ابن عماد الدوله ابی‌الخیر بن موفق الدوله علی، جامع‌التواریخ، به کوشش بهمن کریمی، شرکت نسبی حاج محمد حسین اقبال و شرکاء، تهران، ۱۳۳۸.
 ۱۵. حکیم ناصر خسرو قبادیانی مروزی، سفرنامه، به کوشش محمد دبیر سیاقی، کتابفروشی زوار، چاپ دوم، تهران، ۱۳۶۳.
 ۱۶. مولانا جلال‌الدین محمد بلخی، مثنوی معنوی، به سعی و تصحیح رینولد الین نیکلسون، مؤسسه انتشارات امیرکبیر، چاپ چهارم، تهران، ۱۳۵۶.
- توضیح: اشعار از دیوان شاعران انوری، رضی‌الدین نیشابوری، امیر خسرو دهلوی، مسعود سعد، روحی ازرقی هروی و خاقانی است و همچنین، متون عرایس‌الجواهر و ترجمه تقویم‌الصحه از پاورقی‌های تاریخ بیهقی، فرهنگ جهانگیری و برهان قاطع گرفته شده‌اند.