



گوشه‌هایی

از

تاریخ مهندسی

در ایران



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

از

مهرداد فرشاد



شروېشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

گوشه‌هایی از تاریخ مهندسی در ایران

ایران زمین دارای سنتی بسیار باستانی و غنی در زمینه‌های فنی و مهندسی است. در این مقاله سعی می‌گردد موضوع پیدایش و سیر تاریخی فنون، صنایع، عقاید فنی و تئوریهای مهندسی در ایران مورد بررسی قرار گیرد و ضمن آن نکاتی از تاریخ مهندسی در این کشور روشن گردد.* در این تحقیق که از دیدگاه فنی انجام شده جنبه‌های زیر مورد مطالعه قرار گرفته است. ابتدا آغاز تمدن فنی و پیدایش فن و مهندسی و کاربرد آن در فلات ایران بر طبق مدارك بدست آمده روشن شده است. آنگاه پیدایش و اختراع و کاربرد مواد و مصالح و نیز انواع وسایل و ماشین‌ها و سیر تکاملی آن‌ها در این سرزمین بررسی گشته است. سپس در زمینه کارهای مهندسی مثل معماری، شهرسازی، پل‌ها، سدها، راه‌ها و ارتباطات، آبیاری، آبرسانی، کشاورزی پژوهشی انجام گرفته و نتایج آن ذکر

* این مقاله چکیده‌ایست از مجموعه‌ای مبسوط‌تر که تحت عنوان «تاریخ مهندسی در ایران» بصورت کتابی بقلم نویسنده این مقاله توسط انتشارات دانشگاه پهلوی شیراز بچاپ رسیده است. ماخذ و منابعی که براساس آنها و با توجه به آنان مطالب این مقاله نوشته شده و نیز شرح مفصل‌تر مطالب در آن کتاب آمده است. در آن کتاب و در این مقاله تاریخ مهندسی در ایران از آغاز تا قرن بیستم میلادی مورد مطالعه قرار گرفته است.

گردیده است. بررسی سیر تاریخی دانش و هنر در تاریخ مهندسی و پیدایش و تکامل علوم مهندسی از قبیل شیمی، فیزیک، مکانیک، زمین‌شناسی، هندسه بخش دیگری از این تحقیق را تشکیل می‌دهد. ضمناً مطالعه‌ای در زندگی، و کارهای چهره‌های تابناک مهندسی در ایران نیز انجام شده است.

نتیجه این بررسی‌ها نشان می‌دهد که ایران زمین در طول تاریخ در بنیان‌گذاری و پیشبرد تمدن جهانی سهم عمده‌ای داشته است. بسیاری از اختراعات اساسی در مهندسی در قدیم یا در ایران انجام گرفته و یا آنکه ایرانیان در تکامل و اشاعه آن نقشی داشته‌اند. همچنین بسیاری از عقاید و پندارها و تئوریهای مهندسی از این سرزمین ریشه گرفته و بتدریج به مرزوبوم‌های دیگر اشاعه یافته است. نتیجه دیگری که از مطالعه تاریخ مهندسی در ایران و مقایسه سیر تاریخی فنون و علوم و مهندسی در این سرزمین با فرهنگهای دیگر و بخصوص فرهنگ‌های غربی حاصل میشود، دستیابی به تفاوت‌هایی است که میان دیدگاه‌های ایرانیان به تکنولوژی با نقطه نظر بعضی از ملت‌های غربی و بادیدگاه‌های امروزی داشته است.

۱- آغاز تمدن فنی در ایران

مدارك بدست آمده و شواهد موجود، تاریخ آغاز تمدن فنی و کاربرد فن در ایران را به پیشینه‌ترین ایام میرساند. آثاری از دوران پارینه سنگی و دوره‌های بعدی در قسمت‌های شمالی ایران بدست آمده است که دلالت بر اختراعات و ابداعاتی در زمینه مواد، وسائل و روش‌های مهندسی که بدست ساکنین اولیه فلات ایران انجام شده بود مینمایند. از هزاره‌های پنجم پیش از میلاد بعد در تمدن‌های سیلک و شوش سنت مهندسی کاملاً برقرار گشته بود. کاوش‌های باستان‌شناسی شمال ایران نشان می‌دهد که در آن مناطق نیز شالوده

تمدن فنی ریخته شده بوده است. علاوه بر این نقاط در مناطق مختلف ایران که نظیر اینگونه کاوشها انجام گرفته کاوشها وجود تمدنهای بسیار قدیمی در این منطقه از جهان را باثبات رسانیده است.

۲- مواد و مصالح

اکتشاف، دستیابی و بهره‌برداری از مواد و مصالح همواره یکی از ارکان تمدن فنی و شاخص مرتبه تکامل مهندسی در تاریخ بوده است، بعلت تاثیر عمده‌ای که مواد و مصالح در سیر تاریخی مهندسی داشته است مورخین فنی گاهی تاریخ مهندسی را در واقع تاریخ دستیابی بشر به مواد و بهره‌برداری از آنها دانسته‌اند. مصالح ساختمانی که در طول تاریخ فنی ایران مورد استفاده قرار می‌گرفته متنوع و گوناگون بوده است. مصالح سنگی از دورانهای پیش برای ساختن بناها و بخصوص ساختمانهای دائمی مثل پلها، سدها و کاخها بکار میرفته است. کاربرد مصالح سنگی بصورت خشکه چین در دوره هخامنشیان بنقطه اوج خود رسید. مواد خاکی بصورت خشت خام دستی و قالبی و آجر در ایران از قدیم بطور مداوم به کار میرفته است. نخستین کوره‌های پخت گل و تهیه آجر در ایران از هزاره‌های دوم پیش از میلاد پدیدار میگردد. این کوره‌ها ابتدا بصورت کوره‌های اجاقی بوده که بعداً بتدریج به کوره‌های قائم مبدل گشته است.

چوب و مصالح گیاهی در ایران نسبت به مواد خاکی دارای تاریخ نسبتاً ناپیوسته است. مدارک و شواهد نشان دهنده آنست که دورانهای قدیم مناطقی از سرزمین ایران پوشیده از جنگلهای انبوه بوده است ولی این جنگلها بتدریج در اثر عوامل طبیعی و عوامل مخرب دیگر از بین رفته است. در دوره هخامنشی چوب بعنوان مصالح اصلی ساختمانی بکار میرفته ولی در دوره‌های بعدی کاربرد آن بعنوان يك

عنصر فرعی در کلاف‌کشی ساختمانها و نیز در اشیاء تزئینی ادامه یافته است .

از جمله مصالح ساختمانی دیگر گچ و آهک و مخلوط‌های آنها با گل است. تاریخ آغاز کاربرد گچ و آهک در ایران به نخستین هزاره پیش از میلاد میرسد. گچ به مقدار زیاد در اندود و هنرهای گوناگون گچ‌کاری ساختمانهای هخامنشی و اشکانی و ساسانی و بناهای دوره اسلامی بکار رفته است. آهک نیز بصورت ملات و نیز بحالت شفته در ساختمانهای متعدد بکار رفته و ملات ساروج نیز که شامل آهک و گل و خاکستر است برای اندود و آب بندی منابع آب مرتباً مورد استعمال داشته است .

ایران زمین از لحاظ پیدایش فلزات و صنعت فلزکاری و توسعه اولیه آن در جهان موقعیت خاصی را در تاریخ داراست . تحقیقات نشان داده است که قسمت‌های شمالی و شرقی ایران از اولین مراکز فلزکاری در جهان بوده است. فلزات ابتدا بصورت منابع سطحی و بعد از طریق استخراج معادن سنگ فلز بهره‌برداری میشد و بشکل قابل استفاده درمی‌آمد. فلزکاران که فلز را از سنگ آن جدا می‌کرده و به فلز حاصله شکل میدادند از موقعیت خاصی در اجتماع خویش برخوردار بودند و از جمله اولین گروه‌های حرفه‌ای بشمار می‌آمدند که سازمان صنفی و مقررات حرفه‌ای مخصوص بن خود داشته‌اند . طلا و مس قبل از فلزات دیگر در ایران کشف شد و مورد استفاده قرار گرفت . نقره و سرب و قلع و آنتی‌مون و آرسنیک و روی و همجوش‌هایی چون مفرغ و برنج نیز از روزگاران قدیم استخراج و بهره‌برداری میشده است. معادن فراوانی از این فلزات در نقاط مختلف ایران از قدیم شناخته شده بود. تاریخ شناخت آهن و استخراج آن از سنگ آهن در ایران به هزاره دوم پیش از میلاد میرسد. کاربرد کلمه پولاد

که فارسی است در زبانهای دیگر معرف اشاعه این صنعت فلزکاری از ایران به مناطق دیگر است .

مواد نفتی و فرآورده‌های نفتی از هزاره‌های نخست پیش از میلاد در ایران شناخته شده و مورد بهره‌برداری قرار گرفته بود. از چشمه‌ها و چاه‌های طبیعی نفت در غرب ایران در نوشته‌های مورخین قدیم یاد شده است. مواد نفتی در عایق‌کاری و ساختن ظروف و مصارف دارویی و سوخت بکار میرفته است. مورد استعمال دیگر مواد نفتی در ایران قدیم استفاده از آن در صنایع نظامی بود که گلوله‌ها را آغشته بنفت و مواد سوزنده و سوزاننده می‌کردند و بسوی دشمن و تجهیزات او پرتاب می‌شده است. این گلوله‌ها بنام آتش مادی شهرت داشت. از نخستین مدارک مربوط به تهیه و کار برد شیشه در ایران لوله‌های خمیر شیشه است که در معبد ایلامی چغازنبیل در شوش بکار رفته است. تاریخ ساختمان این بنا متعلق به حدود ۱۲۵۰ سال پیش از میلاد است. از آن بعد نیز شیشه برای پنجره‌ها و نیز ساختن ظروف در عهد هخامنشی و اشکانی و دوره‌های بعد بکار میرفته است.

استفاده از مواد شیمیائی و رنگها در ایران سابقه‌ای بس باستانی دارد. در تمدن سیلک کاشان مربوط به هزاره‌های پنجم تا اول پیش از میلاد رنگهای سرخ و سفید برای رنگ آمیزی دیوارها، اشیاء و مردگان مورد استعمال داشت. علاقه و توجه ایرانیان به رنگ در طول تاریخ فنی این سرزمین ادامه یافته است. اغلب ساختمانهای هخامنشی و اشکانی و ساسانی با مواد رنگی رنگ آمیزی میشد. در دوره‌های اسلامی کاربرد رنگ در ساختمانها و اجسام به نقطه اوج تاریخ تکامل خود رسیده است.

۳- وسائل و ماشینها

سابقه ابزارسازی در ایران به دوران پارینه سنگی میرسد .

تاریخچه مدرسه ابتدایی

ابزارهایی سنگی و استخوانی در نقاط مختلف ایران بدست آمده است که تاریخ آنها را به صد و هفتاد هزار سال پیش تخمین زده اند. بسیاری از وسائیل و ماشین های ساده قبل از آنکه از آنها شرحی در نوشته های ارسطو و دیگران آورده شود در سرزمین ایران کاربرد داشته اند. از جمله ماشین های ساده که نمونه هایی از آنها در کاوشهای باستانشناسی در ایران بدست آمده و یا شواهدی از کاربرد آنها در دست است میتوان گوه، قرقره و سطح شیب دار را نام برد. تیر و کمان هم نوعی ماشین ساده دیگری شمرده میشود که در آن نیروی فشار فیزیکی تبدیل به نیروی پرتاب میشود است. ایرانیان از قدیم در ساختن و کاربرد این وسیله شهرت داشته اند.

وسائیل گردونه ای با حرکت دورانی ناپیوسته از انواع دیگر ماشینهای بود که در دوران پیشین در ایران و سرزمینهای مجاور آن اختراع شده و بکار میرفته است. وسیله ریسندگی و مته سوراخ کن دورانی دو نمونه از این قبیل ماشینها بود. اختراع چرخ را که یک وسیله دورانی با حرکت پیوسته است میتوان جزء بزرگترین اکتشافات انسانی محسوب داشت نخستین نمونه های چرخهای چوبی در شوش و مناطق جنوبی ایران بدست آمده است.

تاریخ این چرخها به هزاره سوم پیش از میلاد میرسد. چرخهای چوبی که از این مناطق بدست آمده بعضی توپروسه تکه ای و برخی دیگر تو خالی دارای پره بود. گرداگرد چرخها بوسیله زوارهای فلزی تقویت و میخ کوبی میشود است. قدم دیگر در تکامل ماشینها و وسائیل دورانی با اختراع چرخ دنده ای برداشته شد. اولین نمونه های کاربرد چرخ دنده ای در جهان در ایران زمین بوده است. چرخ دنده آئیمهای اولیه از دو چرخ چوبین یا کناره دنده دار که بطور عمود نسبت بهم قرار داشت تشکیل میشد و از این دستگاه برای بالا بردن آب از چاه استفاده میکردند. ابوریحان بیرونی با استفاده از چرخ

دنده‌ای دستگاهی برای اندازه‌گیری زمان ساخته بود ماشین‌های آبی اولیه و سائلی بود که برای جابجا کردن آب بکار می‌رفت. نخستین نمونه‌های این قبیل ماشینها در ایران اختراع شده است و در تواریخ از آن بعنوان چرخ ایرانی نام برده‌اند چرخ ایرانی شامل چرخ بزرگ بود که بر اطراف آن ظروفی بسته می‌شد و قسمتی از این چرخ در آب جوی و یادر رودخانه‌ای غوطه‌ور بود. با چرخانیدن این دستگاه ظروف بنوبت در آب فرو می‌رفت و از آب پر می‌شد و با ادامه حرکت چرخ این ظروف بسطح بالا می‌رسید و آب آن خالی می‌شد. ماشینهای آبی دیگری که در ایران اختراع و یادر اینجاطرح آنها تکمیل شد و سائلی بود که بوسیله آنها از نیروی آب استفاده بعمل می‌آمده است. بوسیله این ماشینها از نیروی آب در چرخاندن دستگاهی و یا خرد کردن ذرات و غلات استفاده می‌شده است. سه نمونه از آسیاب‌هایی که از هزاره‌های اول میلادی در ایران به کار می‌رفته‌اند شامل آسیاب نوس، آسیاب ویترویان و آسیاب شتاور بود. روایات مورخین حاکی از آنست که بر روی رودخانه‌ها و نهرهای ایران چرخهای آبی متعددی نصب شده بود و از گردش این چرخها بوسیله نیروی آب استفاده می‌کردند.

ماشین‌های بادی یعنی دستگاههایی که بان نیروی باد بحرکت درمی‌آید در تاریخ فنی ایران سابقه طولانی دارد. بنا بنظر همگان ماشینهای بادی در شرق ایران اختراع شده است و بعدها کار برد آنها از ایران به سرزمینهای دیگر شیوع یافته است. از آسیاب‌های بادی در هزاره‌های اول پیش از میلاد و قرون میلادی در نوشته‌های جغرافی-دانان و جهانگردان نام برده شده و در همین نوشته‌ها ساختمان آسیاب‌های بادی در سیستان تشریح گشته است. از جمله دمشق در قرن دهم میلادی از بادخیزی منطقه سیستان و آسیاب‌های بادی که در آنجا ساخته شده بود سخن گفته است.

آسیابهای بادی ایرانی دارای محور قائم بوده از آنها برای

خردکردن غلات استفاده میشده است. این کاربرد در طول تاریخ و در زمانهای معاصر نیز ادامه یافته است. علاوه بر اختراع ماشینهای بادی در ایران موارد دیگری هم بود که در آن ایرانیان از نیروی باد استفاده میکرده اند. از آن جمله استفاده از نیروی باد برای جابجا کردن شن که با تدابیری شن را از منطقه ای به منطقه دیگر جابجا میکرده اند و مزارع را از خطر پوشیده شدن از شن محفوظ میداشته اند. نکاتی که در ساختمان ماشینهای بادی در ایران رعایت میشده و نحوه هدایت باد و استفاده از آن دلایل قاطعی به درک فنی سازندگان این دستگاهها و آشنائی ذهنی آنان به قواعد مهندسی بوده است.

اولین کوششهای انسان برای پرواز در فضا در ایران زمین انجام گرفته است. پندار و تلاش ایرانیان برای پرواز در شاهنامه فردوسی بخوبی متجلی گردیده و بازتاب یافته است. مطابق روایات موجود در دوره اشکانیان بئرقهایی که بشکل حیوانات ساخته میشده برافراشته میگردیده و هیبت حیوانی زنده را در حال پرواز مجسم میکرده است. همچنین حکایت دیگری از عهد ساسانی نقل شده که در آن استاد معماری برای خویش از چوب بال ساخته و بتوسط آن از بالای قصری پرواز کرده و در فاصله ای دور بزمین نشست است. از دوره اسلامی نیز روایتی بجای مانده که در آن دانشمندی ایرانی بنام جوهری با بستن دو قطعه چوب به خود از بالای بامی بزمین میپرد. این روایات و سایر حکایات بخوبی نشاندهنده آنند که قرنها قبل پندار پرواز انسان و ساختن وسائلی که با آن پرواز مقدور گردد در ایران زمین وجود داشته و کوششهایی منطقی نیز در این جهت بعمل آمده بوده است.

وسائل اندازه گیری در ایران همراه با مقیاسها و اندازهها پیدایش و تکامل یافت. اولین مقیاسهای اندازه گیری که در مناطق وسیعی بطور استناد کاربرد یافت توسط داریوش هخامنشی برای

طول و وزن اجسام وضع گردید و مقیاس طول بنام کوبیت سلطنتی شهرت یافت. بتدریج در ادوار مختلف مقیاس‌های اندازه‌گیری گوناگون طول، حجم، مسافت و زمان وضع شد و مورد استفاده قرار گرفت. مورد استعمال اصلی مقیاس‌ها در دادوستد و در نقشه‌برداری ساختمانی بود. برای نقشه‌برداری و سائلی در ایران اختراع شد و با استفاده از آن نقشه‌برداری‌های موضعی و منطقه‌ای انجام گرفت. کرجی مهندس ایرانی در سده هفدهم شاهنشاهی (یازدهم میلادی) اولین وسائل ارتفاع‌یاب و زاویه‌یاب را اختراع کرد و روش‌هایی برای نقشه‌برداری وضع نمود. مکتشفین ایران چون اسکیلاکس و ستاسپه نیز به شناخت سرزمین‌های غربی و شرقی کمک فراوانی نمودند و موجب شدند که نقشه‌های منطقه‌ای و جهانی با دقت بیشتری تهیه گردد. اختراع و کاربرد وسائل اندازه‌گیری دقیق برای مطالعات کیهانی نیز در ایران سابقه زیادی دارد. دانشمندان و مهندسان ایرانی در اختراع و تکمیل شاخص‌های آفتابی، استرلابها، کره‌های سماواتی سهم عمده‌ای داشته‌اند.

اولین سندی که از کشتی‌رانی، کشتی‌سازی و دریانوردی ایرانیان در دست است متعلق به چغامیش در جنوب غربی ایران و مربوط به هزاره سوم پیش از میلاد است. کشتی‌رانی در خلیج فارس در تمام دوره‌های تاریخی انجام می‌شده است. اختراع بعضی از قسمت‌های کشتی و وسائل دریانوردی به ایرانیان نسبت داده شده است. از جمله این اختراعات سکان کشتی، قطب‌نما، عمق‌یاب و مسافت‌یاب است. قدیمی‌ترین راهنماهای دریانوردی تحت عنوان راهنماک‌ها در عهد ساسانی در ایران تنظیم گشته است.

۴- معماری

معماری بمفهوم بنا سازی غنی‌ترین تاریخچه را در سنت مهندسی در ایران دارا است. بناهایی که در قرون و زمان‌های مختلف در ایران

ساخته شد و آثار بعضی از آنها هنوز هم باقی است. نشانه‌هایی بارز از تنوع، اصالت و پیوستگی این رشته از تمدن فنی ایران زمین است. سابقه ساختمان در ایران بدورانی که مردمان برای محافظت خود از خطرات طبیعی و مهاجمین پناهگاه می‌ساختند می‌رسد. اولین ساختمانها یا از چوب و گیاهان بوده و یا در مناطق بدون گیاه از کندن زمین و ایجاد حفره تشکیل می‌یافته است. باقی ماندن پسوند «کند» بدنبال نام بعضی از شهرها معرف این نحوه ساختمان‌سازی اولیه است.

قبل از ورود آریائی‌ها بایران که اولین بار در هزاره سوم پیش از میلاد صورت‌گرفت تمدن‌های در ایران زمین وجود داشته است. در جنوب غربی از تمدن درخشان ایلامی با دارا بودن شوش بعنوان مرکز آن بناهایی بجای ماند که زیگورات چغازنبیل از آن جمله است. در قسمت‌های مرکزی در سیلک کاشان اولین جوامع دشتی شهرنشین که از هزاره‌های پنجم پیش از میلاد ایجاد گردید برقرار بوده است. پس از ورود مجدد آریائی‌ها بایران در نخستین هزاره پیش از میلاد تمدن‌های در شمال و غرب ایران برقرار گردید و این قوم بهمراه خویش روش‌های جدیدی در بنا سازی بهمراه آورد. از خصوصیات معماری دوره مادها که یکی از اقوام آریائی بودند معماری صخره‌ای است که چند نمونه آن در غرب و جنوب ایران بجای مانده است.

معماری دوره هخامنشی با آنکه تلفیقی از سبک‌ها، روشها و مصالح و ساختمان‌سازی تمدن‌های مختلف بشمار میرفت اصالتی مخصوص بخود را داشت. ایجاد بنا بر روی صفحه بلند خشکه‌چینی سنگها، بزرگی قطعات سنگ، عظمت ساختمانها، و بلندی و باریکی ستونها از خصوصیات ساختمان‌های هخامنشی بوده است. آثار کاخهای پاسارگاد و شوش و تخت‌جمشید که معرف معماری این دوره است این‌گونه خصوصیات را دارد. علاوه بر مصالح سنگی در این

و در روشهای ساختمانی مربوط به آنها ابداعاتی انجام گرفت. روش لاجسبانی در طاق زنی که از قدیم اختراع شده بود در ساختمانهای ساسانی عموماً بکار برده شده و طاق کسری که با این روش بناگشته بزرگترین طاق با مصالح بنائی است که بدون قالب بندی ساخته شده و دارای دهانه متجاوز از ۲۰ متر است.

روش ساختن گنبد بر روی بنای چهار ضلعی از جمله اختراعاتی است که بایرانیان این دوره بایستی منسوب دانست. سبکهای ساختمانی متعددی از این عهد ریشه گرفت که در تاریخ معماری اهمیت زیادی دارد. سبک چهار ایوانی و سبک چهار طاقی دو نمونه بارز از ابداعات معماری این دوره است. روشها و سبکهای معماری این دوران در دوره های بعد نیز بکار رفته و درجهاتی تکمیل گردید. بعضی از این خصوصیات نیز از ایران به سرزمینهای دیگر اشاعه یافت و در معماری آن مناطق تاثیر گذارد.

معماری دوران اسلامی که از ویژگیهای معماری دوره های قبل بهره مند و متأثر شده بود سیر خود را در تاریخ معماری ایران دنبال نمود و درجهاتی سیر تکاملی پیمود. بناهای متعددی که از دوره های مختلف اسلامی بجای مانده معرف سیر تاریخی هنر معماری در این دوران است روشهای ساختمان سازی و سبکهای معماری دوره های قبل گاهی با تغییراتی همراه گشت و سبکهای جدیدی را بوجود آورد. خصوصیات معماری دوره اسلامی را در اماکن مقدس و در مساجد بیشتر از هر جای دیگر میتوان متجلی دید. از لحاظ مصالح و روشهای ساختمانی، معماری دوره اسلامی شباهت بیشتری به دوره های اشکانی و ساسانی دارد و کمتر به دوره های هخامنشی و قبل از آن همانند است. معذالک تاثیر سنتهای بنا سازی اعصار گذشته را در بنای این دوره میتوان بچشم دید. تزئینات در هم ساختمانی، گنبد های با ابعاد بزرگ و با اشکال متنوع و قوسها و

مناره‌های عظیم و رنگ‌آمیزی بناها از جمله خصوصیات است که به معماری دوران اسلامی جنبه خاص می‌بخشند.

۵- شهرسازی

با آنکه در دوره نوسنگی و در دوره تمدن کشاورزی اجتماعاتی در ایران وجود داشته، معذالك مدارك مربوط به اولین اجتماعات شهرنشینی از هزاره پنجم پیش از میلاد بدست آمده است. در این زمان یکی از اجتماعات شهری در سیلک نزدیکی کاشان ایجاد گردید و این تجمع تا هزاره اول پیش از میلاد ادامه یافت. در شوش نیز از هزاره سوم پیش از میلاد شهر ایلامی احداث گشته بود که در قرون بعد نیز مرکزیت خود را محفوظ داشت. در همان دوران در چند نقطه جنوبی از ایران شهرهای ایلامی دیگری احداث گردید. پس از ورود آریائی‌ها قسمت‌های شمالی و غربی و جنوبی ایران مرکز اجتماعات و جایگاه شهرهای متعددی گردید. - شهر همدان (اکباتان) در دوره مادها مرکزیت خاص یافت. پاسارگاد و شوش و تخت جمشید نیز در دوره هخامنشی مراکز شهری حکومتی و مذهبی گردید. در دوران‌های اشکانی و ساسانی شهرهای جدید دیگری احداث گشت که تیسفون، فیروزآباد و بیشاپور از آن جمله بود. از لحاظ طرح، شهرهای اشکانی و بعضی از شهرهای ساسانی بصورت دایره بود که در مناطق دشتی از لحاظ دفاعی مناسب بنظر میرسید. در دوران اسلامی شهرهای قدیمی مانند همدان و شوش و استخر مرکزیت خود را محفوظ داشت و شهرهای جدیدی نیز احداث گردید. در همین دوران مقررات جدیدی از لحاظ ابعاد خیابانها و کوچه‌ها و کف‌پوش آنها وضع شد و بمرحله اجرا درآمد.

۶- راهها و ارتباطها

اولین راه زمینی که بامقیاس بسیار بزرگ در جهان و در

ایران قدیم احداث شد راه شاهی بود که ساختمان آن در دوره هخامنشی با انجام رسید . راه شاهی شهرهای بزرگ آنروز یعنی همدان ، تخت جمشید ، شوش را بیکدیگر و به مراکز شهری در بین النهرین و ترکیه مرتبط میساخت و تا سواحل دریای مدیترانه در بندر افسوس ادامه میافت . طول این راه حدود ۲۵۰۰ کیلومتر بود . همراه با احداث این شاهراه ارتباط خیری نیز بین مراکز جمعیت کاملاً برقرار بود و پیک‌های تندرو پیام را در حداقل مدت به مقصد میرسانیدند و راه شاهی را ده‌روزه طی میکردند . علاوه بر پیک علامت دهی با آتش و برجهای آتش وسیله دیگر ارتباط آن زمان را تشکیل میداد . راه شاهی در بعضی قسمت‌ها سنگ فرش بوده است .

راه دیگری که در دوره اشکانیان از آن بهره برداری میشده جاده ابریشم نام داشته است این جاده از لانسو در چین شروع میشده و از شمال ایران میگذشته و تا سواحل مدیترانه ادامه مییافته است . از این راه بود که تجارت ابریشم انجام میگرفت علاوه بر راه شاهی و جاده ابریشم راههای اصلی و فرعی متعدد دیگری در سرزمین ایران وجود داشته که مراکز جمعیت را بیکدیگر متصل میکردند . در بین راهها و در فواصلی از یکدیگر کاروانسراهائی ساخته بودند که از لحاظ وسائل پذیرائی و حفاظتی بسیار مجهز بود .

علاوه بر راههای زمینی از قدیم در ایران از راههای دریائی و رودخانه‌ای برای آمد و شد و ایجاد ارتباط استفاده میشده است در واقع باید گفت که تاریخ توسعه اولیه راههای آبی بر راههای زمینی مقدم بوده است . رودهای کارون ، دجله ، فرات و چند رودخانه بزرگ دیگر در ایران از شاهراههای آبی بوده و البته خلیج فارس نیز راه آبی اصلی و وسیله ارتباط آبی ایران با سایر نقاط جهان را تشکیل میداده است . علاوه بر راههای ذکر شده از دوراه آبی

بزرگت که توسط ایرانیان ایجاد گردید باید نام برد. یکی از این دوترعه سوئز است که نقشه برداری و اتمام آن بدست داریوش هخامنشی صورت گرفت و دیگری ترعه آتوس است که در حدود سال ۵۹ شاهنشاهی (۴۸۰ پیش از میلاد) بفرمان خشایارشا هخامنشی احداث گردید. توسعه و بهره برداری از راههای آبی همواره با فن دریانوردی و کاربرد وسائل دریانوردی همراه بوده است. تاریخ مهندسی در ایران بیان کننده سهم عمده‌ای است که ایرانیان در توسعه این فنون داشته‌اند. از تاسیسات وابسته به راههای دریائی، باید به برجها و فانوس‌هایی اشاره کرد که در قسمت‌های کم عمق خلیج فارس احداث شده بود. طبق روایات جهانگردانی چون نئارخ یونانی این فانوس‌ها از چند صد سال پیش از میلاد در این منطقه ساخته می‌شده است. از فانوس‌های دریائی در خلیج فارس در روایات جهانگردان قرون بعد چون ناصرخسرو نیز شرحی آورده شده است.

۷- آبیاری، آبرسانی و آبیاری

مسئله آبیاری، آبرسانی و آبیاری در ایران همواره از جمله مسائل حیاتی بشمار میرفته است. بدین لحاظ و بعلت احتیاج شدید به آب از زمانهای پیشین با ابداع روشها و احداث تاسیسات گوناگون ایرانیان با این مسئله مقابله و آنرا حل کرده‌اند. کاریز (قنات) یکی از اختراعاتی است که توسط ایرانیان انجام گرفته و از آن در زمانهای بس قدیم یعنی ۷۰۰ سال پیش از میلاد نام برده شده است. علاوه بر این استفاده از چاه و درموردی چاه آرتزین منبع دیگر آب را تشکیل میداده است. آبرسانی و آبیاری در ایران بطریق طبیعی و اغلب باروشهای مصنوعی انجام می‌شده است. برای آبرسانی و آبیاری در نقاط مختلف ایران نهرها و سدها و تاسیسات دیگری احداث شده بوده که در جای دیگر از آن سخن خواهد رفت. از جمله

شبکه‌های عظیم آبیاری در ایران شبکه‌هایی بوده که در قسمت‌گرگان و نیز در جنوب غربی ایران (خوزستان) احداث شده بوده است. مهندسين ايران قديم مسائل مربوط به آبیاری و آبرسانی و آبیاری را مطالعه و راه‌حل‌هایی برای توسعه و تکمیل روشها و وسائل یافته بودند. از جمله‌گرچی مهندس ایرانی قواعدی برای یافتن آب زیرزمینی، نحوه احداث کاریز و نقشه برداری و پیاده کردن مسیر کاریز ارائه کرده است. علاوه بر اینها از قدیم روشهایی برای آب‌سنجی و اندازه‌گیری مقدار آب جاری شده وجود داشته که بوسیله آن آب را اندازه‌گیری میکرده‌اند. نمونه یکی از این آب‌سنج‌ها در پائین دست پل‌خواجو در اصفهان نصب شده است.

۸- کشاورزی

تحقیقات نشان داده است در دوره نوسنگی که مترادف با کشاورزی شدن جوامع بوده در ایران نیز تمدن کشاورزی برقرار بوده است. خیش و سایر وسائل شخم‌زدن زمین از هزاره سوم قبل از میلاد در ایران بکار میرفته و آبیاری زمینها نیز بطریقه مصنوعی انجام میگرفته است. تعداد زیادی از درختان میوه و گیاهان مصرفی ابتدا در فلات ایران پرورش داده شده و از آنجا به سرزمینهای دیگر رفته است. گندم از حدود ۵۰۰۰ سال پیش در حدود دریاچه رضائیه کشت میشده است. کشت یونجه نیز از این سرزمین آغاز شده و در نوشته‌های بابلی مربوط به ۷۰۰ پیش از میلاد از آن بنام ایرانیش «اسپاستی» ذکری بعمل آمده است. کشت یونجه از ایران به چین و نیز به سایر سرزمینها اشاعه یافته است. از درختان میوه‌ای که ابتدا در فلات ایران پرورش داده میشده و سپس به چین و هند و سرزمینهای غربی رفته است درختان بادام، پسته، انجیر و انار را باید نام برد. کشت نیشکر نیز از ایران به مناطق عربی اشاعه

یافته است. از صنایع وابسته به کشاورزی و دامپروری صنایع غذایی است که در تاریخ فنون در ایران جایی مخصوص بخود دارد. تهیه شراب از انگور در تاریخ صنایع غذایی ایران سابقه طولانی دارد. شیر و شراب، نوشیدنی‌های اصلی ایرانیان عهد هخامنشی و اشکانی و ساسانی را تشکیل میداده است. صید ماهی و نگهداری آن در خمره - های بزرگ مبروموم شده و حمل آن بسایر نقاط رشته دیگری از صنعت غذایی بوده است زنبور عسل نیز از قدیم پرورش داده میشده و از عسل بعنوان ماده شیرین کننده استفاده مینموده اند .

۹- پلها و سدها

تاریخچه پلسازی و سدسازی در ایران قدیم تاحدی بیکدیگر وابسته است. پلها را برای عبور از روی آب و سدها را برای بالا بردن آب و گاهی استفاده از نیروی آب میساخته اند .

پلها و سدهای متعددی از قدیم در ایران ساخته شده بوده که یابصورت پل و یابصورت سد از آنها بهره مند می گشته اند . گاهی نیز ساختمانی در آب احداث میشده که در عین حال نقش پل و نقش سد را داشته و در واقع پل سدگونه بوده است .

طبق آنچه از روایتهای پیشینیان برمی آید نخستین پل بزرگی که بدست ایرانیان احداث شده در زمان خشایارشا (حدود سال ۷۰ شاهنشاهی = ۴۸۰ پیش از میلاد) بوده که بر روی هلسن پونت ساخته شده بوده است. پلهای ایران اغلب از نوع قوسی بوده و نمونه های متعددی از آثار پلهای قوسی یک دهانه و چند دهانه در نقاط مختلف ایران باقی مانده است. از نمونه های پلسازی در ایران که نقطه اوج این هنر بشمار میرود پل خواجه در اصفهان است.

سدسازی در ایران نیز دارای سابقه زیادی است. تحقیقات نشان داده است که از چند صدسال پیش از میلاد سدهائی بر روی

رودخانه‌های دجله و فرات و شعبه‌های آنها احداث شده بود که در طی قرون بعدی تعمیر و قسمت‌هایی به آنها اضافه شده است. از سدهای عمده قسمت جنوب غربی ایران سدشادروان است که در عهد ساسانیان احداث گردیده است. در روی رودخانه کر در فارس نیز سدهای متعددی از زمان هخامنشیان وجود داشته و بند امیر توسط عضدالدوله بر روی پایه‌های یکی از این سدهای قدیمی ساخته شد. سدهائی که در ایران ساخته شده اغلب از نوع وزنی بوده است علاوه بر سدهای وزنی اولین سدهای قوسی در جهان نیز در ایران ساخته شده است نمونه اولیه سدهای قوسی در سر بند ایزدخواست فارس و مربوط به دوره ساسانیان است. نمونه دیگر سد کبار در نزدیکی قم است که متعلق به دوره ایلخانیان مغول میباشد. علاوه بر این دو آثاری از نمونه‌های سدهای قوسی در نقاط دیگر ایران نیز باقی مانده است.

۱۰- طرحهای ساختمانی

تاریخچه طرحهای ساختمانی در ایران نماینده دو مرحله تاریخی است یکی سیر تاریخی طرحهای ساختمانی بعنوان عناصر ویاساختمان‌هایی که بدست ایرانیان اختراع، ابداع و ساخته شده است و دیگری طرحهای ساختمانی بعنوان بازتاب عقایدی که ایرانیان نسبت به دنیاها و نیروهای ماوراءالطبیعه داشته‌اند. در هر صورت بسیاری از طرحهای ساختمان در طول تاریخ فنی ایران در قالب ساختمانها اختراع و بکار بسته شده است. بر اثر بررسیها معلوم شده است که نخستین طرحهای خرابائی در شوش و در هزاره سوم پیش از میلاد ساخته شده است. نخستین آثار قوس واقعی نیز در شوش و در همین تاریخ بنا شده است. قوس و طاق در زیگورات چغازنبیل در ۱۲۵۰ پیش از میلاد نیز بکار رفته است. گنبد که در جنوب غربی

سرزمین ایران پیدایش یافته در ایران زمین سیر تکامل تاریخی خود را پیموده است. گنبد سلطانیه بزرگترین گنبدی است که در ایران ساخته شده و دارای جدار دوپوسته است. در بعضی از گنبد‌های ایرانی برای وصول به شکل کامل گنبد بآن ضخامت متغیر داده‌اند. استخوان بندی فلزی نیز ابتدا در ایران برای ساختمان بکار رفته است. نخستین بار از کاربرد اسکلت فلزی در ایران بوسیله ابن بلخی ضمن اشاره به دوره ساسانیان صحبت به میان آمده است.

استفاده از قوس در سدسازی در مواردی غیر از پوشش سقف نیز ابتدا در ایران انجام گرفته است. روشهای طاق زنی بدون قالب بندی نیز پیش از هر کجا و بیشتر از نقاط دیگر در ایران بکار بسته شده است. طریقه ساختن گنبد روی چهارطاقی نیز از اختراع ایرانیان بوده است. سبکهای معماری آپادانا، چهارایوانی و چهارطاقی نیز ابتدا در همین سرزمین ابداع گشته و بکار رفته است.

۱۱- دانش در تاریخ مهندسی

فنون و روش‌های فنی در آغاز تمدن بر اساس علوم و قواعد نظری استوار نبود. اغلب کارهای فنی بر مبنای تجربه و آزمایشهای متوالی انجام میگرفت. با وجود این در مراحل از تاریخ مهندسی در ایران بین دانش و فن پیوستگی و ارتباط ایجاد میگشت و شناخت ذهنی در کارهای مهندسی مورد استفاده قرار میگرفت. علوم، فیزیک شیمی، زمین‌شناسی، ستاره‌شناسی، هندسه و ریاضیات در تاریخ علوم و مهندسی ایران دارای پیشینه زیادی است. در کارهای مهندسی از این علوم در ساختن وسائل نقشی برداری، اندازه‌گیری، ابزار ساختمانی و روشهای مهندسی مکرر استفاده شده است. بنا آنکه فنون و علوم از لحاظ تاریخی دارای سیرهای تکاملی جداگانه‌ای بوده، معذالک تقسیم بندی‌هایی که امروزه در جدا کردن رشته‌های مهندسی و علوم

از یکدیگر بکار میرود در زمانهای قدیم هیچگاه اعمال نمی شده است. بسیاری از مهندسين و صنعتگران ایرانی در عین حال مردمانی دانشمند و صاحب نظر در علوم نیز بوده اند. چنانکه نوبخت ستاره - شناس مهندس شهر بغداد، ابوریحان بیرونی فرهنگ نویس و زمین شناس، کرجی عالم و مهندس آبهای زیرزمینی، بوعلی سینا فیلسوف و مهندس مواد و مکانیک و شیمی و اشخاص دیگری که دانش را با فن ارتباط داده اند گواهانی بر ارتباط نزدیک دانش و مهندسی در تاریخ مهندسی ایران میباشند.

۱۲- هنر در تاریخ مهندسی

تقریباً کلیه آثار باستانی و کارهای فنی و مهندسی که سندهای تاریخ فنی ایران را تشکیل میدهد حاکی از آن است که همواره بین هنر و فن در این سرزمین نزدیکی و هم آهنگی وجود داشته است. از سفالهای منقوش هزاره های چهارم پیش از میلاد گرفته تا تزئینات ساختمانهای هخامنشی و اشکانی و ساسانی و کاشی کاریها و مقرنس کاریهای دورانهای اسلامی و هزاران نمونه های دیگر همواره ارتباط نزدیک فن و هنر پدیدار است. صنعتگران هنرمند بطور ذهنی به قوانین طرح، مقیاس و هم آهنگی پدیده ها و نیز معیارهای زیبایی آشنائی داشته و اینگونه عوامل را در مصنوعات خویش بکار میبرده اند. در بعضی از کارهای فنی هنر و فن با اندازه ای بایکدیگر تلفیق گردیده که مشکل است گفته شود که سازنده هدفش خلق یک اثر هنری بوده است و یا آفرینش یک وسیله فنی که میخواست در موردی بکار گرفته شود. برقرار کردن تقارن در کارها و اثرهای فنی یکی از موازینی بوده که برای بدست آوردن ارزش هنری از آن استفاده میشده است.

در اغلب کارهای فنی مثل وسائل و ظروف و ساختمانها قرینه‌سازی از نوع انعکاس، دورانی، انتقالی و یا مختلط بکار رفته است. رنگ نیز وسیله دیگری بوده که میان هنر و فن ارتباط ایجاد مینموده و به کار فنی ارزش هنری می‌بخشیده است. در مورد هنرنیز مانند دانش باید گفت که در قدیم مرز مشخصی بین هنرمند و صنعتگر وجود نداشته و بسیاری از هنرمندان صاحبان حرفه و فن و علم نیز محسوب میشده‌اند.

۱۳- مهندسين ايران باستان

تعداد مهندسين و صنعت گرانی که در سیر تکاملی و پیشبرد تمدن فنی ایران مؤثر بوده‌اند بیشمار است. از این گروه نام عده‌ای در تاریخ بجای مانده و از هزاران نام دیگر اثری برجای نیست. از مکتشفین و مهندسين ایران دوره هخامنشی نامهای اسکیلاکس، ستاسپه، آرتاخه و بوبراندا در تاریخ ثبت شده است. اسکیلاکس در زمان داریوش در حفیر قنات‌ها و در اکتشاف مصب رود سند در هند شرکت داشته است. ستاسپه نیز بدستور خشایارشا بماموریتی دریائی گرداگرد آفریقا روانه گردید. آرتاخه و بوبراندا در حفیر ترعه‌آتوس شرکت کرده‌اند. از مهندسين دوره ساسانی که نام او در نوشته‌های ابن بلخی آمده برآزه است که از قرار معلوم در احیاء شهر فیروزآباد نقش عمده‌ای داشته است.

اسامی مهندسين ایرانی دوران اسلامی بسیار زیاد است از آن جمله دانشمندان و مهندسينی چون نوبخت، ابولولو، بیرونی، بوعلی سینا، کرجی، فرزندان موسی، رازی، خوارزمی، بوزجانی،

طوسی، خیام، کوهی، قوام‌الدین شیرازی را در این شرح مختصر باید نام برد.

هریک از این شخصیت‌های فنی در تاریخ مهندسی در ایران صاحب مقام خاصی هستند. نوبخت محل شهر بغداد را تعیین و ساختمانهای آنرا با تمام رسانید. ابولوؤطرحی از آسیابهای بادی ارائه داد و آنرا ساخت. بیرونی در زمینه چاههای آرتزین و نیز خواص مواد نظریاتی بیان داشت و روشها و دستگاههایی برای اندازه‌گیری وزن مخصوص مواد ابداع نمود و آنها را بکار برد و مقادیر عددی بسیار دقیقی بدست آورد و هم او بود که آزمایش و روش‌های نظری را توأم با مطالعات علمی بکار برد. بوعلی سینا در مکانیک مهندسی و نیز در شیمی صاحب نظراتی است و نظریاتی در مورد خشک‌گیها، خواص مواد و خواص احداث ارائه داده است. از خدمات کرجی به عالم مهندسی نیز در جای دیگر از این مقاله سخن رفته است.

فرزندان موسی (بنوموسی) نخستین کسانی هستند که دستگاههایی با پس فرست طرح کرده و آنرا ساخته‌اند. رازی دانشمند و مهندس شیمی در زمره نخستین کسانی بود که روش منظم و برنامه‌ریزی شده را در بررسی‌های خویش مورد استفاده قرار داد و ضمناً مواد را طبقه‌بندی و خواص آنها را با آزمایش مشخص نمود. خوارزمی در ریاضیات قدم‌هایی اساسی برداشت و بوزجانی دانشمند دیگر ریاضیات را برای ترسیم سهمی (آئینه سوزنده) و چند ضلعی‌ها و سایر کاربردهای فنی بکار گرفت. نام طوسی، خیام و کوهی

در تاریخ ریاضیات فنی و در ستاره‌شناسی جاودان است. این اشخاص در برقراری رصدخانه‌ها، طرح وسائل آنها و اندازه‌گیریهایی سماوی سهم عمده‌ای داشته‌اند. قوام‌الدین شیرازی معماری بود که مجموعه‌های ساختمانی بسیاری بدست او طرح‌ریزی و انجام شده است.

۱۴- سیر تمدن فنی

ایران زمین از آغاز تاریخ فنی تا اوایل هزاره دوم میلادی یکی از جایگاه‌های اصلی تمدن فنی جهان بشمار میرفت. ایران برای قرن‌های متوالی منطقه‌ای بود که در آن پندارها و ساخته‌ها و اختراعات فنی و مهندسی پدید می‌آمد و رشد میکرد و تکامل می‌یافت در تمام این دوران سرزمین‌ها و فرهنگ‌های دیگر نیز از این تمدن عظیم فنی بهره می‌گرفت فلات ایران همچنین گذرگاهی برای امواج فرهنگ‌های دیگر بشمار میرفت و البته موقعیت جغرافیائی خاص ایران در این میان نقش عمده‌ای داشت. باین ترتیب قرن‌های متمادی سرزمین و فرهنگ ایران زادگاه و جایگاه تمدن فنی جهانی و مشعلدار آن در تمدن محسوب میشد. از سده هفدهم شاهنشاهی (یازدهم میلادی) ببعد تمدن ایرانی در قالب فرهنگ اسلامی به سرزمین‌های اروپائی نفوذ یافت و در طی چندین قرن فرهنگ‌های اروپائی را از ثمرات تمدن درخشان شرق بهره‌مند ساخت این بهره‌گیری نه تنها در قالب استفاده از اختراعات، روشها، نظریات و یافته‌های فنی صورت گرفته بلکه تاحدی نقطه نظر و دیدگاه شرقی نسبت به تکنولوژی نیز به اروپا منتقل شد. شخصیت‌های علمی و

مهندسين و همچنين مؤسسات اروپائی تحت تأثير خصوصيات فنى و فلسفى سنت مهندسى در شرق قرار گرفتند و ويژگيهاي مهندسى شرق در كارهاي فنى و نظريات و ساختمانهاي اروپائی متجلى گرديد. در مواردى نيز آن فرهنگها از دريافت بعضى از اندیشهها و نظريات و يافتههاي شرق محروم ماند و قرننها بعد مجدداً به كشف مجهولاتى كه قبلا در شرق كشف شده و بيان گشته و بكار رفته بود نائل آمد. بهره گيرى اروپا از تمدن شرق تا اواسط هزاره دوم ميلادى ادامه يافت و از آن بيعد بود كه اروپا و بعدها آمريكا سير فرهنگ فنى جديدى را كه فرهنگ غربى اش خوانده اند دنبال نمود.

