

درخشش تمدن در اعماق زمین

مروری بر سازه‌های زیرزمینی ایران

از گذشته تا کنون

دکتر سیامک هاشمی

The Magnificence of Civilization in Depths of Ground

A Review of Underground Structures in Iran

Past to Present

Dr. Siamak Hashemi

سرشناسه

عنوان و نام پدیدآور

: هاشمی، سیامک، ۱۳۵۲ -
: درخشش تمدن در اعماق زمین: مروری بر سازه‌های زیرزمینی ایران از گذشته تا کنون

The magnificence of civilization in depths of ground: A review of underground

structures in Iran past to present / سیامک هاشمی.

: تهران: شادرنگ، ۱۳۹۲.

مشخصات نشر

: ۴۲۶ ص. : مصور (بخش رنگی): ۲۹/۵×۲۱/۵ س.م.

مشخصات ظاهری

: 978-964-7434-34-8 : ۹۰۰۰۰۰ ریال

شابک

: فیپا

وضعیت فهرست نویسی

: فارسی - انگلیسی

یادداشت

: کتابنامه.

یادداشت

: معماری زیرزمینی -- ایران

موضوع

: معماری - ایران -- تاریخ

موضوع

: ساختمان‌سازی زیرزمینی

موضوع

: تونل‌سازی - ایران

موضوع

: NA۲۵۴۲/۷/۵۲۵۴ ۱۳۹۲

رده بندی کنگره

: ۷۲۰/۴۷۳۰۹۵۵

رده بندی دیویی

: ۳۳۲۶۷۶۲

شماره کتابشناسی ملی

Farsi and English Texts: Siamak Hashemi

Front Cover Photo: Siamak Hashemi

Back Cover Photo: Ali Majdfar

Graphic Design: Shahrokh Saadati

Publisher: Shadrang Printing & Publishing Co.

First Edition: Summer 2013

No. of Copies: 1000

All rights reserved by the author. No part of this book may be reproduced in any form or by any means without the written permission of the author.

نگارش و ترجمه: سیامک هاشمی

عکس روی جلد: سیامک هاشمی

عکس پشت جلد: علی مجدفر

طراحی و صفحه آرایی: شاهرخ سعادت

ناشر: شرکت چاپ و نشر شادرنگ

چاپ اول: تابستان ۱۳۹۲

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۹۰۰۰۰۰ ریال

کلیه حقوق برای نگارنده محفوظ است.

هر گونه تکثیر محتویات این کتاب منوط به اجازه کتبی از نگارنده است.



شرکت تعاونی
چاپ و نشر شادرنگ
SHADRANG PRINTING
& Publishing Co.

چاپ و نشر شادرنگ: تهران، خیابان قائم مقام فراهانی، خیابان ماگنولیا، پلاک ۳۸ تلفن: ۸۸۸۴۸۳۹۴-۶

Iranians were forerunners in the construction of various engineering structures. Ancient water structures with an age of thousands of years are proof of this claim. Tunnelling in its various forms and purposes including the construction of dwelling units or Qanats to provide access to water, and the excavation of ores from the depths of ground are evidence of the art and civilization of ancient Iranians.

In the last three decades a new movement in tunnelling has been experienced in Iran. In the 1980's drilling boreholes with pneumatic pick hammers gave way to the use of Jumbo drilling machines and Roadheaders for excavations in semi-hard rocks. In the 1990's the use of NATM in tunnelling became more common and metal and wooden frames were replaced by shotcrete and rockbolts for support. In the 2000's and with the entrance of TBM machines into the country, Iranian engineers were able to excavate long water conveyance tunnels with an advance rate of more than 1000 m in one month. The field of tunnelling which in the past was limited to mining, road and railway tunnels was broadened with the construction of subways, water conveyance tunnels, water structures, urban service tunnels and other subterranean structures and enabled Iran's tunnel engineering to be internationally recognized.

"The Magnificence of Civilization in Depths of Ground" written by Dr. Siamak Hashemi, magnificently documents the history of tunnelling and its evolution in Iran. It also shows part of the contribution of Iranian art and knowledge to the development of their own and the world's history and civilization. The Iranian Tunnelling Association (IRTA) proudly supports the publication of this book and hopes that the readers find it useful and interesting.

ایرانیان در ساخت سازه‌های مهندسی، نقش پیشاهنگ داشته‌اند. وجود بناهای آبی با هزاران سال قدمت در کویر ایران، بیانگر صحت این ادعا است. از میان آنها، تونلسازی به عنوان یکی از قدیمی‌ترین شاخه‌های مهندسی در اشکال مختلف، از ایجاد سکونت‌گاه‌ها در دل صخره‌های سنگی و حفر قنوات برای دسترسی به آب، این عنصر حیات‌بخش و مایه زندگی، تا استخراج فلزات از اعماق زمین، تمدن و هنر اقوام ایرانی را در طول تاریخ برجسته نموده است.

در سه دهه اخیر، ما شاهد آغاز دوره جدیدی از ساخت تونل در کشور هستیم. شاید بتوانیم تحولات صنعت تونل در این دوره را یک جهش بنامیم. در دهه ۱۳۶۰، چالزنی با چکش و پایه در تونل، جای خود را به استفاده از دستگاه جامبو داد. ورود رودهدر برای حفاری در سنگ‌های نیمه سخت از تحولات دیگر این دوره بود. دهه ۱۳۷۰ با گسترش روش ناتم (NATM) در حفر تونل‌ها و جایگزینی قالب‌های فلزی و داربست‌های چوبی با مش و شاتکریت و راک‌بالت در زمین‌های نه چندان ضعیف، تغییری اساسی در سیستم نگهداری تونل‌ها را به دنبال داشت، و در دهه ۱۳۸۰، حفاری مکانیزه و ورود دستگاه‌های TBM رویای حفر تونل‌های طویل انتقال آب با رکورد پیشروی بیش از ۱۰۰۰ متر در ماه را محقق نمود. ساخت تونل‌ها در ایران، که پیش از این محدود به راه، راه آهن و معدنکاری بود، با ساخت تونل‌های مترو، انتقال آب و سازه‌های آبی، خدمات فنی شهری و احداث فضاهای زیرزمینی با کاربری‌های مختلف، به سطح جهانی ارتقاء یافت.

و امروز ادبیات استفاده از تونل در ایران بر بلندای «درخشش تمدن در اعماق زمین» تجلی یافته است. کتاب پیش رو که با تلاش چند ساله همکار عزیزمان آقای دکتر سیامک هاشمی تدوین یافته، مرجع و سندی است جاودانه که به دو زبان فارسی و انگلیسی تاریخ صنعت تونل‌سازی ایران را در اختیار پژوهندگان داخلی و خارجی قرار داده و به خوبی سیر تحول هنر و فن تونلسازی در ایران را ترسیم نموده و نشان می‌دهد که اقوام خلاق و سخت‌کوش ایرانی چگونه در طول تاریخ برای پیشبرد و اعتلای تمدن خویش و بشریت کوشیده‌اند. انجمن تونل ایران افتخار دارد با حمایت از چاپ و انتشار این کتاب ارزشمند، گامی در جهت پیشبرد اهداف خود، که توسعه فناوری صنعت تونل ایران می‌باشد، بردارد و امید است مورد استقبال متخصصین، اساتید، دانش‌پژوهان، هنرجویان و همه علاقمندان به علوم مهندسی زمین قرار گیرد.

Preface	1	۱	پیشگفتار
Chapter 1	5	۵	فصل ۱
The brief history of Engineering in Iran			تاریخچه مهندسی در ایران
Introduction	7	۷	مقدمه
Geographical position of Iran	7	۷	موقعیت جغرافیایی ایران
Inhabitants of Iran	8	۸	ساکنان ایران
The birth of Iran	12	۱۲	تولد ایران
History of Engineering in Iran	14	۱۴	تاریخ مهندسی در ایران
Chapter 2	23	۲۳	فصل ۲
Ancient Tools and Material			ابزار و مصالح در قدیم
Introduction	25	۲۵	مقدمه
Material in Ancient Iran	26	۲۶	مصالح در ایران باستان
Development of Measurements and Scales	31	۳۱	پیدایش اندازه‌ها و مقیاس‌ها
Measuring Devices and Surveying Instruments	32	۳۲	وسایل اندازه‌گیری و ابزار مساحی
Orientation below Ground	37	۳۷	مسیریابی در زیر زمین
Chapter 3	39	۳۹	فصل ۳
Underground Dwellings			سکونتگاه‌های زیرزمینی
Introduction	41	۴۱	مقدمه
Karatu Caves	42	۴۲	غار کرفتو
Meymand Underground Village	46	۴۶	روستای زیرزمینی میمند
Hilevar Underground Village	53	۵۳	روستای زیرزمینی حیلور
Kandovan Village	56	۵۶	روستای کندوان
Samen Underground City	62	۶۲	شهر زیرزمینی سامن ملایر
Noushabad Underground City	63	۶۳	شهر زیرزمینی نوش‌آباد
Honameh Caves in Shirvan	66	۶۶	غار هنامه شیروان
Dejmandeh Underground City	68	۶۸	شهر زیرزمینی دژمنده
Abazar Cliff Village	69	۶۹	دهکده صخره‌ای ابازر
Tehran Underground City	71	۷۱	شهر زیرزمینی تهران
Chapter 4	73	۷۳	فصل ۴
Underground Temples			نیایشگاه‌های زیرزمینی
Introduction	75	۷۵	مقدمه
Kharbas Caves in Qeshm	81	۸۱	غارهای خربس قشم
The Kougan Cave and Temple	85	۸۵	غار و نیایشگاه کوگان
Chehel-Khaneh	87	۸۷	چهل‌خانه

Kalat-e Heidari	89	۸۹	کلات حیدری
Niasar Cave	93	۹۳	غار نیاسر
Taq-e Bostan	95	۹۵	تاق بستان
Dash-Kasan Stone Temple	98	۹۸	معبد سنگی داش کسن
Mehr Temple in Maraghe	100	۱۰۰	معبد مهر مراغه
The Temple of Qadamgah	103	۱۰۳	نیایشگاه قدمگاه یا مسجد بادامیار
The Mosque of Ij	104	۱۰۴	مسجد ایج
The Stone Mosque of Darab	107	۱۰۷	مسجد سنگی داراب
Chapter 5	111	۱۱۱	فصل ۵
Underground Tombs			آرامگاه‌های زیرزمینی
Introduction	113	۱۱۳	مقدمه
Fakhrigah Tomb	119	۱۱۹	گوردخمه فخریگاه
Dokkan-e Davoud Tomb	122	۱۲۲	گوردخمه دکان داوود
Sahne Tombs	124	۱۲۴	گوردخمه های صحنه
Eshaqvand Tombs	126	۱۲۶	گوردخمه های اسحاق وند
Da-u Dokhtar Tomb	128	۱۲۸	آرامگاه داو دختر
Naqsh-e Rostam	129	۱۲۹	نقش رستم
Tombs at Persepolis	139	۱۳۹	آرامگاه‌های تخت جمشید
Qadamgah	142	۱۴۲	قدمگاه
Chapter 6	145	۱۴۵	فصل ۶
Qanat and related structures			قنات و سازه های جانبی آن
Introduction	147	۱۴۷	مقدمه
Parts of Qanat	149	۱۴۹	اجزای قنات
Types of Qanat	150	۱۵۰	انواع قنات
Distribution of Qanats	151	۱۵۱	توزیع قنات‌ها
Construction characteristics	152	۱۵۲	ویژگی‌های ساخت
Excavation difficulties	156	۱۵۶	مشکلات حفر قنات
Qanats in Iran	158	۱۵۸	قنات‌های ایران
Cisterns	165	۱۶۵	آب انبارها
Windtowers	170	۱۷۰	بادگیرها
Ice-pits	172	۱۷۲	یخچال‌ها
Watermills	175	۱۷۵	آسیاب‌های آبی
The Shoushtar water complex	180	۱۸۰	سازه های آبی شوشتر
Chapter 7	195	۱۹۵	فصل ۷
Modern Tunnelling			تونل‌سازی نوین
Introduction	197	۱۹۷	مقدمه
Cut and Cover method	198	۱۹۸	روش کند و پوش
NATM concept	199	۱۹۹	روش جدید تونل‌سازی اتریشی
Drill and Blast	202	۲۰۲	چالزنی و آتشکاری

Mechanized Tunnelling	203	۲۰۳	تونل‌سازی مکانیزه
Partial face boring machine	206	۲۰۶	ماشین حفاری نیمه مکانیزه
Jacked Tunnelling	207	۲۰۷	تونل‌سازی رانشی
Modern Tools and Material	209	۲۰۹	ابزار و مصالح نوین
Chapter 8	213	۲۱۳	فصل ۸
Water Conveyance Tunnels			تونل‌های انتقال آب
Introduction	215	۲۱۵	مقدمه
Water conveyance tunnels of Zayandeh-Roud	217	۲۱۷	تونل‌های انتقال آب حوضه زاینده رود
Karaj-Tehran water conveyance tunnel	224	۲۲۴	تونل انتقال آب کرج-تهران
Gavoshan Dam and Tunnel	229	۲۲۹	سد و تونل گاوشان
Conveying Water from Dez to Qomroud River	232	۲۳۲	انتقال آب رودخانه دز به قم‌رود
Chapter 9	235	۲۳۵	فصل ۹
Drainage and Sewage Tunnels			تونل‌های انتقال آب‌های سطحی و فاضلاب
Water supply, surface water runoffs and sewage networks in Persepolis	237	۲۳۷	آبرسانی، شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی و فاضلاب تخت جمشید
The drainage network of Persepolis	244	۲۴۴	شبکه زیرزمینی پساب‌روهای تخت جمشید
Modern water and wastewater installations	253	۲۵۳	سیستم نوین انتقال آب و فاضلاب
Tehran's sewage network	254	۲۵۴	شبکه فاضلاب تهران
Chapter 10	259	۲۵۹	فصل ۱۰
Underground Structures of Dams and Power Plants			سازه‌های زیرزمینی سد و نیروگاه
Introduction	261	۲۶۱	مقدمه
Dez Dam and Hydropower Plant	264	۲۶۴	سد و نیروگاه دز
Abbaspour (Karoun 1) Dam and Power Plant	267	۲۶۷	سد و نیروگاه شهید عباسپور (کارون ۱)
Masjed-Soleiman Dam and Power Plant	269	۲۶۹	سد و نیروگاه مسجد سلیمان
Karoun 3 Dam and Power Plant	273	۲۷۳	سد و نیروگاه کارون ۳
Siah-Bishe Dam and Pump Storage	278	۲۷۸	سد و نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای سیاه بیشه
Upper Gotvand Dam and Power Plant	284	۲۸۴	سد و نیروگاه گتوند علیا
Lavarak Power Plant	288	۲۸۸	نیروگاه زیرزمینی لوارک
Chapter 11	291	۲۹۱	فصل ۱۱
Urban Rail Tunnels			تونل‌های قطار شهری
History of Urban Rail Systems in Iran	293	۲۹۳	تاریخچه قطار شهری در ایران
Construction Methods	298	۲۹۸	روش‌های ساخت
Construction of Stations	299	۲۹۹	اجرای ایستگاه‌ها
Tehran Metro	302	۳۰۲	متروی تهران
Karaj Metro	306	۳۰۶	متروی کرج
Shiraz Metro	307	۳۰۷	متروی شیراز

Isfahan's Metro	309	۳۰۹	متروی اصفهان
Ahwaz Metro	311	۳۱۱	متروی اهواز
Tabriz Metro	312	۳۱۲	متروی تبریز
Mashhad Metro	314	۳۱۴	متروی مشهد
Chapter 12	315	۳۱۵	فصل ۱۲
Railway Tunnels			تونل‌های راه آهن
Brief history of Trans-Iranian Railway	317	۳۱۷	تاریخچه راه آهن سراسری ایران
Specifications of the Trans-Iranian Railway	321	۳۲۱	مشخصات راه آهن سراسری ایران
The Veresk Bridge	328	۳۲۸	پل ورسک
Development of the Iranian Railway	339	۳۳۹	توسعه راه آهن ایران
Iranian Railway Tunnels	340	۳۴۰	تونل‌های راه آهن ایران
Chapter 13	349	۳۴۹	فصل ۱۳
Road Tunnels			تونل‌های راه
Introduction	351	۳۵۱	مقدمه
Kandovan Tunnel	355	۳۵۵	تونل کندوان
Tehran – North Expressway	359	۳۵۹	آزادراه تهران – شمال
Khoramabad – Pol-e-Zal Expressway	362	۳۶۲	آزاد راه خرم آباد – پل زال
Emamzadeh Hashem Tunnel	365	۳۶۵	تونل امامزاده هاشم
Qazvin – Rasht Expressway	367	۳۶۷	آزادراه قزوین – رشت
Tehran - Pardis Expressway	368	۳۶۸	آزادراه تهران – پردیس
Shemshak Road Half tunnel	370	۳۷۰	نیم تونل جاده شمشک
Chapter 14	371	۳۷۱	فصل ۱۴
Urban Tunnels			تونل‌های شهری
Introduction	373	۳۷۳	مقدمه
Resalat Tunnel	374	۳۷۴	تونل رسالت
Touhid Tunnel	377	۳۷۷	تونل توحید
Niayesh Tunnel	384	۳۸۴	تونل نیایش
Milad Tower Access Tunnels	391	۳۹۱	تونل‌های دسترسی برج میلاد
Fazilat Tunnel	394	۳۹۴	تونل فضیلت
Koohsar Tunnel	396	۳۹۶	تونل کوهسار
References	399	۳۹۹	فهرست منابع

پیشگفتار

Preface

www.ketab.ir

The first underground spaces were probably constructed in ancient times for dwelling purposes. This shows that the early inhabitants were looking for improvements in their living conditions. The importance of tunnel construction in the past was such that they were considered as a sign of cultural and engineering advance and development and social wealth. Early civilizations discovered the importance of tunneling for accessing and excavating minerals and natural material. Underground spaces were constructed for dwelling, religious and burial purposes, and also for excavating tunnels for water conveyance and passage. The construction and use of underground spaces in Iran dates back to ancient times. Remains of hundreds of underground structures with various applications can be found around the country.

The art of tunnelling was well known by ancient Iranians and considering the current growth of population and their needs, in addition to new developments in this field, tunnelling still plays an important role in many engineering activities. Although to the general public most underground structures are condensed in the common word "tunnel" but specialists make a distinction between the kind of structure, its size and the method of construction. They usually distinguish between galleries, tunnels, caverns and shafts. For example in mining, tunnels or galleries are simply a means to an end. However water, road and railway tunnels have a long life span which needs to be considered in their design and support. Some historic structures such as underground dwelling units, temples and tombs; or modern power plant caverns are chamber-like whilst in others such as Qanats and tunnels the length to width (or diameter) ratio is much larger.

اولین فضاهای زیرزمینی به احتمال زیاد در دوران باستان برای ساخت خانه‌ها توسط ساکنان آن حفر شده‌اند. این امر نشانگر این است که آنها در تلاش‌هایشان جهت ایجاد حفريات، به دنبال راهی برای بهبود شرایط زندگی خود بوده‌اند. اهمیت احداث تونل‌ها در دوران قدیم، تا بدان‌جاست که ساخت تونل در آن تمدن‌ها را نشانگر رشد فرهنگ و به ویژه رشد فنی و توان اقتصادی آن جامعه دانسته‌اند. تمدن‌های نخستین به سرعت، به اهمیت تونل‌ها به عنوان راه‌های دسترسی به کانی‌ها و مواد طبیعی ارزشمند برای زندگی، پی بردند. کاربرد فضاهای زیرزمینی همچنین دامنه گسترده‌ای از جمله ایجاد منازل، عبادتگاه‌ها، ساخت دخمه‌ها و مقابر، تا حفر تونل برای انتقال آب یا به عنوان گذرگاه را شامل می‌شد. در ایران نیز ساخت و استفاده از فضاهای حفاری شده در زیر زمین از گذشته‌های دور تا کنون رواج داشته است. بقایای سدها، سازه‌های زیرزمینی با اهداف و کاربری‌های مختلف در اقصی نقاط ایران که هنوز پس از گذشت قرن‌ها باقی مانده‌اند دلیلی بر این ادعا است. تونلسازی یکی از فنون قدیمی و شناخته شده در ایران است و در دوران معاصر نیز با توجه به پیشرفت فن‌آوری و رشد جمعیت، استفاده از تونل در بخش‌های مختلف صنعت همچون سدسازی و شبکه‌های انتقال آب، فاضلاب، راه‌سازی و حمل و نقل شهری و مترو توسعه قابل توجهی پیدا کرده است. امروزه مهندسان صنعت تونل ایران در مسیر پیشینیان خود گام برداشته و توانایی اجرای انواع سازه‌های پیچیده زیرزمینی را دارند.

هر چند فضاهای زیرزمینی از نظر عموم در کلمه تونل خلاصه می‌شود ولی متخصصان این صنعت میان انواع سازه‌های زیرزمینی تفاوت قائل می‌شوند. این تفاوت‌ها شامل نوع و کاربری سازه، ابعاد، و نحوه ساخت آنها می‌شود. تونل‌ها، گالری‌ها، مغارها، و چاه‌ها هر یک دارای تعریف خاصی می‌باشند. به عنوان نمونه در بحث معدنکاری، گالری یا تونل، فضایی موقت جهت دسترسی و استخراج کانی‌ها می‌باشد در حالی که تونل‌های راه یا انتقال آب سازه‌های دائمی می‌باشند که این تفاوت در طراحی و نگهداری سازه موثر می‌باشد. برخی سازه‌های تاریخی همچون سکونتگاه‌ها، نیایشگاه‌ها، و آرامگاه‌های زیرزمینی و همچنین بعضی سازه‌های نوین مانند مغار نیروگاه‌ها، اتاقی شکل می‌باشند در حالی که بعضی سازه‌های دیگر همچون قنات‌ها و تونل‌ها دارای نسبت طول به عرض (یا قطر) بسیار بیشتری هستند.

This book will review different types of underground structures in Iran and their historic background. After a brief review of Iran's engineering history in chapter 1, ancient underground structures are reviewed in chapters 2 to 6. Chapter 7 introduces modern tunnelling methods, and chapters 8 to 14 review modern underground spaces in addition to their historic background.

The structures reviewed in this book introduce only a small fraction of engineering skills of ancient Iranians and include only a limited number of sites and modern tunnelling projects. It is certain though that ancient Iranians were advanced in their engineering knowledge; a path which is continued at present.

Acknowledgements

Many individuals have helped me throughout working on this book which is sincerely acknowledged. I would especially like to thank Mr. Abolghasem Mozafari (President of the Iranian Tunnelling Association) who has always been a source of encouragement and provided access to various project information. I am very grateful to Mr. Ali Majdfar for providing me with many of his beautiful photos in particular of historic locations, and Prof. Wulf Schubert (Head of the Institute of Rock Mechanics and Tunnelling, Graz University of Technology) for providing photos of his grandfather (Prof. L.v. Rabcewicz) of the time he worked in Iran on the northern section of the Trans-Iranian Railway. Special thanks go to Mr. Shahrokh Saadati for the beautiful graphic design of this book.

I would also like to acknowledge the help and cooperation of Ms. S. Jalali, Mr. A. A. Iranzadeh, Dr. M. H. Sadaghiani, Dr. M. Sharifzadeh, Mr. B. Farhangi, Mr. A. Salehi, Dr. O. Forough, Mr. B. Ahadi, Dr. M. Safi, Dr. M. Gharouni-Nik, Mr. Gh. Shamsi,

کتاب حاضر با مرور انواع این سازه‌ها اقدام به معرفی فضاهای زیرزمینی متفاوت و تاریخچه ساخت آنها در ایران از گذشته تا کنون نموده است. پس از مرور کوتاهی بر تاریخ مهندسی ایران و ابزار و مصالح قدیم در فصل ۱ و ۲، فصل‌های ۳ تا ۶ سازه‌های زیرزمینی قدیمی را مرور می‌نمایند. فصل ۷ به طور خلاصه روش‌های نوین تونلسازی را شرح می‌دهد و فصل‌های ۸ تا ۱۴ به مرور تاریخچه و معرفی فضاهای زیرزمینی جدیدتر می‌پردازند.

مطالب ارائه شده در هر فصل تنها بخش کوچکی از فعالیت‌های مهندسی و نمونه‌های محدودی از فضاهای زیرزمینی در ایران را تشکیل می‌دهد. آنچه مسلم است این است که ایرانیان در گذشته در رشته‌های فنی و مهندسی پیشرو بوده و در زمان حال نیز در راه پیشرفت گام بر می‌دارند.

تقدیر و تشکر

در نگارش و انتشار این کتاب اشخاص زیادی سهم بوده‌اند و بدین وسیله از تمامی کسانی که به نحوی اینجانب را یاری نموده‌اند سپاسگذاری می‌نمایم. از جناب آقای مهندس ابوالقاسم مظفری، رئیس انجمن تونل ایران، که همواره مشوق اینجانب بوده‌اند و دسترسی به اطلاعات پروژه‌های متعددی را امکان‌پذیر نمودند صمیمانه تشکر می‌نمایم. از آقای علی مجدفر برای در اختیار گذاشتن بی‌دریغ عکس‌های متعدد و زیبا به ویژه از مکان‌های زیرزمینی تاریخی، و همچنین از آقای پروفسور وولف شوبرت (مدیر گروه تونلسازی و مکانیک سنگ دانشگاه گراتس اتریش) که عکس‌های پدر بزرگ خود (پروفسور رابسویچ) از زمان اقامت ایشان در ایران و کار در بخش شمالی پروژه راه‌آهن سراسری ایران و ساخت پل ورسک را در اختیار اینجانب قرار دادند صمیمانه سپاسگذاری می‌نمایم. از آقای مهندس شاهرخ سعادت‌نی نیز که با صبر و حوصله تمام طراحی گرافیک و صفحه‌آرایی کتاب را انجام داده‌اند صمیمانه تشکر می‌نمایم.

همچنین از همکاری سرکار خانم مهندس صبا جلالی، آقایان مهندس امیر عبدالله ایران‌زاده، دکتر محمد حسین صدقیانی، دکتر مصطفی شریف‌زاده، مهندس بیژن فرهنگی، مهندس علیرضا صالحی، دکتر امید فروغ، مهندس بهمن احدی، دکتر محمد صافی، دکتر مرتضی قارونی نیک، مهندس غلامرضا شمسی، مهندس مسعود دائیان، مهندس جواد باقری، و نیز شرکت‌های توسعه منابع آب و نیروی ایران،

Mr. M. Daiyan, Mr. J. Bagheri, Iran Water and Power Resources Development Co., Tehran Province Water and Wastewater Co., Ministry of Roads and Urban Development, Islamic Republic of Iran Railways, Moshanir Power Engineering Consultants Co., Perlite Construction Co., Mahab Ghodss Consulting Engineering Co., Lar Consulting Engineers, and Herrenknecht A.G. Iran.

Even though it was tried to include information as accurate as possible in the text but some data varied in different sources, and some project specifications changed during design and construction phases. Hence some variations may be noticed. It is hoped to correct such deficiencies in future editions and comments in this regard would be very much appreciated.

Siamak Hashemi
May 2013

siamak_hashemi@yahoo.com

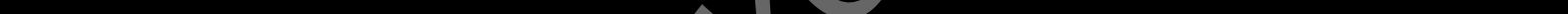
آب و فاضلاب استان تهران، معاونت بزرگراه‌های وزارت راه، راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران، خدمات مهندسی برق مشانیر، شرکت ساختمانی پرلیت، مهندسی مشاور مه‌اب قدس، مهندسین مشاور لار، و هرنگشت آ.گ. ایران قدردانی و سپاسگذاری می‌نمایم.

امید است که کتاب حاضر قدمی هر چند کوچک در راه معرفی تاریخچه فضا‌های زیرزمینی، تونل و تونلسازی ایران برداشته باشد. با وجود آنکه سعی شده در تهیه مطالب نهایت دقت اعمال گردد ولی به طور حتم این کتاب خالی از نقص نیست. اطلاعات موجود در برخی منابع گاه ناقص یا حتی متناقض بوده‌اند و جزئیات برخی پروژه‌ها در مراحل طراحی و اجرا تغییر نموده‌اند. بدینوسیله از خوانندگان ارجمند درخواست می‌شود که با ارائه نقطه نظرات و راهنمایی‌های خود و نیز اطلاعات کاملتر، نگارنده را در تصحیح، بهبود و تکمیل این مجموعه برای چاپ‌های آتی یاری نمایند.

سیامک هاشمی
خرداد ماه ۱۳۹۲

تاریخچه مهندسی در ایران

Chapter 1
The Brief History of Engineering in Iran



Introduction

Iran is a large country in southwest Asia that connects the Asian continent with Europe and Africa. The geographical position of Iran has turned it into the crossroad of civilizations and the access road of East and West. Persia was known as a cradle of science in earlier times, and Persians made important contributions to different fields such as medicine, mathematics, astronomy, literature, philosophy, and art. They also made various innovations in the field of engineering.

The excavation of Qanats with tens of kilometers length for water supply and irrigation, the construction of gravity and arch dams with heights up to tens of meters, construction of cisterns, wind towers, caravanserais, castles, bridges and other structures, some of which are still in use, are signs of advanced engineering through past centuries.

The extent of this country resulted in enormous geographic diversity. Two long and rugged mountain ranges, the Alborz and the Zagros mountains, combined with two very long coastlines, the Caspian Sea coast line in the north and the southern coastal plains of the Persian Gulf and the Gulf of Oman, in addition to the arid eastern and central basins of Iran have lead to the creation of diverse climates. This diversity is not limited to climate and it may also be seen in its inhabitants.

Geographical position of Iran

Ancient Iranians lived in a vast plateau bound from the east to the Hindu Kush mountains and from the west and southwest to the Zagros mountains. The Soleiman Mountains separated the plateau from the Indus river basin. It borders to the Persian Gulf from the south. Mesopotamia (meaning "[land] between rivers" in Greek) and

مقدمه

ایران سرزمینی گسترده در آسیای جنوب غربی است که همانند پلی سه قاره آسیا، اروپا و آفریقا را به هم متصل می‌کند. این جایگاه ویژه، سرزمین ایران را به چهار راه تمدن و گذرگاهی برای دسترسی شرق و غرب جهان به یکدیگر تبدیل کرده است، به گونه‌ای که تأثیر اندیشه‌های مردم این سرزمین بر تمدن‌ها و فرهنگ و آداب مردم دیگر بخش‌های جهان امری پذیرفته و اثبات شده است. اقوام باستانی ایران تبحر خاصی در انواع علوم و فنون زمان خود از جمله طب، ریاضیات، نجوم، ادبیات، فلسفه و هنر داشته‌اند و در این زمینه‌ها به پیشرفت‌های چشمگیری دست یافته بودند.

وسعت و گستردگی این سرزمین، گوناگونی اقلیمی آن را نیز به دنبال داشته، به طوری که می‌توان ایران را سرزمین دریاها و دریاچه‌ها، کوه‌ها و غارها، دشت‌ها و دره‌ها، صحراها و کویرها، رودها و آبشارها و سرزمین گرما و سرما به شمار آورد. مردمی که از دیر باز در بخش‌ها و اقلیم‌های گوناگون این سرزمین پهناور زندگی می‌کرده‌اند، به تدریج در دسته‌ها و گروه‌هایی گرد هم آمده و اقوام گوناگونی با شکل داده‌اند که با گویش‌ها و گاه زبان‌های مختلف ولی با ریشه و تمدنی یکسان، سالیان درازی است که در آبادانی این سرزمین می‌کوشند.

روند زندگی آدمی در این گستره پهناور و بازه زمانی طولانی، بازتاب‌های گوناگونی را به همراه داشته است و می‌توان از دیدگاه‌های مختلفی به آن نگریست. از دیدگاه معماری و مهندسی، ایرانیان پایه‌گذار و پدیدآورنده شماری از شگفت‌انگیزترین سازه‌های مهندسی جهان بوده‌اند. ابداع قنات برای تأمین آب و آبرسانی و حفر قنات‌هایی با طول چند ده کیلومتر، ساخت آب‌انبار و سیستم بادگیر، ساخت سدهای وزنی و قوسی با مصالح ابتدایی و با ارتفاع گاه تا چند ده متر، کاروانسراها، قلعه‌ها و دژها، پل‌ها و غیره که بسیاری از آنها تا به امروز کارایی خود را حفظ نموده‌اند، نشان از پیشرفت‌های درخشان مهندسی در سایه یک تمدن پیشرو و پایدار در قرن‌های گذشته دارد.

موقعیت جغرافیایی ایران

از دوران باستان، اقوام ایرانی‌زبان در فلاتی پهناور و کوهستانی که از شرق به کوه‌های بلند هندوکش و از غرب و جنوب غربی به سلسله کوه‌های زاگرس محدود می‌شد، زندگی می‌کردند. کوه‌های سلیمان این فلات را از حوضه رود سند جدا می‌سازد و خلیج فارس نیز مرز جنوبی آن است. نواحی بین‌النهرین و آسیای صغیر نیز در دوران باستان بخشی از قلمرو ایران بوده‌اند.

Asia Minor were also parts of Iran in Ancient times.

Iran has very warm summers and cold winters, although in lower parts of the country the climate is more moderate. Farming was common in river valleys where cultivating land was possible. Although most farmers were tent-dwellers, but both in the east and west animal husbandry was also carried out by residents. Animals were brought to higher grassland in mountains in summers and kept in river valleys during winter. Hunting was also of importance in different areas.

Iran is one of the oldest centers of agriculture in the world. Archeological findings show that Iran had a high level of agriculture in the fourth millennium B.C.; four or five thousand year old wheat and barley grains were found during excavations. Many plants and fruits found nowadays in Asia minor, central Asia, and near the Mediterranean sea, were planted 1000 B.C. in Iran. In the Karoun river valley, southwest of Iran, olive trees used to be planted. During the Sassanid era Iranians were planting sugar cane, rice and other plants^[1].

Beside the unequal water resources in Iran, the growing population, advances in agriculture, and reduction of rain, lead ancient Iranians to develop artificial irrigation systems and to construct related structures, some of which are known as masterpieces in human history. Ramified canals, ancient dams and weirs, and underground water conveyance tunnels, known as Qanat, are few such examples.

Inhabitants of Iran

The beginning of Iranian civilization dates back to the Old Stone Age or Paleolithic age^[2]. The Paleolithic era in Iran can be divided into three periods: Lower Paleolithic Period (800000 to 200000 B.C.), Middle Paleolithic Period (200000 to 40000 B.C.), Upper Paleolithic

از نظر آب و هوا، ایران دارای تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد است هر چند در بخش‌های کم ارتفاع‌تر و پست، شرایط اندکی ملایم‌تر است. در دره رودها، زراعت میسر بوده و در صحراها دامداری متداول است. دامداران اغلب چادر نشین هستند، هر چند در واحه‌ها دامداری به وسیله مردم مقیم و اسکان یافته صورت می‌گرفته است. دام‌ها را در تابستان به مراتع مرتفع کوهستانی می‌بردند و در زمستان در دره رودها نگاه می‌داشتند. شکار نیز در نواحی مختلف دارای اهمیت فراوان بوده است.

ایران یکی از کهن‌ترین کانون‌های زراعت در جهان است. حفاری‌های باستان‌شناسی نشان می‌دهند که ایران در چهارمین هزاره قبل از میلاد مسیح دارای سطح عالی زراعت بوده است. در ضمن این حفریات، دانه‌های گندم و جو با قدمتی در حدود پنج تا شش هزار سال یافت شده‌اند. بیشتر گیاهان و میوه‌های حوضه دریای مدیترانه و آسیای صغیر و میانه که اکنون شناخته شده‌اند در هزاره اول پیش از میلاد در ایران به عمل می‌آمده و کشت می‌شده‌اند. در جنوب غربی ایران، در دره رود کارون درخت زیتون عرس و پرورش داده می‌شد. در دوره ساسانیان نیز ایرانیان با کشت نیشکر، برنج و گیاهان دیگر به کشاورزی می‌پرداختند^[۱].

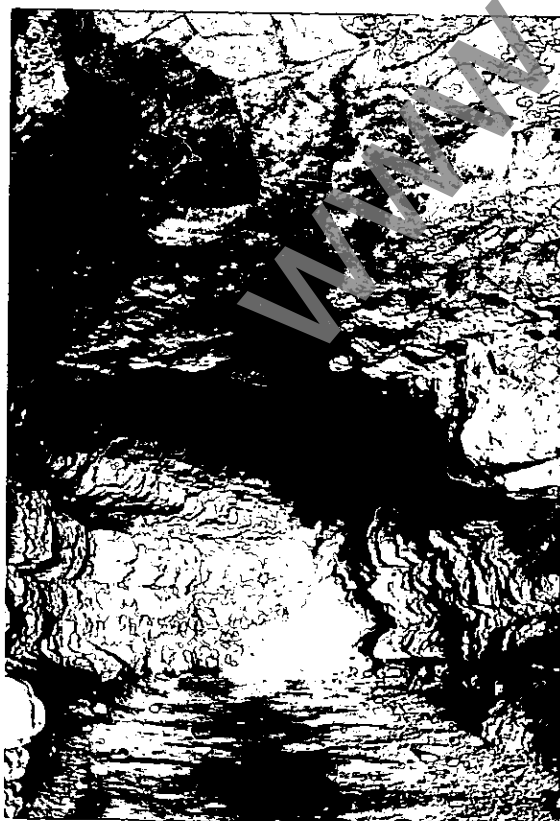
افزایش جمعیت، پیشرفت کشاورزی و کم شدن بارش و یکسان نبودن منابع آب در پهنه سرزمین ایران سبب شد که ساکنان آن از گذشته‌های دور به اندیشیدن پیرامون راه‌های آبیاری مصنوعی و ساخت و پدید آوردن سازه‌های مرتبط با آن روی آورند و بدین طریق شماری از مهمترین سازه‌های تاریخ تمدن آدمی را ایجاد کردند. از این میان می‌توان از ترعه‌ها و کانال‌ها، انواع سدها و شبکه‌های پیچیده و شگفت‌انگیز آبیاری، و تونل‌های انتقال آب تحت عنوان کاریز یا قنات یاد نمود.

ساکنان ایران

نخستین نشانه‌های حضور انسان در سرزمینی که اکنون ایران نامیده می‌شود، به دوران اولیه تمدن آدمی یعنی دوره پارینه سنگی (عصر حجر قدیم) می‌رسد^[۲]. این دوره در ایران به سه دسته کلی تقسیم می‌شود: دوره پارینه سنگی قدیم (از حدود هشتصد هزار سال تا دویست هزار سال پیش از میلاد)، پارینه سنگی میانی (از حدود دویست هزار تا

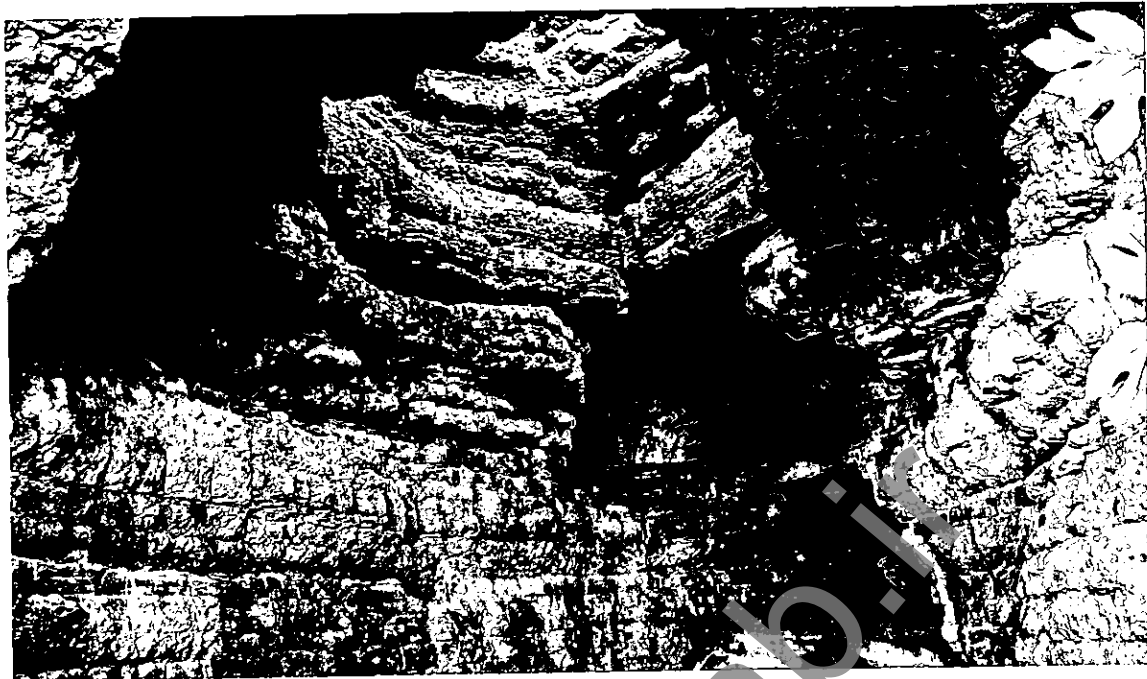
Period (40000 to 18000 B.C.). This period was followed by the Epipaleolithic (18000 to 11000 B.C.), and Neolithic (11000 to 6000 B.C.) periods. Prehistoric sites in Iran are known primarily from caves and rock shelters in the central Zagros mountains along with a few sites on the Caspian Sea coast and scattered sites on the desert plateau. Stone artifacts, blades and bladelet tools in addition to human and animal remains are amongst the findings of these periods. Examples of Lower Paleolithic era include findings in Darband Cave in Gilan province ^[3]. Various remains of Middle Paleolithic Mousterian have been found in Warvasi Cave ^[4, 5], Bisotun Cave ^[6, 7, 8] near Kermanshah, and Kunji Cave ^[9] and Arjaneh Cave near Lorestan. The Yafteh Cave is an example of an upper Paleolithic site in Lorestan province ^[10, 11]. Findings of the Epipaleolithic era include those of the Huto Cave and the Kamarband (Belt) Cave ^[6, 12] and Ali Tappeh Cave ^[13] in Mazandaran province.

چهل هزار سال پیش از میلاد)، و پارینه سنگی نوین (حدود ۴۰ هزار تا هجده هزار سال پیش از میلاد). پس از آن، دوره میان سنگی یا فراپارینه سنگی (حدود هجده هزار تا یازده هزار سال پیش از میلاد) و دوران نوسنگی (حدود یازده هزار تا شش هزار سال پیش از میلاد) آغاز شدند. آثار مربوط به این دوره‌های پیش از تاریخ در ایران در غارها و پناهگاه‌های صخره‌ای در مناطق زاگرس مرکزی، مناطق ساحلی دریای خزر و تعدادی نقاط پراکنده در فلات ایران شناخته شده‌اند. آثار به جای مانده از تمدن این دوره‌ها شامل بقایای انسان‌ها، حیوانات و ابزار سنگی شکار و جمع‌آوری غلات است. از جمله آثار یافت شده مربوط به دوره پارینه سنگی قدیم می‌توان به آثار موجود در غار دربند در گیلان اشاره نمود ^[۳]. آثار مربوط به دوره پارینه سنگی میانی در غار وارواسی ^[۴، ۵]، غار بیستون (معروف به غار شکارچیان) ^[۶، ۷، ۸] در نزدیکی کمانشاه، غار کنجی ^[۹] و غار ارژنه در نزدیکی لرستان به دست آمده‌اند. آثار مربوط به دوره پارینه سنگی نوین در غار یافteh در استان لرستان ^[۱۰، ۱۱] و آثاری از دوره میان سنگی در غار کمربند و غار هوتو ^[۱۲، ۱۳] و غار علی تپه ^[۱۲] در استان مازندران یافت شده‌اند.



غار هوتو (راست) و غار کمربند (چپ)

Kamarband Cave (left) Huto Cave (Right)



غار کمر بند
Kamarband Cave

Almost ten thousand years ago hunters gradually changed their lifestyle and first villages were built. Agriculture, stock farming, pottery, weaving, and construction of houses began at that time. Ancient locations such as the Sialk mound in Kashan, Cheshmeh Ali in Rey, and Ganj Darreh in Hamedan are reminders of those times.

The migration of humans and civilizations throughout history always occurred to improve living conditions, which in ancient times meant more water and fertile ground. In this process and by the end of the Neolithic era, some Indo-European tribes called Arya (Sanskrit word for noble or free born) migrated with their herds from the east and central Asia into the eastern parts of Iran's plateau. They called this land Aryanam Khashathram -the land of Aryans- which gradually changed to Eran-Shahr and finally to Iran. In Iran too, people moved to different locations in search for more fertile ground. In this process and with the development of villages, first urban communities originated and cities were founded

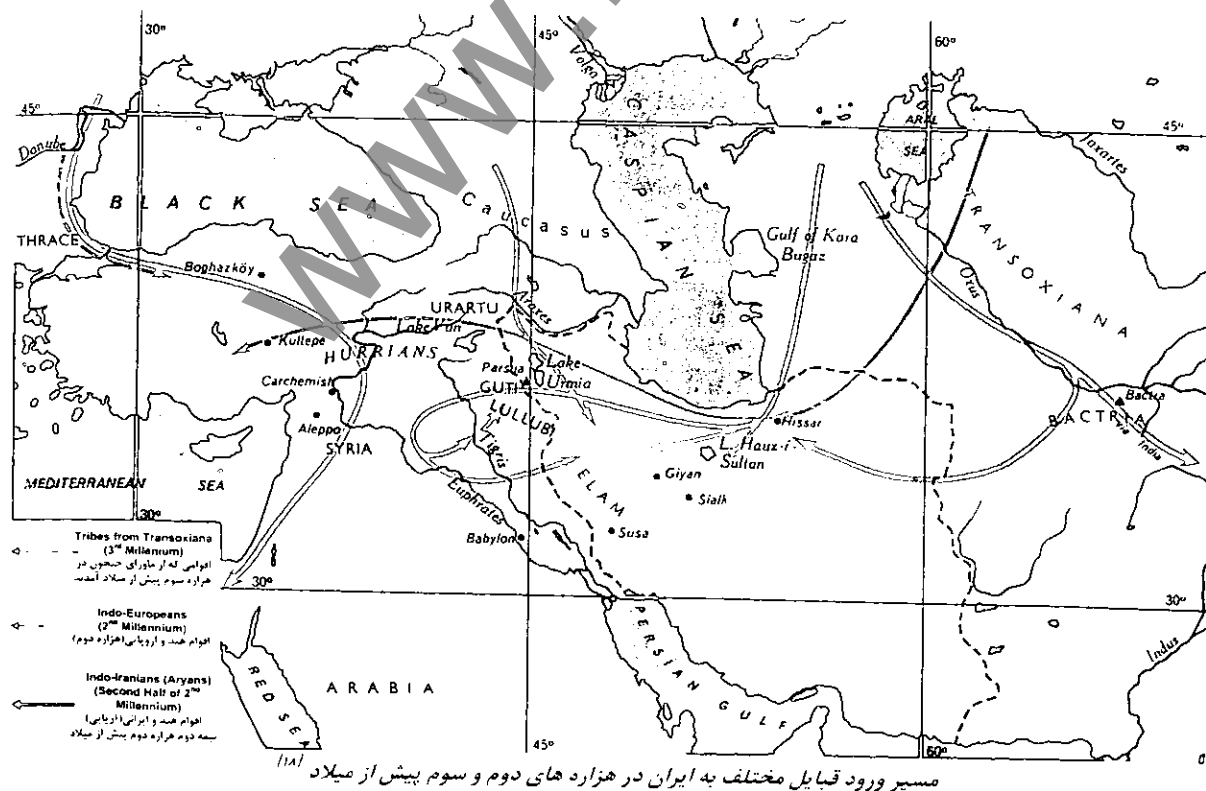
از حدود ده هزار سال پیش جوامع شکارچی به تدریج روش زندگی خود را تغییر داده و نخستین دهکده‌های جهان را در نقاط مختلف بر پا کردند و زندگی کشاورزی، دامداری، ساخت سفال، پارچه‌بافی و خانه‌سازی را آغاز نمودند. محوطه‌های باستانی سیلک کاشان، چشمه‌علی ری، تپه زاغه قزوین، و گنج دره همدان یادآور این مرحله از زندگی در ایران هستند.

مهاجرت‌های انسان‌ها و جابجایی تمدن‌ها در طول تاریخ همواره به منظور دستیابی به شرایط بهتر برای زندگی انجام شده است، که در دوران باستان این شرایط شامل آب فراوان‌تر و خاک حاصلخیزتر بوده است. در پی دشوار شدن شرایط اقلیمی و کمبود چراگاه‌ها اقوام هند و اروپایی از جمله گروهی به نام آریا (به معنی آزاده و شریف) به سمت فلات ایران کوچ کرده و در این سرزمین سکونت گزیدند و آنرا آریانام خَشْتَرَام یا سرزمین آریاییان نام نهادند که بعدها به ایران‌شهر و سرانجام به ایران تغییر یافت. مهاجرت آریایی‌ها به فلات ایران یک مهاجرت تدریجی بود و در دوره‌های مختلف صورت گرفت که از اواخر دوره نوسنگی آغاز شد. در سرزمین ایران نیز مردم با کوچ‌های خود به دنبال پهنه‌های حاصلخیزتر در گستره این سرزمین جابجا می‌شدند. به تدریج و با گسترش روستاها نخستین جوامع شهری پدیدار شده و نخستین شهرها به همراه سازه‌ها و ویژگی‌های مهندسی خود پدید آمدند. نخستین جوامع شهرنشین دشت خوزستان در شوش و چغامیش در حدود

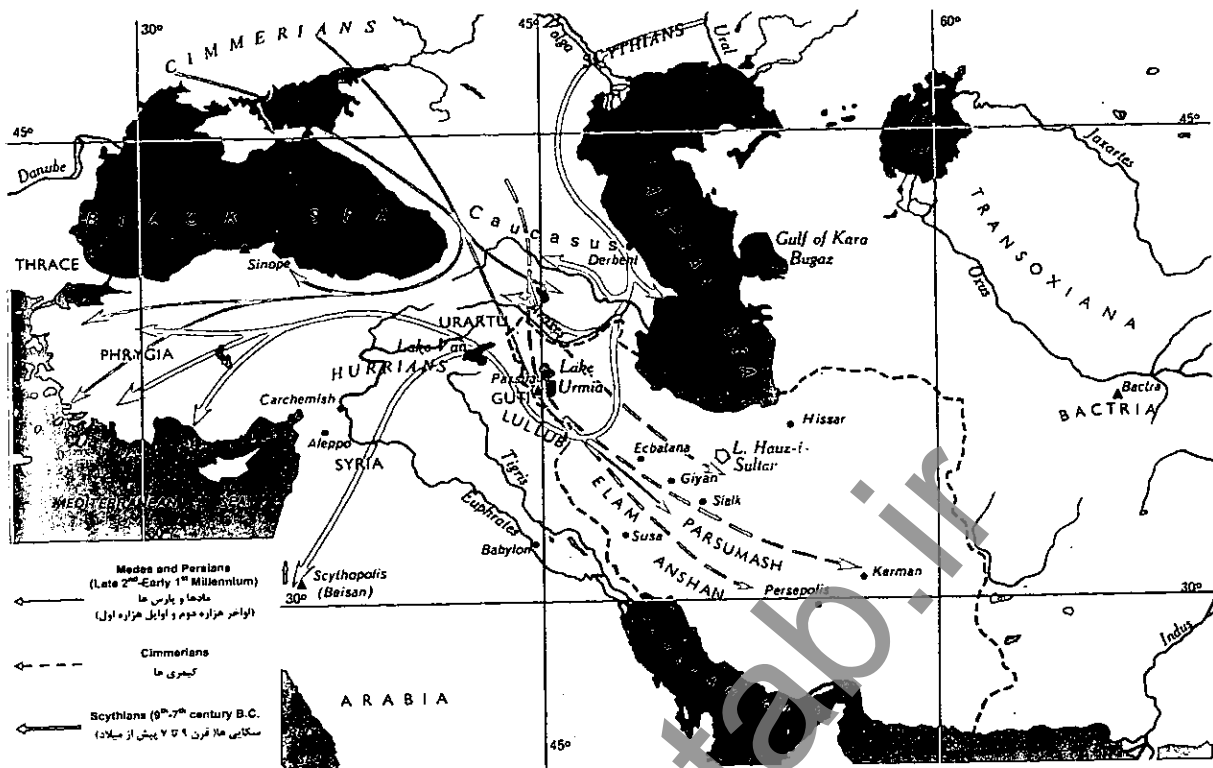
and structures requiring special engineering skills were built. First urban settlements were established by inhabitants of the Khuzestan plain in Susa and Chogha Mish about 6800 years B.C. [14, 15]. Remains of Shahr-e-Sukhte (meaning "The Burnt City") in Sistan and Balouchestan province dating back to 3200 B.C., is another demonstration of civilization east of prehistoric Persia [16, 17].

At the same time other settlements were established in neighbouring countries in areas such as in Mesopotamia, west of Tigris, east of the Amu River, north of the Aral Sea, and north of Caucasus mountains. During the first millennium B.C. different tribes settled in Iran which included the Median tribes who settled in the northwestern parts of Iran, the Persian tribes who settled in the southwest, and the Parthians who settled in the east.

۶۸۰۰ سال پیش از میلاد ایجاد شدند [۱۴، ۱۵] و به تدریج تمدن با شکوه عیلام را پایه‌ریزی کردند. باقیمانده‌های شهر سوخته در سیستان و بلوچستان با قدمتی در حدود ۳۲۰۰ سال پیش از میلاد نمونه دیگری از شهرنشینی در ایران باستان می‌باشد [۱۶، ۱۷]. به موازات رشد جوامع شهرنشین در ایران، در سرزمین‌های همسایه مانند میان‌رودان (بین‌النهرین) و غرب رودخانه دجله و شرق رودخانه جیحون (آمودریا) و شمال دریاچه آرال و شمال کوه‌های قفقاز نیز تمدن‌ها و جوامع شهرنشین دیگری به وجود آمدند. در طول هزاره اول پیش از میلاد در پی یورش‌هایی که از بیرون از سرزمین ایران سرچشمه می‌گرفت و دست‌اندازی‌هایی که همسایه‌گان غربی و شرقی بر روستاها و شهرهای داخل فلات ایران داشتند، دسته‌ها و گروه‌های نزدیک به هم در بخش‌های گوناگون ایران برای دفاع از خود، گرد هم آمده و هم‌پیمان گردیدند که در پی آن سه گروه عمده به نام پارت‌ها، مادها و پارس‌ها در ایران مستقر شدند. بخش پارتی سرزمین ایران از مرکز به سوی شمال شرقی تا رودخانه جیحون، بخش مادی از مرکز به سوی شمال غربی و تا رودخانه دجله (تیگره)، و بخشی که در آن پارسها ساکن بودند، از مرکز به سوی جنوب و جنوب غرب تا دریای پارس که هم‌اکنون خلیج فارس خوانده می‌شود، را در بر می‌گرفت.



Invasion and settlement of the Iranian Plateau in the 3rd and 2nd Millennia B.C. [18]



مسیر ورود قبایل مختلف به ایران در اواخر هزاره دوم و ابتدای هزاره اول پیش از میلاد [۱۸]

Invasion and settlement of the Iranian Plateau in the late 2nd and early 1st Millennium B.C. [18]

The birth of Iran

Growing population, and development of urban areas and social relations between different tribes and groups, resulted in industrialization. Many people became active in mining and exploitation of minerals such as iron, copper, lead, silver, gold, and building stones such as granite and marble, and precious stones. This activity was especially favoured in mountainous areas. Craftsmanship and farming made many residents of these areas wealthy. Attacks from Assyrians and tent-dwellers of neighbouring countries in the west, united different settlements and Median cities to confront these attacks. A powerful central state was established in Ecbatana (today's Hamedan) around 700 B.C. The first Iranian King, Deioces, founded the first Iranian government and by the beginning of the 6th century B.C. he united Persian tribes. His grandson Cyaxares, joined forces with the Babylonians. This alliance overthrew the

تولد ایران

با افزایش جمعیت، گسترش شهرنشینی و افزایش روابط اجتماعی میان دسته‌ها و گروه‌های گوناگون مردم، پدیده صنعت و صنعت‌گری نمودار شد و دسته‌هایی از مردم با استخراج کانی‌هایی مانند آهن، مس، سرب، نقره، طلا و نیز سنگ‌های ساختمانی همچون گرانیت و مرمر و دیگر سنگ‌های گران‌بها به معدنکاری روی آوردند. در سرزمین ایران و به ویژه در مناطق کوهستانی، این حرفه گسترش بیشتری یافت و مردم این بخش‌ها با پشتوانه پدیده صنعت و نیز بهره‌گیری از کشاورزی و دامپروری از ثروت و دارایی زیادی برخوردار شدند. یورش‌های پی در پی و دست‌اندازی‌های آشور و نیز چادرنشینان سرزمین‌های غربی، دولت‌های کوچک محلی و شهرهای ماد را بر آن داشت تا با یکپارچه شدن و اتحاد، دولت مرکزی نیرومندی را پایه‌گذاری کنند و در برابر این یورش‌ها مقاومت کنند. نتیجه این همبستگی پایه‌گذاری دولتی مستقل و متمرکز در منطقه‌ای به نام اکباتان به مرکزیت شهر هگمتانه (همدان کنونی)، به وسیله دیاکو نخستین پادشاه ایران در حدود ۷۰۰ سال قبل از میلاد شد. این دولت مرکزی در آغاز سده ششم پیش از میلاد توانست قبایل پارس را نیز مطیع و متحد خود نماید. در نهایت بزرگترین پادشاه دولت ماد،

Assyrian Empire and destroyed Nineveh in 612 B.C., following which the new Iranian Empire was born. Cyaxares was succeeded by his son, Astyages, who was the maternal grandfather of Cyrus the Great. Cyrus overthrew the Median Empire in 550 B.C. and founded the Achaemenid kingdom. Under his rule the empire expanded vastly and eventually conquered most of southwest Asia and much of central Asia and the Caucasus and he created the largest empire the world had yet seen. He played a crucial role in defining the national identity of modern Iran and is recognized for his achievements in politics, military strategy, and in human rights. In an inscribed cylinder made of clay (length 22.5 cm and maximum diameter 10 cm), which was found by Hormazd Rassam in 1879 in Babylon [19], Cyrus the Great presented the world with the cylinder of human rights, known as "The Cyrus Cylinder". It was originally inscribed and buried in the foundations of a wall after Cyrus the Great captured Babylon in 539 B.C. The text is written in Babylonian cuneiform and although there is no direct reference to human rights in the inscription but the text clearly shows the humane and respectful treatment by a ruler toward his people. Today, this would be considered a matter of human rights.

هوخشتره توانست در اتحادی با دولت بابل، شهر نینوا پایتخت امپراتوری آشور را در سال ۶۱۲ قبل از میلاد محاصره و ویران نماید و به این ترتیب با پایان دولت آشور، امپراتوری جدید ایران متولد شد. پس از ایشتوویگو (آزدهاک - آخرین پادشاه ماد)، کوروش بزرگ با پایه‌گذاری یک هم‌پیمانی میان مادها، پارسها، پارتها و مکرانها، در سال ۵۵۰ پیش از میلاد، دولت مرکزی نیرومندی را با نام دولت هخامنشی بنیان نهاد. کوروش و جانشینان او با وضع قوانین مدون اجتماعی و سیاسی و ایجاد تشکیلات منظم به بسط و توسعه قدرت خود پرداختند.

در کتیبه‌ای که از ویرانه‌های بابل (عراق کنونی) در سال ۱۸۷۹ میلادی توسط هورمزد سام پیدا شد [۱۹] کوروش بزرگ منشور حقوق بشر را به جهانیان عرضه کرد. این استوانه به طول ۲۲/۵ سانتیمتر و حداکثر قطر ۱۰ سانتیمتر که از جنس گل رس می‌باشد و به خط میخی بابل بر آن نگاشته شده، بعد از فتح شهر به وسیله کوروش در سال ۵۳۹ پیش از میلاد در پای دیواری از شهر بابل دفن شده بود. هر چند در منشور کوروش به طور مستقیم از حقوق بشر سخن گفته نشده ولی می‌توان به روشنی نمونه‌ای از رفتار انسانی و احترام‌آمیز یک فرمانروا با مردم را برداشت نمود که بر اساس معیارهای امروزی به عنوان حقوق انسانی شناخته می‌شود. این دولت موفق شد قلمرو ایران را در بخش‌های وسیعی از آسیا، اروپا و آفریقا گسترش دهد. از این پس تا سده‌ها افزون بر قوانین اجتماعی و سیاسی پیشرو، دانش‌های مهندسی و فنی نیز در سرزمین ایران گسترش چشمگیری پیدا کرد.



منشور کوروش

The Cyrus Cylinder

Engineering in Iran

The history of engineering began at a time when humans started using different materials to improve living conditions and became familiar with their properties. The history of civilization is actually the story of finding and exploiting these materials.

Archeological studies have shown that Iran was one of the first civilizations in human history. Many engineering techniques originated in Iran which later advanced in Iran itself or in other places. Several sources of ancient engineering from different eras have remained in Iran, each having their own method and style.

With the change of lifestyle and spread of agriculture and farming, village societies were formed and craftsmanship such as cloth-weaving, pottery and construction became common. Much of the development and extent of culture, science, and craftsmanship dates back to the Median era. Ancient sites such as Ecbatana (today's Hamedan), Noushijan in Malayer, Baba-Jan in Lorestan, Godin-Tappeh in Kermanshah, and several tombs in the west of Iran are remainders of that era.

With the beginning of the Achaemenid era the use of Aryan language, Zoroastrian religion, and the usage of the "old Persian cuneiform script" consisting of 36 phonetic characters and 8 logograms^[20, 21] became common. Many new developments occurred in the fields of art, science and craftsmanship during that time. The use of animal skin for writing, construction of dams to develop agriculture, mintage of coins and use of money for trade instead of exchange of necessities, establishing courier services and the first known real postal system^[22] are some of the achievements of that era.

Engineering activities at that time included the construction of the Royal Road which connected most of the major cities of the empire such as Persepolis, Susa, and Ecbatana to cities in

مهندسی در ایران

تاریخ مهندسی و فنون از زمانی آغاز شد که انسان مواد پیرامون خود را برای ادامه حیات و نیز زندگی بهتر به کار گرفت و به تدریج با ویژگی‌های مواد و مصالح آشنا شد و با نوآوری و سازندگی بر طبیعت پیرامون خود چیره گردید. تاریخ تمدن بشر، در حقیقت سرگذشت تمدن مادی او و تاریخ مهندسی و شناخت و دست‌یابی بشر به مواد و بهره‌برداری از آنها است.

تحقیقات باستان‌شناسی نشان داده است که سرزمین ایران از نخستین زادگاه‌های تمدن بشری است. تاریخ فنون و مهندسی در بسیاری از رشته‌ها از ایران سرچشمه گرفته و در این کشور یا در سرزمین‌های دیگر به تکامل رسیده است. آثار متنوع بسیاری در زمینه‌های گوناگون مهندسی در طول دوره‌های مختلف تاریخی ایران به‌جا مانده است، که بسته به دوره تاریخی زمان ساخت، دارای سبک و مصالح ویژه خود می‌باشند.

با تغییر شیوه زندگی و رواج کشاورزی و دامپروری، زندگی روستایی شکل گرفته و صنایعی همچون پارچه‌بافی، سفال‌گری و خانه‌سازی ایجاد شدند. با پدید آمدن نخستین جوامع شهری در گوشه و کنار ایران، ساکنان این سرزمین هنر و صنعت خویش را با تجربه‌ها و هنر پیشینیان آمیختند و سبک ویژه خود را ایجاد نمودند. بخش زیادی از پیشرفت و گسترش فرهنگ، دانش و صنعت ایران به دوره نیرومند شدن دولت ماد در غرب ایران باز می‌گردد. محوطه‌های باستانی هگمتانه همدان، نوشیجان ملایر، باباجان لرستان و گودین‌تپه کرمانشاه و نیز شمار زیادی از آرامگاه‌ها و گورهای صخره‌ای غرب ایران یادگار آن دوره هستند.

با آغاز دولت هخامنشی زبان آریایی، دین زرتشتی، الفبا و خط میخی هخامنشی با سی و شش حرف و هشت اندیشه نگاشت (نماد تصویری)^[۲۰، ۲۱] گسترش یافتند. همچنین پشتیبانی این دولت از دانش، هنر و صنعت، سبب نوآوری‌ها و پدید آمدن پیشرفت‌های چشم‌گیری شد. از آن جمله می‌توان به بهره‌گیری از پوست حیوانات و قلم برای نوشتن، ساخت سد و بند برای بهره‌گیری از آب و گسترش کشاورزی، رواج سکه و پول به جای داد و ستد پایاپای، و پایه‌گذاری چاپارخانه و نخستین سیستم معتبر پستی در جهان^[۲۲] اشاره نمود.

از جمله آثار مهندسی قابل توجه آن زمان می‌توان به ایجاد راه‌های ارتباطی زمینی و دریایی اشاره نمود. در کنار ایجاد