

प्रस्तावना

INTRODUCTION

अध्याय CHAPTER 1

विज्ञान प्रकृति और जीवधारियों से संबंधित हमारे ज्ञान का संवर्धन करता है। यह ब्रह्माण्ड की कई अज्ञात चीजों का पता लगाने में मनुष्यों की सहायता करता है तथा व्यावहारिक समस्याओं का समाधान प्रस्तुत करता है। वस्तुतः मानव जीवन की गुणवत्ता को सुधारने के साथ-साथ विज्ञान के कई अन्य कार्य भी हैं। यद्यपि प्राचीन काल में मनुष्य ने आधुनिक युग की तरह उन्नति नहीं की थी, विज्ञान अज्ञात था, फिर भी मनुष्य को यह आभास था कि जीवित रहने के लिए जल अत्यन्त महत्वपूर्ण है और इसलिए प्राचीनतम सभ्यताएं मुख्य रूप से "जल-चालित" (हाइड्रोलिक) प्रकृति की रही हैं क्योंकि उनकी भिन्न-भिन्न आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए जल एक विश्वसनीय स्रोत रहा है। नदियों ने उन लोगों के जीवन तथा जीवन शैली में ऐसी महत्वपूर्ण भूमिका निभाई कि उनकी सभ्यताओं को नदी घाटी सभ्यता जैसे मेसोपोटामिया में टिग्रीस घाटी सभ्यता, चीन में होवांग-हो घाटी सभ्यता तथा भारत में सिंधु घाटी सभ्यता नाम से जाना जाता है। इनमें से अधिकतर सभ्यताएं 3500 से 300 ई.पू. तक उपस्थित थी और इस बात के ऐतिहासिक साक्ष्य उपलब्ध हैं जो यह दर्शाते हैं कि नदियों को अक्षुण्ण रखने तथा उनसे अधिकाधिक लाभ के साथ-साथ बाढ़ और सूखे के कारण होने वाली क्षति से उनकी सुरक्षा के लिए कुछ अभियांत्रिक उपायों को भी अपनाया गया था।

Science improves our knowledge of the nature and living beings. It helps the humans to investigate the several unknowns of the universe and generates solutions for practical problems. In fact, science has several functions, including the attempt to improve the quality of the human life. In ancient days, although science was unknown as such, yet man had realized the importance of water for survival, and therefore, the earliest

civilizations were distinctly and predominantly hydraulic in character as they owed their origin to reliable sources of water to meet their various needs. Rivers played such a pivotal role in the life and living of those people that their civilizations came to be known as river valley civilizations. Prominent among these were the Nile valley civilization in Egypt, the Tigris valley civilizations in Mesopotamia, the Howang-Ho



हड़प्पा शहर में खुदाई के दौरान मिला प्राचीन कुंआ (3300–2500 ई.पू.)
Ancient well in Harappa City found during excavation (3300-2500 BC)
(स्रोत / Source : Wikipedia)



valley civilization in China and the Indus valley civilization in India. Most of these civilizations existed from 3500 to 300 BC and there are historical evidences to show that certain engineering measures were adopted by them to sustain as well as enhance benefits from rivers and also to protect against damages due to floods and droughts.

मानव जाति ने लगभग 10000 वर्ष पहले स्थायी बस्तियों की स्थापना की एवं लोगों ने जीने के लिए खेती-बाड़ी के तरीके अपनाए। स्थायी रूप से बसने तथा कुछ सीमा तक सुरक्षित जीवन के कारण, जनसंख्या पहले से कहीं अधिक तेजी से बढ़ने लगी तथा व्यवस्थित कृषि जीवन द्वारा गांवों, शहरों और अन्ततः राज्यों का निर्माण संभव हुआ और ये सभी जल पर अत्यधिक निर्भर थे (वोरिनिन एवं अन्य, 2007)। इसने मनुष्यों और जल के बीच एक अद्वितीय संबंध बनाया। प्राचीन सभ्यताएं जैसे कि सिंधु घाटी, मिस्र, मेसोपोटामिया और चीनी उन स्थानों पर विकसित हुईं जहाँ कृषि तथा मानव आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए जल सुगमता से उपलब्ध था, यानि झरनों, झीलों, नदियों तथा समुद्र तल से निकट (यन्नोपोलस एवं अन्य, 2015)। सामाजिक स्थिरता के साथ-साथ नदियों से अधिकाधिक लाभ लेने और हानिकारक बाढ़ और अन्य हाइड्रोलोजिकल चरम घटनाओं से बचाने के लिए वस्तुतः सभी प्राचीन सभ्यताएं अत्यधिक विकसित तथा तकनीकी रूप से सुसज्जित थीं। गुरुत्वाकर्षण के प्रयोग द्वारा अधिक दूरी तक जल पहुंचाने के लिए लम्बे एक्वाडक्ट सिस्टम (वास्तव में, कभी-कभी 100 कि.मी. से अधिक) का भी उपयोग किया जाता था। इसके अलावा, कांस्य युग (लगभग 3200-1100 ई.पू.) के समय से वर्षा जल के संग्रहण के लिए जलकुंडों, नहरों और भूजल कूपों का भी उपयोग किया जाता था। हालांकि, इन सभ्यताओं के पतन और इनमें से कुछ के क्रमिक क्षय को मानव जाति द्वारा लाभ अर्जित करने के लिए नदियों के हाइड्रोलॉजी और हाइड्रोलिक्स में हस्तक्षेप के प्रतिकूल और हानिकारक परिणामों से निपटने की अक्षमता के लिए भी माना जा सकता है। स्कारबोरा एवं अन्य (2003) तथा आर्टलोफ एवं अन्य (2009) ने समीक्षा की है कि किस तरह पूर्वी प्रबंधन ने पूर्वी और पश्चिमी गोलाध्रुवों में विशिष्ट उदाहरणों के माध्यम से प्राचीन सामाजिक संरचनाओं और संगठनों को प्रभावित किया जिसमें पूरा प्राचीन विश्व सम्मिलित था।

Human kind established permanent settlements about 10,000 years ago

when people adopted an agrarian way of life. Due to settled and somewhat secured life, population began to expand faster than ever before. Settled agricultural life made it possible to construct villages, cities and eventually states, all of which were highly dependent on water (Vuorinen et al., 2007). This created a unique relationship between humans and water. Most of the ancient civilizations, i.e., Indus valley, Egyptian, Mesopotamian and Chinese were developed at places where water required for agricultural and human needs was readily available, i.e., close to springs, lakes, rivers and at low sea levels (Yannopoulos et al., 2015). Most ancient civilizations were highly developed and technologically equipped for societal sustainability as well as to enhance benefits from rivers and also to protect against damaging floods and



मोहन जोदड़ो का महान स्नानागार
The Great Bath of Mohenjo-daro
(स्रोत / Source : Wikipedia)



other hydrological extremes. Water transport over long distances was based on gravity. Thus, long aqueduct systems (indeed, sometimes exceeding 100 km) were used to convey water over large distances, using gravity. Also, water cisterns for harvesting rainwater, canals and ground water wells were practiced since the Bronze Age (ca. 3200–1100 BC). However, fall of these civilizations and gradual decay of some of them were partly prompted by mankind's creeping inability to cope up with adverse and damaging consequences of his interference with hydrology and hydraulics of the respective rivers in his attempts to derive benefits. Scarborough et al. (2003) and Ortloff et al. (2009) have reviewed how water management affected ancient social structures and organization through typical examples in the Eastern and Western hemispheres, covering the whole ancient world.

यह सर्वविदित है कि आध्यात्मिक मूल्यों के संदर्भ में भारतीय विरासत एक महान और उत्कृष्ट तथा संभवतः अद्वितीय है, जैसा कि पश्चिम के कुछ महान व्यक्तियों ने प्रमाणित किया है जिन्होंने संस्कृत सीखने के लिए कठिन परिश्रम किया और विश्व को सुप्रसिद्ध वेद और उपनिषदों का अंग्रेजी एवं जर्मन में अनुवाद प्रस्तुत किया। आध्यात्मिक विकास के अलावा प्राचीन भारत ने विज्ञान के विकास को भी प्रदर्शित किया। सिंधु घाटी सभ्यता जो कि सबसे पुरानी तथा सबसे विकसित सभ्यताओं में से एक है, विस्तार में दुनिया की सबसे बड़ी तथा प्रोटो-ऐतिहासिक भारतीय उपमहाद्वीप में विज्ञान तथा समाज के विकास के स्तर का प्रतीक है। प्राचीन भारतीय साहित्य, वेदों के युग से, विज्ञानों के इस विकास को प्रदर्शित करते हैं जिसमें जलविज्ञान भी शामिल है। सौभाग्य की बात है कि प्राचीन भारतीय संस्कृत के उत्कृष्ट कार्यों को संरक्षित किया गया है तथा भारत में विदेशी संस्कृतियों एवं जातियों का कई सदियों तक अधिपत्य होने के बाद भी इसे खोया नहीं गया है।

It is well known that in the realm of spiritual values, the Indian heritage has been great and sublime and perhaps unparalleled, as testified by some of the great personalities of the west who underwent the toil of learning Sanskrit and presenting the world with translation of the renowned texts

of Vedas and Upanishads in English and German. Besides the spiritual growth, ancient India also exhibited the growth of science. The Indus Valley civilization, one of the earliest and most developed civilizations of that time, was the world's largest in extent and epitomises the level of development of science and societies in proto-historic Indian sub-continent. Ancient Indian literature, dating back from the age of the Vedas, further witnesses this development of sciences (including the water science). It is a good fortune that the ancient Indian Sanskrit works have been preserved and not lost through centuries of domination by alien races and alien cultures in India.

प्राचीन भारत में विज्ञान

Science in Ancient India

विज्ञान की दुनिया के बहुत कम शोधकर्ता ही इस बात की जानकारी रखते हैं, जैसा कि वैज्ञानिकों द्वारा समझा और स्वीकारा गया है कि प्राचीन संस्कृत साहित्य में कितना विज्ञान निहित है। यह एक अहम प्रश्न है कि “क्या प्राचीन ऋषियों-संतों ने आधुनिक विज्ञान के श्रमपूर्वक एकत्र किए गए प्रेक्षण आंकड़ों तथा उचित संकल्पना के माध्यम से उन्हें समाकलित करने की कार्य पद्धति को अपनाया होगा”। सर्वविदित है कि अन्तर्निहित सच्चाई को समझने के माध्यम के रूप में प्रेक्षण को नजरअंदाज नहीं किया जा सकता था।

Very few workers in the scientific world are aware of how much science, as understood and accepted by scientists, is contained in the ancient Sanskrit literature. It is a moot question whether the ancient sages had adopted the methods of modern science of laboriously collecting observational data and integrating them through appropriate concepts into useful and acceptable truths. Observation as a medium of realizing the underlying truths could not have been ignored.

विज्ञान को “प्राकृतिक घटनाओं के सुव्यवस्थित ज्ञान और जिन संकल्पनाओं में इन घटनाओं को व्यक्त किया गया है, उसके बीच संबंधों के तर्कसंगत अध्ययन” के रूप में परिभाषित किया जाता है। इसका व्यापक अर्थ “भौतिक जगत को वर्णित



तथा नियंत्रित करने की एक व्यवस्थित कार्यपद्धति" भी है। यह देखा जा सकता है कि वैज्ञानिक जो कुछ भी इस प्रकृति में पाते हैं वह उन्हें उसी क्रम में एक तार्किक एवं अनुकूल विवरण प्रदान करते हैं। यह प्रक्रिया मानव जीवन को धीरे-धीरे प्रभावित करती है।

Science is defined as ordered knowledge of natural phenomena and the rational study of the relations between the concepts in which these phenomena are expressed. It is in its widest sense, "a systematic method of describing and controlling the material world". It can be seen, as it stands at any moment, as a logical and coherent account of that order which the scientists of the time find in nature. It progressively affects man's life.

भारत में तीसरी/चौथी सहस्राब्दी ई.पू. के प्रारम्भ में एक उच्च विकसित सभ्यता जिसे सिंधु घाटी सभ्यता या हड़प्पा सभ्यता (कांस्य युग सभ्यता) के रूप में जाना जाता है, पाकिस्तान और उत्तर-पश्चिम भारत के क्षेत्रों में सिंधु नदी के उपजाऊ मैदानी भागों में पनपी। हड़प्पा सभ्यता मुख्य रूप से आज के भारतीय राज्य के गुजरात, हरियाणा, पंजाब, राजस्थान, उत्तर प्रदेश, जम्मू एवं कश्मीर राज्य तथा आज के पाकिस्तानी सिंध, पंजाब तथा बलोचिस्तान प्रांतों में स्थित थी। यह मुख्य रूप से सिंधु तथा घग्गर-हाकरा नदी के क्षेत्रों में स्थित थी। प्रमुख शहरी केन्द्र हड़प्पा, मोहन जोदड़ो, धोलावीरा, गनेरीवाला तथा राखीगढ़ी में थे।

In India, at the beginning of the third/fourth millennium BC, a highly developed civilization, popularly known as the Indus Valley civilization or Harappan Civilization (a Bronze Age civilization) grew in parts of Pakistan and northwest India on the fertile plains of the Indus

River. The Harappan civilization was mainly located in present-day Indian states of Gujarat, Haryana, Punjab, Rajasthan, Uttar Pradesh, Jammu and Kashmir; and present-day Pakistan provinces of Sindh, Punjab, and Balochistan. It was located mainly in the region of the Indus and Ghaggar-Hakra Rivers. The major urban centres were Harappa, Mohenjo-daro, Dholavira, Ganeriwala and Rakhigarhi.

सिंधु सभ्यता के लोगों ने अत्यधिक वैज्ञानिक प्रगति की। उन्होंने लम्बाई, द्रव्यमान तथा समय मापने में बड़ी दक्षता प्राप्त की। ये लोग समान वजन तथा माप की पद्धति विकसित करने वाले पहले व्यक्तियों में से थे। विभिन्न समारोहों तथा अनुष्ठानों के लिए वैदिक पंचांगो की तैयारी ने आकाशीय पिण्डों और उनके आवागमन के अध्ययन की आवश्यकता जताई और इससे खगोल विज्ञान का विकास हुआ (प्रसाद 1980)। वैदिक आर्यों को यह तथ्य ज्ञात था कि सूर्य के



वैदिक काल में यह ज्ञान था कि सूर्य के प्रकाश में 7 रंग की किरणें होती हैं।
The fact that sun light constitutes seven colour rays was known in Vedic era
(स्रोत / Source : Omex)



प्रकाश में सात रंग की किरणें होती हैं जैसा कि ऋग्वेद (आर.वी. 11.12.12) के निम्नलिखित श्लोक से स्पष्ट होता है:-

The people of the Indus Civilization made great scientific advancements. They achieved great accuracy in measuring length, mass, and time. These people were among the first to develop a system of uniform weights and measures. Preparation of the Vedic calendar for various ceremonies and of rituals necessitated the study of heavenly bodies and of their movements. This led to the advancement of the astronomical Science (Prasad, 1980). The fact that sun light constitutes seven colour rays was known to Vedic Aryans, as evident from the following shloka of the Rig Veda (RV.II,12.12),

यः सप्तरश्मिर्वृषभस्तुविष्मानवासृजत्सर्तवे सप्त सिन्धून ।

यो रोहिणमस्फुरद्वज्रवाहुर्घामारोहन्तं स जनास इन्द्रः ॥ (RV.II,12.12)

जिसका अर्थ है कि सात रंगों की किरणों वाला सूर्य नदियों में पानी के प्रवाह का कारण है (वर्षा की वजह से)। वर्षा के बाद, यह फिर से पृथ्वी से पानी को आकर्षित करता है और यह चक्र निरंतर चलता रहता है।

Meaning: the sun containing seven colour rays is the cause of water flow in the rivers (because of rain). After rain, it again attracts water from earth and this cycle goes on.

भारतीय अंकगणित उल्लेखनीय है क्योंकि इसमें इस बात के प्रमाण हैं कि तीसरी शताब्दी ई.पू. नोटेशन की एक प्रणाली विकसित की गई थी जिससे आज की प्रचलित संख्याओं की नकल की गई थी, आर्यभट्ट (476–550 ईस्वी) जो कि एक महान गणितज्ञ तथा खगोलशास्त्री भी थे, ने अंकगणितीय श्रृंखला के सारांश का अध्ययन किया और द्विघात अनिर्धार्य समीकरण (क्वाड्रेटिक इंडिटरमिनेट समीकरणों) को हल किया। सातवीं शताब्दी के महान गणितज्ञ ब्रह्मगुप्त ने खगोलीय समस्याओं के लिए स्पष्ट रूप से सामान्य बीजगणितीय पद्धतियों के अनुप्रयोग को विकसित किया। उपचार विद्या की शुरुआत तथा जड़ी-बूटियों के उपचार की जानकारी अथर्ववेद के “कौशिक सूत्र” में पाई जाती है। सुस्रुता तथा चरक प्रसिद्ध शल्य चिकित्सक और वैद्य थे। बौद्ध काल के दौरान, प्रसिद्ध विद्वान

जीवक अपने अद्भुत चिकित्सा और शल्य चिकित्सा के उपचार के लिए प्रख्यात थे। तक्षशिला, नालन्दा तथा विक्रमशिला के प्राचीन विश्वविद्यालयों में चिकित्सा भी एक महत्त्वपूर्ण एवं अनिवार्य विषय था। 7वीं शताब्दी के वाग्भट्ट के चिकित्सा कार्य में मरकरी (पारा) का पहला उल्लेख (प्रसाद, 1980) सम्मिलित है। भारत के बौद्ध दर्शनशास्त्र की सबसे उल्लेखनीय विशेषता कणाद (600 ई.पू.) (प्रकाश, 1965) के परमाणु सिद्धान्त का निर्माण है। विश्वास (1969) ने सही टिप्पणी की है कि 12वीं शताब्दी तक भारत, चीन, अरब देशों के अग्रणी योगदान के बिना यूरोप में आधुनिक विज्ञान की प्रगति सम्भवतः ही हो पाती।

Indian arithmetic is remarkable in that there is evidence to show that as early as third century BC., a system of notation was evolved from which the scheme of numerals that is in vogue even today has been copied. The Aryabhatta (476–550 CE), a great mathematician and astronomer, studied the summation of arithmetic series and attempted to solve quadratic indeterminate equations. Brahmagupta, the great mathematician of 7th century, developed application of explicitly general algebraic methods to astronomical problems. The beginning of the medical sciences goes back to the age of the Vedas. The early beginnings of the art of healing and of the knowledge of healing herbs are found in the 'Kausikasutra' of the 'Atharvaveda'. Susruta and Charaka were well known surgeons and physicians. During the Buddhist period, renowned scholar Jivaka was famous for his amazing medical and surgical cures. Medicine was also an important and compulsory subject in the ancient universities of Taksasila, Nalanda and Vikramasila. The medical work of Vagbhata of the seventh century contains the first mention of mercury (Prasad, 1980). The most remarkable feature of the Buddhist Philosophy of India is the formulation of the atomic theory by Kanada (600 BC) (Prakash, 1965). Biswas (1969) has rightly remarked that the growth of modern science in Europe would have been hardly possible without the background of pioneering contributions from India, China and Arabian countries, well up to the 12th century AD.



लम्बे समय तक विदेशी शासकों के प्रभुत्व ने संस्कृत और अन्य साहित्यों के वैज्ञानिक लेखन को आगे नहीं बढ़ने दिया। स्वतन्त्रता के पश्चात् भी इस स्थिति में कोई सुधार नहीं हुआ और इसका स्पष्ट कारण यह है कि आधुनिक वैज्ञानिकों तथा संस्कृत विद्वानों के बीच कोई पारस्परिक अन्तःक्रिया एवं संवाद नहीं है। वैज्ञानिकों ने प्राचीन संस्कृत साहित्य में उपलब्ध वैज्ञानिक सामग्री के बारे में कभी भी ध्यान नहीं दिया और संस्कृत विद्वानों ने संस्कृत कार्यों में उपलब्ध वैज्ञानिक प्रकृति की समस्याओं पर ध्यान केन्द्रित करने की आवश्यकता नहीं समझी। वे स्वयं "व्याकरण" मीमांसा इत्यादि जैसी समस्याओं में उलझकर रह गए। इसलिए

आज तक भी प्राचीन कार्यों की वैज्ञानिक सामग्री लगभग पूरी तरह से अज्ञात और अविश्लेषित बनी हुई है।

Domination of the foreign rulers for a long time did not help in bringing the scientific content of the Sanskrit and other literature to come to the fore. Even after independence, the situation did not improve for the obvious reason that there is no interaction between the modern scientists and the Sanskrit scholars. The scientist never bothered to know about the scientific content in the ancient Sanskrit literature while the Sanskrit

scholars never cared to bring to focus the problems of scientific nature available in the Sanskrit works. They got entangled themselves in problems such as 'Vyakarana', Mimamsa' etc. Hence, even to date, the scientific contents of the ancient works have remained almost wholly unknown and unanalyzed.

भारतीय परम्पराओं में जल का महत्त्व Significance of Water in Indian Traditions

भारतीय परम्पराओं में जल का महत्त्व प्राचीन काल से ही रहा है, और भारत को संस्कृति और आध्यात्म की भूमि कहा जाता है। भारतीय लोगों के सांस्कृतिक और धार्मिक जीवन पर जल का सदैव एक व्यापक प्रभाव रहा है। मोहन जोदड़ों का "महान स्नान गृह" इस बात का एक अद्भुत प्रमाण है। इस स्नान गृह को विद्वानों द्वारा "प्राचीन विश्व का सबसे पुराने सार्वजनिक जल टैंक" के रूप में माना जाता है। हालांकि इस संरचना का यथार्थ महत्त्व ज्ञात नहीं है, फिर भी अधिकांश विद्वान इस बात से सहमत हैं कि इस टैंक का उपयोग विशेष धार्मिक



गुजरात के पाटन जिले में 11वीं शताब्दी में निर्मित रानी की वाव (बावड़ी) : जल-संरक्षण की अनूठी संरचना
Rani ki Vav (Patan, Gujarat) : A unique water conservation structure constructed in 11th century
(स्रोत / Source : Wikipedia)



अनुष्ठानों के लिए किया जाता था।

Since ancient times India is known as the land of culture and spiritualism. Water has always had a pervasive influence on the cultural and the religious life of Indian people. The Great Bath of Mohenjo-Daro is a great testimony to this fact. The bath is considered by scholars as the "earliest public water tank of the ancient world". Although, the exact significance of the structure is unknown, most scholars agree that this tank was used for special religious functions.

भारत में शुष्कतम मौसम और पानी की कमी ने जल प्रबन्धन के क्षेत्रों में कई अन्वेषी कार्यों को मूर्तरूप दिया हैं सिंधु घाटी सभ्यता के समय से इस पूरे क्षेत्र में सिंचाई प्रणाली, भिन्न-भिन्न प्रकार के कूपों, जल भण्डारण प्रणाली तथा न्यून लागत और अनवरत जल संग्रहण तकनीकें विकसित की गई थी। 3000 ई.पू. में गिरनार में बने जलाशय तथा पश्चिमी भारत में प्राचीन स्टेप-वैल्स कौशल के कुछ उदाहरण हैं। प्राचीन भारत में जल पर आधारित तकनीकें भी प्रचलन में थी। कौटिल्य के सदियों पुराने लिखे अर्थशास्त्र (400 ई.पू.) में हस्तचालित कूलिंग उपकरण "वारियंत्र" (हवा को ठंडा करने के लिए घूमता हुआ जल स्प्रे) का संदर्भ दिया गया है। पाणिनी (700 ई. पू.) के "अर्थशास्त्र" और "अष्टाध्यायी" में वर्षामापी (नायर, 2004) यंत्रों का विधिवत संदर्भ उपलब्ध है।

Drier climates and water scarcity in India led to numerous innovations in water management. Since Indus valley civilization. Irrigation systems, different types of wells, water storage systems and low cost and sustainable water harvesting techniques were developed throughout the region. The reservoir built in 3000 BC at Girnar and

the ancient step-wells in Western India are examples of some of the skills. Technologies based on water were also prevalent in ancient India. Reference to the manually operated cooling device "Variyantra" (revolving water spray for cooling the air) is given in the centuries old writing "Arthashastra" of Kautilya (400 BC). The "Arthashastra" and "Astadhyayi" of Panini (700 BC) give reference to rain gauges (Nair, 2004).

वैदिक और अन्य भारतीय परम्पराओं में ग्रहों तथा नदियों सहित सभी प्राकृतिक शक्तियों को देवताओं और देवियों के रूप में माना जाता है और इनकी पूजा की



धोलावीरा में परिष्कृत जलाशय, प्राचीन सिंधु घाटी सभ्यता में हाइड्रोलिक सीवेज सिस्टम का प्रमाण
Sophisticated Water Reservoir at Dholavira, evidence for hydraulic sewage systems in the ancient Indus Valley Civilization
(स्रोत / Source : Wikipedia)



जाती है। प्रारंभिक भारतीय संस्कृति नदी क्षेत्रों के निकट विकसित हुई। वास्तव में देश के नाम की व्युत्पत्ति सिंधु नदी के नाम से की गई है। गंगा, यमुना, सरस्वती, नर्मदा, गोदावरी, कृष्णा और कावेरी नामक सातों नदियां सांस्कृतिक आधार पर महत्वपूर्ण मानी जाती हैं। उदाहरण के लिए पवित्र नदी गंगा पौराणिक रूप से भगवान शिव से जुड़ी है और हिंदुओं द्वारा आत्मा की शुद्धि और मस्तिष्क के पुनरुद्धार के प्रतीक के रूप में मानी जाती है। पूरे भारत के लोग अपने पापों को धोने के लिए पवित्र नदी में डुबकी लगाते हैं। पूजा अनुष्ठान के पश्चात मंदिर के दिव्य जल को ग्रहण किया जाता है, पूजा की प्रतिमाओं पर पवित्र जल छिड़का जाता है, तथा भोजन के लिए रखे गए एक पत्ते को पानी से साफ किया जाता है और इसकी पूजा की जाती है। तालिका में कुछ महत्वपूर्ण श्लोक दिए गए हैं जिन्हें जल को भगवान के रूप में पूजते समय उच्चारित किया जाता है:—

In the Vedic and other Indian traditions, all natural forces including planets

and rivers are personified as gods and goddess and worshipped. Early Indian culture originated near river regions. As a matter of fact, the very name of the country is derived from the name of river Indus. The seven rivers namely Ganga, Yamuna, Saraswati, Narmada, Godavari, Krishna and Kaveri are considered important on cultural basis. For example, the Holy River Ganges is mythologically linked to Lord Shiva and is considered by the Hindus as the symbol for purification of the soul and rejuvenation of the mind. All over India people throng for a dip in the holy river to wash away their sins. Divine water is consumed in the temple after puja worship rituals; idols of worship are sprinkled with water (abhishekam); and a plantain leaf kept for a meal is cleaned with water and a prayer. Table presents some of the important shlokas in the Sanskrit which are chanted while offering prayers to water as God.

कुछ चयनित श्लोक (प्रार्थना) जिनके द्वारा जल—देवता की अर्चना की जाती है।

Some selected shlokas (prayers) invoking water as God

SHLOKA	MEANING
आपो हिष्ठा मयोभुवस्था न ऊर्जे दधातन महे रणाथ चक्षसे ॥1॥	हे जल! आपकी उपस्थिति से वायुमंडल बहुत तरोताजा है, और यह हमें उत्साह और शक्ति प्रदान करता है। आपका शुद्ध सार हमें प्रसन्न करता है, इसके लिए हम आपको आदर देते हैं। O Water, because of your presence, the atmosphere is so refreshing, and imparts us with vigour and strength. We revere you who gladdens us by your pure essence.
यो वः शिवतमो रसस्तस्य भाजयतेह नः। उशतीरिव मातरः ॥2॥	हे जल! आप अपना यह शुभ सार, कृपया हमारे साथ साझा करें, जिस प्रकार एक माँ की इच्छा होती है कि वह अपने बच्चों को सर्वश्रेष्ठतम प्रदान करे। O Water, this auspicious sap of yours, please share with us, like a mother desiring to share her best possession with her children.
तस्मा अरं गमाम वो यस्य क्षयाय जिन्वथ। आपो जनयथा च नः ॥3॥	हे जल! जब आपका उत्साही सार किसी दुखी प्राणी को प्राप्त होता है, तो वह उसे जीवंत कर देता है। हे जल! इसलिए आप हमारे जीवन दाता हैं। O Water, when your invigorating essence goes to one affected by weakness, it enlivens him, O Water, you are the source of our lives.



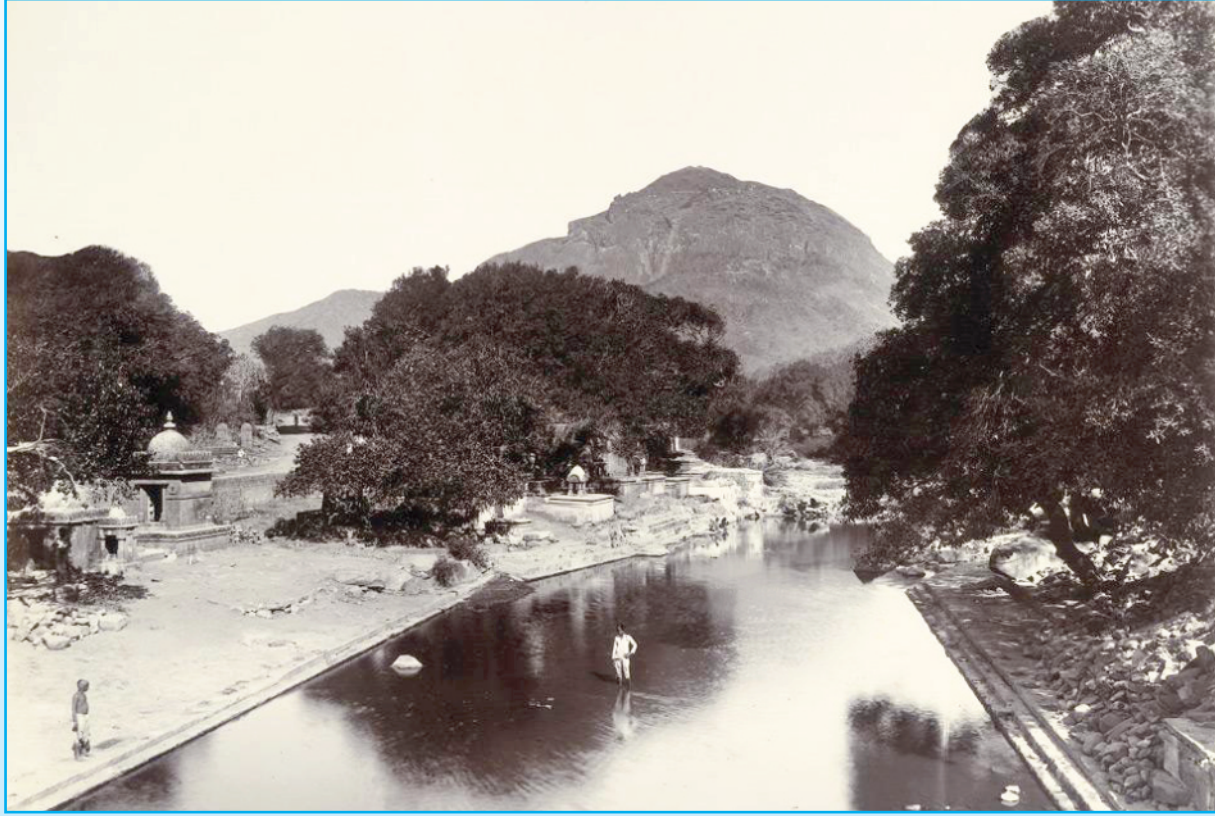
<p>शं नो देवीरभिष्टय आपो भवन्तु पीतये । शं योरभि स्रवन्तु नः ॥४॥</p>	<p>हे जल! जब हम आपका सेवन करते हैं तो उसमें शुभ दिव्यता होने की कामना करते हैं। जो शुभकामनाएँ आप में विद्यमान हैं, उसका हमारे अंदर संचरण हो। O Water, may the auspicious divinity which is wished for, be present in you when we drink (water). May the auspiciousness which supports you, flow to us.</p>
<p>ईशाना वार्याणां क्षयन्तीश्चर्षणीनाम् । अपो याचामि भेषजम् ॥५॥</p>	<p>हे जल! आपकी दिव्यता कृषि भूमियों में भी संचरित हो। हे जल, मेरा आग्रह है कि आप फसलों का समुचित पोषण करें। O Water, may the divinity in Water dwell in the farm lands. O Water, I implore you to give nutrition (to the crops).</p>
<p>अप्सु मे सोमो अब्रवीदन्तर्विश्वानि भेषजा । अग्नि च विश्वशंभुवम् ॥६॥</p>	<p>हे जल! सोम ने मुझे बताया कि जल में दुनिया की सभी औषधीय जड़ी बूटियाँ और अग्नि, जो दुनिया को सुख-समृद्धि प्रदान करती है, भी मौजूद है। O Water, soma told me that in water is present all medicinal herbs of the world, and also agni (fire) who brings auspiciousness to the world.</p>
<p>आपः पृणीत भेषजं वरुथं तन्वेऽमम । ज्योक्च सूर्यं दृशे ॥७॥</p>	<p>हे जल, आप में औषधीय जड़ी बूटियाँ प्रचुर मात्रा में समायी हुई हैं, कृपया मेरे शरीर की रक्षा करें, ताकि मैं सूर्य को लंबे समय तक देख सकूँ; अर्थात् मैं लंबे समय तक जीवित रह सकूँ। O Water, you are abundantly filled with Medicinal Herbs; Please protect my body, so that I can see the sun for long (i.e. I live long).</p>
<p>इदमापः प्र वहत यत्किं च दुरितं मयि । यद्वाहमभिद्रोह यद्वा शेष उतानृतम ॥८॥</p>	<p>हे जल, मुझ में जो भी दुष्ट प्रवृत्तियाँ हैं, कृपया उन्हें दूर करें, और मेरे मस्तिष्क में विद्यमान समस्त विकारों को दूर करें और मेरे अंतर्मन में जो भी बुराइयाँ हैं उन्हें दूर करें। O water, please wash away whatever wicked tendencies are in me, and also wash away the treacheries burning me from within, and any falsehood present in my mind.</p>
<p>आपो अद्यान्वचारिषं रसेन समगस्महि । पयस्वानग्न आ गहि तं मा सं सृज वर्चसा ॥९॥</p>	<p>हे जल, आप जो उत्साही सार से भरे हुए हैं, मैं आपकी शरण में आया हूँ। मैं आप में गहराई से सम्महित हूँ (अर्थात् स्नान) (अग्नि सिद्धांत) जो अग्नि; कर, मुझमें चमक पैदा करे। O Water, today, to you who is pervaded by fine rasa (invigorating sap) I came, I deeply enter (i.e. bathe) in you who is pervaded by agni (fire principle); may that agni produce lustre in me.</p>



प्राचीन भारत में जलविज्ञानीय ज्ञान

Hydrological Knowledge in Ancient India

जलविज्ञान के ऐतिहासिक विकास पर कई लेखकों (बेकर और हॉर्टन, 1936, चाउ, 1964, विश्वास, 1970) ने सघन शोध एवं प्रकाशन का कार्य किया है लेकिन इन सभी कार्यों में प्राचीन भारत में किए गए कार्यों का संदर्भ विशिष्ट रूप से अनुपस्थित है (प्रसाद 1980)। उदाहरण के लिए चाउ (1964) ने जलविज्ञान के



जूनागढ़, गुजरात में स्थित दामोदर कुंड का दुर्लभ चित्र
Rare picture of Damodar Kund, Junagarh (Gujarat)
(स्रोत / Source : Wikipedia)

इतिहास के वर्णन में ग्रीस में होमर, थेल्स, प्लेटो, अरस्तु, रोम में प्लिनी और उस समय के कई बाइबल विद्वानों के कार्यों का उल्लेख किया है लेकिन किसी ने भी भारतीय विद्वान, साहित्य और उनके महान योगदान का उल्लेख नहीं किया है। इनमें से अधिकांश पश्चिमी विद्वानों ने जल की उत्पत्ति के बारे में आधारहीन सिद्धांतों पर विश्वास किया। उदाहरण के लिए थेल्स, एक आयनियन दार्शनिक, गणितज्ञ और खगोलशास्त्री ने कहा कि समुद्र का पानी हवा से चट्टानों में चला जाता है यही भूजल का कारक है। प्लेटो (427–347 ई.पू.), एक महान एथेनियन

दार्शनिक ने कहा है कि समुद्रों, नदियों, झरनों आदि का पानी एक बड़े भूमिगत जलाशय से आता है और वहीं वापस चला जाता है। अरस्तु (384–322 ई.पू.) ने कहा कि झरनों आदि का पानी भूमिगत जल से भूमिगत ओपनिंग के माध्यम से प्राप्त होता है। प्रसिद्ध साधु दार्शनिक लूसियस एनाकस सेनक्का (4 ई.पू.) ने घोषणा की कि वर्षा, स्प्रिंग और भूमिगत जल का स्रोत नहीं हो सकती क्योंकि यह पृथ्वी में केवल कुछ ही फुट तक प्रवेश करता है। (प्रसाद, 1980)। मार्क्स विट्टुवेज जो ईसा मसीह के समय में रहे हैं, ने एक सिद्धांत बनाया कि भूजल वर्षा का एक हिस्सा है जो कि अन्तःस्थान के माध्यम से उत्पन्न होता है। पश्चिमी विद्वानों के ये सभी सिद्धांत प्राचीन काल में पश्चिमी दुनिया में जलविज्ञान के विकास के निम्न स्तर का संकेत देते हैं। दूसरी ओर समकालीन भारतीय विद्वानों ने जलविज्ञान के विभिन्न पहलुओं के उन्नत स्तर के ज्ञान का विकास किया था जैसा कि प्राचीन भारतीय साहित्य में परिलक्षित होता है जिसमें जलविज्ञान और उनके व्यावहारिक अनुप्रयोगों पर बहुत मूल्यवान और महत्वपूर्ण वैज्ञानिक जानकारियाँ दी गई हैं। इस बात के प्रमाण के लिए पर्याप्त पुरातात्विक तथ्य हैं कि सिंधु घाटी के हड़प्पा कालीन लोग (2500 और 1700 ई.पू.) मौसमी वर्षा और सिंधु नदी की बाढ़ से संबंधित घटनाओं के बारे में अच्छी जानकारी



रखते थे जो आधुनिक मौसम संबंधी जांच (श्रीनिवासन, 1975) द्वारा अनुमोदित है। वैदिक ग्रन्थ, जिनकी रचना संभवतः 1500 से 1200 ई.पू. (कुछ विद्वानों के अनुसार 1700–1100 ई.पू.) के बीच हुई थी, में “जलविज्ञानीय चक्र” के लिए महत्वपूर्ण संदर्भ शामिल है। जलविज्ञान की महत्वपूर्ण अवधारणाएं विभिन्न श्लोकों और वेदों में विभिन्न देवताओं की आराधनाओं और प्रार्थनाओं में दी गई हैं। इसी तरह अन्य संस्कृत साहित्य में भी जलविज्ञान से संबंधित महत्वपूर्ण जानकारियाँ समाहित हैं।

The historical development of hydro-science has been dealt by many writers (Baker and Horton, 1936; Chow, 1964; Biswas, 1970); but in all these works references to the contributions made in ancient India is conspicuously absent (Prasad, 1980). Chow (1964), for example, describing the history of hydrology, has referred to the works of Homer, Thales, Plato, Aristotle in Greece, Pliny in Rome and many Biblical scholars of that time but has not made any reference to any Indian scholars and literature, and their great contributions. Most of these western scholars believed in the wild theories regarding origin of water. Thales, an Ionian philosopher, mathematician and astronomer for example, stated that the sea water driven into rocks by wind is the cause of ground water. Plato (427-347 BC), the great Athenian philosopher, stated that the water of seas, rivers, springs etc. come from a large underground reservoir and goes back to the same. Aristotle (384-322 BC) said that water of the springs etc. is derived from the underground water through system of underground openings. Famous Stoic philosopher Lucius Annacus Seneca (4 BC) declared that rainfall cannot be the source of springs and underground water, because it penetrates only a few feet into the earth (Prasad, 1980). Marcus Vitruvius who lived about the time of Christ conceived a theory saying that ground water is part of rainfall originated through infiltration. All these theories of the western scholars indicate a low level of development of hydroscience in the western world during ancient times. On the other hand, contemporary Indian scholars appear to have developed an advanced level of knowledge about the various

aspects of water science, as reflected in the ancient Indian literature which contains very valuable and important scientific discourses on hydrology and their practical applications. There are adequate archaeological evidences to testify that the Harappans of the Indus Valley were well aware of the seasonal rainfall and flooding of the river Indus during the period between 2500 and 1700 B.C., which is corroborated by modern meteorological investigations (Srinivasan, 1975). The Vedic texts, which were composed probably between 1500 and 1200 BC (1700–1100 BC according to some scholars), contain valuable references to 'hydrological cycle'. The important concepts of hydrology are scattered in the Vedas in various verses, in the form of hymns and prayers addressed to various deities. Likewise, other Sanskrit literature also contains valuable knowledge related to the science of hydrology.

भारतीय भू-भागों तथा विश्व में कहीं भी कृषि की उत्पत्ति और विकास तथा सिंचाई में अनुभव कोई अलग-अलग प्रक्रियाएं नहीं हैं, जैसा कि यजुर्वेद के निम्नलिखित श्लोकों से स्पष्ट है :

The origin and evolution of agriculture and experience in irrigation on the territory of India or anywhere in the world are not separate processes, as evidenced from following hymns of the Yajur Veda:

ऊर्कं च मे सूनूता च मे पयश्च मे रसश्च मे घृतं च मे मधु च मे सग्धिश्च मे सपीतिश्च मे
कृषिश्च मे वृष्टिश्च मे जैत्रं च मऽऔद्विद्यं च मे यज्ञेन कल्पन्ताम् ॥ यजुर्वेद, 18–9 ॥
मित्रश्च मऽइन्द्रश्च मे वरुणश्च मऽइन्द्रश्च मे धाता च मऽइन्द्रश्च मे त्वष्टा च
मऽइन्द्रश्च मे मरुतश्च मऽइन्द्रश्च मे विश्वे च मे देवाऽइन्द्रश्च मे यज्ञेन कल्पन्ताम् ॥

Yajurveda 18–17 ॥

अर्थात् ये श्लोक वर्षा, कृषि और वायु या पर्यावरण और उनके अंतर्संबंध के लिए यज्ञ के महत्त्व को दर्शाते हैं।

These hymns illustrate the importance of Yajna's (यज्ञ; Sacrifice) for rain, agriculture, and air or environment and their interrelationship.

जलविज्ञानीय चक्र की विभिन्न प्रक्रियाओं जैसे कि वाष्पीकरण, संक्षेपण, वर्षा, धारा



प्रवाह आदि के दौरान जल का क्षय नहीं होता है। बल्कि एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित हो जाता है। इसका वैदिक एवं बाद के समय काल के लोगों को पूर्णतः ज्ञान था। पौधों द्वारा पानी का अंतःग्रहण, विभिन्न प्रकार के बादलों, उनकी ऊंचाई वर्षा क्षमता, सूर्य की किरणों और वायु द्वारा सूक्ष्म कणों में पानी का विभाजन तथा पिछले वर्षा के प्राकृतिक परिदृश्यों के प्रेक्षणों के आधार पर वर्षा की मात्रा के पूर्वानुमान पुराणों, वृहत संहिता (400 ई.पू.) तथा पाणिनी की अष्टाध्यायी (700 ई. पू.) में वर्षा मान/वर्षा यंत्रों का संदर्भ उपलब्ध है। भारत के विभिन्न भागों में वर्षा की मात्रा की भविष्यवाणी भी कौटिल्य ने की थी। भारतीय लोग वर्षा पर चक्रवाती प्रभाव, भौगोलिक प्रभाव, विकिरण और वाष्पीकरण तथा पृथ्वी के संवहन हीटिंग के प्रभाव से भली-भांति परिचित थे। उस काल में विभिन्न अन्य पहलुओं जैसे कि अंतःस्यंदन, अवरोधन, धारा प्रवाह, भूआकृतिकी विज्ञान तथा वर्षा की अपरदन क्रिया की भी जानकारी उपलब्ध थी। महाकाव्य रामायण (200 ई.पू.) में आर्टिथियन कुओं के संदर्भ भी उपलब्ध हैं। प्राचीन भारत में भूमि जल विकास और जल की गुणवत्ता पर भी पर्याप्त ध्यान दिया जाता था जैसा कि वृहत संहिता (500 ईस्वी) से स्पष्ट है।

That water is not lost in the various processes of the hydrological cycle namely evaporation, condensation, rainfall, streamflow etc., but gets converted from one form to other was known during Vedic and later times. Water uptake by plants, division of water into minute particles by sun rays and wind, different types of clouds, their heights, their rainfall capacities etc. along with the prediction of rainfall quantity in advance by means of observing the natural phenomena of previous years are also available in Puranas, Vrhat Samhita (550 AD), Meghamala (900 AD) and in other literature. The references to raingauges are available in Arthashastra of Kautilya (400 BC), and Astadhyayi of Panini (700 BC). The quantity of rainfall in various parts of India was also predicated by Kautilya. Indians were acquainted with cyclonic, orographic effects on rainfall and radiation, and convectional heating of earth and evapotranspiration. Various other aspects such as infiltration, interception, stream flow and geomorphology, erosive action of rainfall, etc. were also known. In

Ramayana (200 BC) the reference to artesian wells is available. Groundwater development and water quality consideration were also getting sufficient attention in ancient India is evident from the Vrhat Sanhita (550 AD).

जल प्रबन्धन और संरक्षण, 400 ई.पू. के आस-पास सुसंगठित जल मूल्य निर्धारण प्रणाली, बांधों टैंकों आदि की निर्माण विधियाँ और सामग्री, तट संरक्षण, स्पिलवे आदि के संदर्भ प्राचीन संस्कृत साहित्य में प्राचीन भारत में जल संसाधनों तथा जलविज्ञान के विकास के उच्च स्तर को दर्शाते हैं। वैदिक साहित्य, अर्थशास्त्र, पुराणिक स्रोतों, वृहत्संहिता, मयूराचित्र, मेघमाला, जैन, बौद्ध और अन्य प्राचीन भारतीय साहित्यों में असंख्य संदर्भ विद्यमान हैं जो प्राचीन भारत में जलविज्ञान और जल संसाधनों की स्थिति का वर्णन करते हैं। जलविज्ञान और जल संसाधन के विभिन्न तत्व जिन पर विभिन्न प्राचीन भारतीय साहित्यों में त्रिपाठी (1969), प्रसाद (1980), प्रसाद (1987) आदि जैसे कुछ लेखकों द्वारा चर्चा की गई है, उनकी समीक्षा और विश्लेषण किया गया है और उन्हें इस खंड में प्रस्तुत किया गया है।

References to water management and conservation, well organized water pricing system around 400 BC, construction methods and materials of dam, tanks etc., bank protection, spillways etc. in the ancient Sanskrit literature reflect the high stage of development of water resources and hydrology in ancient India. Numerous references exist in Vedic literature, Arthashastra, Puranic sources, Vrhat Sanhita, Mayuracitraka, Meghmala, Jain, Buddhist and other ancient Indian literature which illustrate the status of hydrology and water resources in ancient India. The various elements of hydrology and water resources as they are discussed in an inferred from the various ancient Indian literature and also discussed by some of the authors such as Tripathi (1969), Prasad (1980), Prasad (1987), and others have been reviewed, analyzed and presented in this volume.

इस रिपोर्ट में प्राचीन भारत में जलविज्ञान और जल संसाधनों के विभिन्न पहलुओं पर चर्चा की गई है जिन्हें निम्नलिखित अध्यायों के अन्तर्गत प्रस्तुत किया गया है:—



1. प्रस्तावना
2. जलविज्ञानीय चक्र
3. वर्षा उत्पत्ति और मापन
4. अवरोधन, अंतस्यन्दन और वाष्पन-उत्सर्जन
5. भू-आकृति विज्ञान और सतही जल
6. भूजल
7. जल गुणवत्ता और अपशिष्ट जल प्रबंधन
8. जल संसाधन उपयोग, संरक्षण और प्रबंधन
9. समापन टिप्पणी

The various aspects of hydrology and water resources in ancient India

have been discussed and presented in this report under the following chapters:

1. Introduction
2. Hydrologic Cycle
3. Precipitation and its Measurement
4. Interception, Infiltration and Evapotranspiration,
5. Geomorphology and Surface Water
6. Ground Water
7. Water Quality and Waste Water Management
8. Water Resources Utilization, Conservation and Management
9. Concluding Remarks

