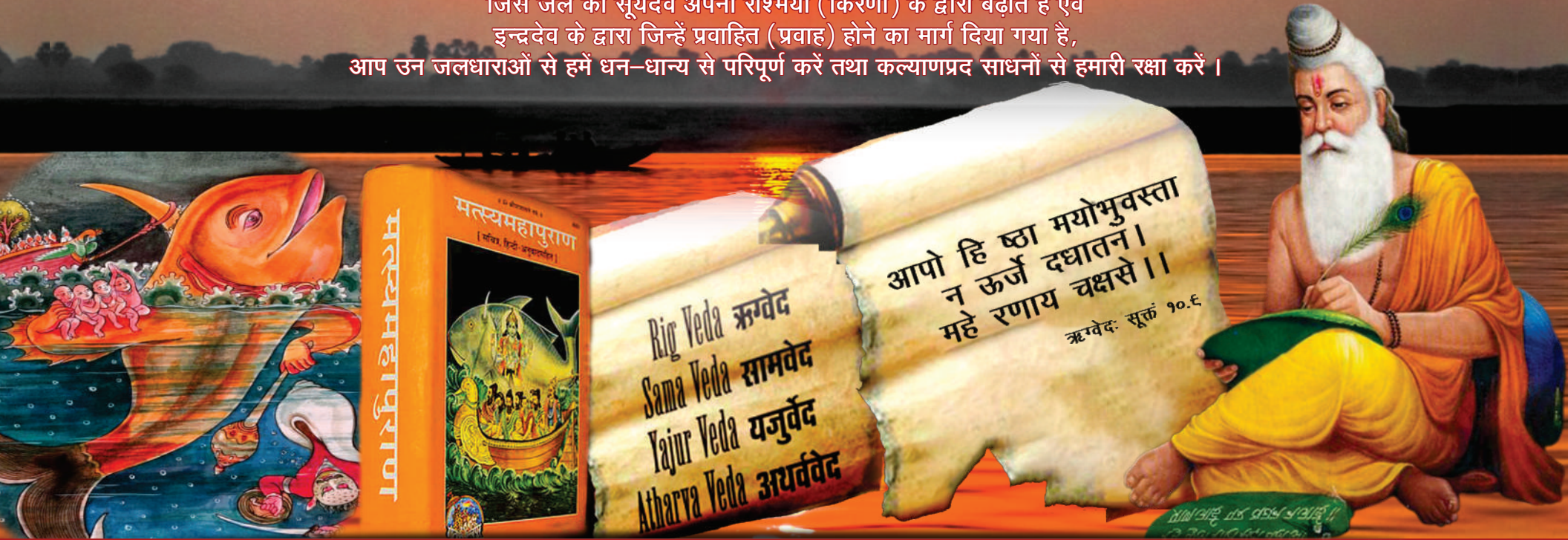


# प्राचीन भारत में जलविज्ञानीय ज्ञान HYDROLOGICAL KNOWLEDGE IN ANCIENT INDIA



याः सूर्यो रश्मिभिराततान याम्य इन्द्री अरदद् गातुभूर्मिम् ।  
तो सिन्धवो वरिवो धातना नो यूयं पात स्वस्तिभिः सदा नः ॥

जिस जल को सूर्यदेव अपनी रश्मियों (किरणों) के द्वारा बढ़ाते हैं एवं  
इन्द्रदेव के द्वारा जिन्हें प्रवाहित (प्रवाह) होने का मार्ग दिया गया है,  
आप उन जलधाराओं से हमें धन-धान्य से परिपूर्ण करें तथा कल्याणप्रद साधनों से हमारी रक्षा करें ।



## राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की

(जल संसाधन, नदी विकास और गंगा संरक्षण विभाग, जल शक्ति मंत्रालय, भारत सरकार)

### NATIONAL INSTITUTE OF HYDROLOGY, ROORKEE

(Department of Water Resources, River Development and Ganga Rejuvenation, Ministry of Jal Shakti, Government of India)

आपो हिष्ठा मयोभुवः



# प्राचीन भारत में जलविज्ञानीय ज्ञान

## HYDROLOGICAL KNOWLEDGE IN ANCIENT INDIA

◀ तृतीय संस्करण / Third Edition ▶



राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान  
NATIONAL INSTITUTE OF HYDROLOGY

(जल संसाधन, नदी विकास और गंगा संरक्षण विभाग, जल शक्ति मंत्रालय, भारत सरकार)  
(Department of Water Resources, River Development and Ganga Rejuvenation, Ministry of Jal Shakti, Government of India)

जलविज्ञान भवन, रूड़की-247 667  
Jal Vigyan Bhawan, Roorkee-247 667  
उत्तराखण्ड, भारत / Uttarakhand, India  
दिसम्बर / December, 2022

## नदी को देवी स्वरूप मानते हुए उसके आह्वान के लिए श्लोक *Shlokas for Invoking River as Goddess*

गंगा सिंधु सरस्वति च यमुना गोदावरि नर्मदा ।  
कावेरि शरयू महेन्द्रतनया चर्मण्वती वेदिका ॥  
क्षिप्रा वेत्रवती महासुरनदी ख्याता जया गण्डकी ।  
पूर्णाःपूर्णजलैःसमुद्रसहिताःकुर्वन्तु मे मंगलम् ॥

**भावार्थ :** गंगा, सिंधु, सरस्वती, यमुना, गोदावरी, नर्मदा, कावेरी, शरयू, महेन्द्रतन, चम्बल, वेदिका, क्षिप्रा, वेत्रावती, मुख्य रूप से महासुरनदी, जया और गंडकी नदियाँ पवित्र और निरपेक्ष हों तथा मुझ पर परोपकार करें।

**Meaning :** May rivers Ganga, Sindhu, Saraswati, Yamuna, Godavari, Narmada, Kaveri, Sharyu, Mahendratana, Chambala, Vedika, Kshipra, Vetravati (a rivulet), chiefly the Mahasurnadi, Jaya and Gandaki become sacred and absolute, and along with the sea, shower benevolence on me.

नमामि गंगे तव पादपंकजं सुरासुरैर्वन्दितदिव्यरूपाम् ।  
भुक्तिं च मुक्तिं च ददासि नित्यं भावानुसारेण सदा नराणाम् ॥

**भावार्थ :** हे माँ गंगा, सभी संसारिक आनन्द, सुखों और मोक्ष की आराधना के भाव के विभिन्न स्तरों के अनुसार, सभी देवी—देवता और आपके पावन चरणों की पूजा करते हैं, मैं भी आपके पवित्र चरणों को अपने हृदय में अर्पित करता हूँ।

**Meaning:** O Mother Ganga, the bestower of all worldly happiness, pleasures and Moksha as per the different levels of bhav of the worshipper, all Deities and demons worship your Holy feet, I too offer obeisance at your Holy feet.

गंगे च यमुने चैव गोदावरि सरस्वति ।  
नर्मदे सिंधु कावेरि जलेऽस्मिन्सन्निधिं कुरु ॥  
—(श्री बृहन्नारदीय पुराण)

**भावार्थ :** हे गंगा, यमुना, गोदावरी, सरस्वती, नर्मदा, सिंधु और कावेरी, कृपया अपनी उपस्थिति से इस जल को समृद्ध करें, जिसमें मैं स्नान कर रहा हूँ।

**Meaning:** O rivers Ganga, Yamuna, Godavari, Saraswati, Narmada, Sindhu and Kaveri, please enrich the water I am bathing with, with your presence.





## संदेश



जल सदैव भारतीय संस्कृति का अभिन्न अंग रहा है। हमारे देश में जल संसाधनों के प्रबन्धन का इतिहास सिंधु घाटी की सभ्यता से भी पुराना है। प्राचीन काल से ही भारतीय-भागीरथों ने सभ्यता और संस्कृति के विकास के साथ-साथ भारत की जलवायु, मिट्टी की प्रकृति और अन्य विविधताओं को ध्यान में रखकर बरसाती पानी, नदी-नालों, झरनों और भूजल संसाधनों के विकास और प्रबन्धन के क्षेत्र में उल्लेखनीय प्रगति की थी।

यह प्रसन्नता का विषय है कि राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की द्वारा “प्राचीन भारत में जलविज्ञानीय ज्ञान” नामक पुस्तक का तीसरा संस्करण प्रकाशित किया जा रहा है। इस पुस्तक में वेदकालीन प्राचीन भारत से लेकर हड़प्पा युगीन सभ्यता तक के विभिन्न क्षेत्रों में जल-संचयन एवं प्रबंधन-व्यवस्था एवं जल स्रोत को पल्लवित एवं पोषित करने के लिए मानवीय प्रयासों की विस्तृत चर्चा की गई है। इस पुस्तक में प्राचीन लेखों, अभिलेखों, पुराणों, उपनिषदों आदि में वर्णित नहर, तालाब, बांध, कुएं और झीलों का विवरण विस्तार से दिया गया है। प्राचीन काल में जल को विविध रूप से संग्रहित कर सदुपयोग किया जाता था। मनुस्मृति के अनुसार तालाबों, पोखरों, नहरों एवं अन्य जलाशयों से गाँव का सीमांकन किया गया है। इस पत्रिका से हमें हमारे गौरवशाली प्राचीन भारतीय मनीषियों के जलविज्ञानीय ज्ञान के सशक्त प्रमाण देखने एवं समझने को मिलते हैं।

मैं राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की के इस अनूठे प्रयास की सराहना करता हूँ तथा इस पुस्तक के विमोचन पर संस्थान को बधाई देता हूँ। मैं यह आशा करता हूँ कि यह पुस्तक अपने मूल ध्येय को सफलतापूर्वक प्राप्त करेगी तथा प्राचीन भारत के गौरव एवं ज्ञान को पूरे विश्व में संप्रेषित करेगी।

(गजेन्द्र सिंह शेखावत)



## MESSAGE



Water has always been an integral part of our Indian culture. The history of management of water resources in our country is older than the Indus Valley Civilization. Since ancient times, along with the development of civilization and culture, the Indian-Bhagiraths had considered the importance of the climate, soil, nature and other variations across the country for the managing the water resources and made remarkable progress in the field of development and management of this precious natural resources.

It is a matter of pleasure that the National Institute of Hydrology, Roorkee, is going to publish the third edition of the book "Hydrological Knowledge in Ancient India". This book has a detailed discussion of human efforts for water harvesting and management system and nurturing water sources in various spheres during the period ranging from Vedic ancient India to the Harappan civilization. The works on Canals, Ponds, Dams, Wells and Lakes described in ancient articles, Inscriptions, Puranas, Upanishads etc., are also presented in detail. In ancient times, water was stored in different ways and put to good use. The book also provides the strong evidence of hydrological knowledge of our glorious ancient Indian saints.

I appreciate and congratulate the unique effort of the National Institute of Hydrology, Roorkee in releasing the book. I hope this book successfully achieves its goal and spreads the glory and hydrological knowledge of ancient India to the whole world.



  
(Gajendra Singh Shekhawat)



पंकज कुमार  
PANKAJ KUMAR  
सचिव  
SECRETARY



सत्यमेव जयते

भारत सरकार  
जल शक्ति मंत्रालय  
जल संसाधन, नदी विकास  
और गंगा संरक्षण विभाग  
GOVERNMENT OF INDIA  
MINISTRY OF JAL SHAKTI  
DEPARTMENT OF WATER RESOURCES,  
RIVER DEVELOPMENT & GANGA REJUVENATION

## प्राक्कथन



मुझे यह जानकर प्रसन्नता हो रही है कि राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की 'प्राचीन भारत में जलविज्ञानीय ज्ञान' नामक पुस्तक के तीसरे संस्करण का प्रकाशन किया जा रहा है। इस पुस्तक के इस संस्करण में सभी विषय-सामग्री को द्विभाषीय रूप में प्रस्तुत किया गया है। पुस्तक में हमारे प्राचीन वेद-पुराणों, उपनिषदों आदि में वर्णित अनेक जलविज्ञानीय घटनाएं तथा उनके प्रभाव, समस्या एवं उपायों का विस्तार से उल्लेख किया गया है। इस पुस्तक में आधुनिक जलविज्ञानीय चक्र, बादलों की उत्पत्ति, वर्षा, सतही जल, भूजल, एवं जल गुणवत्ता का प्राचीन भारतीय विज्ञान में उल्लेखित वर्णन से तुलनात्मक अध्ययन को बहुत ही सुन्दर प्रकार से चित्रित किया गया है।

भारत अपने जल संसाधनों के विकास और प्रबंधन में अनेक चुनौतियों का सामना कर रहा है। हमें अपनी बढ़ती आबादी को खाद्य और ऊर्जा सुरक्षा प्रदान करनी है, नदियों और पर्यावरण को फिर से जीवंत करते हुए और जल से उत्पन्न आपदाओं से सुरक्षा प्रदान करनी है। इस संदर्भ में हमें अपनी उन्नत तकनीकों का उपयोग और नवीन प्रौद्योगिकी के विकास के साथ-साथ पारंपरिक जल संरक्षण एवं प्राचीन जल प्रबंधन का संज्ञान भी लेना होगा। इस संदर्भ में राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की द्वारा प्रकाशित यह पुस्तक अति महत्वपूर्ण हो जाती है जिसमें प्राचीन भारतीय जलविज्ञानीय ज्ञान एवं इसके इतिहास पर प्रकाश डाला गया है। मैं इस पुस्तक के समस्त लेखकों एवं संस्थान के निदेशक को बधाई देता हूँ। मुझे विश्वास है कि राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की आने वाले समय में इस पुस्तक के संशोधित संस्करण को प्रकाशित करता रहेगा।

दिनांक : 29/11/2022  
स्थान : नई दिल्ली



पंकज कुमार  
(पंकज कुमार)

श्रम शक्ति भवन, रफी मार्ग, नई दिल्ली-110 001/ Shram Shakti Bhawan, Rafi Marg, New Delhi-110 001  
Tel. : 23710305, 23715919, Fax : 23731553, E-mail : secy-mowr@nic.in, Website : http://www.mowr.gov.in



पंकज कुमार  
PANKAJ KUMAR  
सचिव  
SECRETARY



भारत सरकार  
जल शक्ति मंत्रालय  
जल संसाधन, नदी विकास  
और गंगा संरक्षण विभाग  
GOVERNMENT OF INDIA  
MINISTRY OF JAL SHAKTI  
DEPARTMENT OF WATER RESOURCES,  
RIVER DEVELOPMENT & GANGA REJUVENATION

## FOREWORD



I am happy to know that the National Institute of Hydrology, Roorkee, is going to publish the third edition of the book "Hydrological Knowledge in Ancient India". In this edition of the book the subject matter is presented in bilingual form. The book mentions many hydrological events, effects, problems and remedies from our ancient Vedas, Puranas, Upanishads, etc. The book has beautifully depicted the juxtaposition of modern hydrological cycle, origin of clouds, rainfall, surface and groundwater and water quality with ancient Indian science.

India is facing many challenges in developing and managing its water resources. We must provide food and energy security to our growing population, rejuvenate rivers and the environment, and protect against water-borne disasters. In this context, we have to use advanced technique develop new technology, and take cognizance of traditional water conservation and ancient water management. This book being published by the National Institute of Hydrology, Roorkee is important because it throws light on ancient Indian hydrological knowledge and its history. I congratulate all the authors of this book and the Director of the Institute. I am sanguine that the Institute will continue to publish updated editions in the coming years.

  
(Pankaj Kumar)

Dated : 29/11/2022  
Place : New Delhi



श्रम शक्ति भवन, रफी मार्ग, नई दिल्ली-110 001/ Shram Shakti Bhawan, Rafi Marg, New Delhi-110 001  
Tel. : 23710305, 23715919, Fax : 23731553, E-mail : secy-mowr@nic.in, Website : <http://www.mowr.gov.in>





## • • • तीसरे संस्करण की प्रस्तावना • • •

जलविज्ञानीय चक्र हवा, जल निकायों, मिट्टी, पौधों और जीव-जन्तुओं में जल के परिसंचरण की घटनाओं का वर्णन करने वाली श्रृंखला है। वैदिक ग्रंथ, जो 5000 वर्ष से भी अधिक पुराने हैं, उनमें जलविज्ञानीय चक्र से सम्बंधित महत्वपूर्ण संदर्भ उपलब्ध हैं और आधुनिक जलविज्ञान का आधार हैं। सबसे महत्वपूर्ण अवधारणाएं जिन पर जलविज्ञान के आधुनिक विज्ञान की स्थापना की गई है, वे वेदों, पुराणों, मेघमाला, महाभारत, मयूरचित्रिका, वृहत संहिता और अन्य प्राचीन भारतीय पुस्तकों के विभिन्न छंदों में वर्णित हैं, जो विभिन्न देवताओं को संबोधित भजन और प्रार्थना के रूप में हैं। इसी तरह, अन्य संस्कृत साहित्य में जलविज्ञान के संबंध में महत्वपूर्ण प्रवचन सम्मिलित हैं। भारत में प्राचीन काल से ही सूर्य, पृथ्वी, नदियों, महासागरों, वायु, जल इत्यादि प्राकृतिक प्रतिमानों और शक्तियों की देवताओं के रूप में पूजा की जाती रही है। संभवतः यह मात्र एक संयोग नहीं कि इन देवताओं के राजा इंद्र वर्षा के देवता हैं।

वैदिक काल में, भारतीयों ने यह अवधारणा विकसित कर ली थी कि सूर्य की किरणों और हवा के प्रभाव के कारण पानी सूक्ष्म कणों में विभाजित हो जाता है। पुराणों में विभिन्न स्थानों पर यह उल्लेख किया गया है कि जल को उत्पन्न या नष्ट नहीं किया जा सकता है और जल चक्र के विभिन्न चरणों के माध्यम से केवल इसकी अवस्था बदल जाती है। प्राचीन भारत में यज्ञों, वनों, जलाशयों आदि के वर्षाकरणीय प्रभाव, मेघों का वर्गीकरण, उनका रंग, वर्षा क्षमता आदि, आकाश के रंग, बादलों, वायु की दिशा, बिजली और जानवरों की गतिविधियों जैसी प्राकृतिक घटनाओं के आधार पर वर्षा की भविष्यवाणी अच्छी तरह से विकसित की जा चुकी थी। साहित्य से यह भी पता चलता है कि भूजल की उपस्थिति का पता लगाने के लिए भौगोलिक विशेषताओं, दीमक के टीले, मिट्टी, वनस्पतियों, जीवों, चट्टानों और खनिजों जैसे भूगर्भीय संकेतकों का उपयोग किया गया था। वेदों में ऐसे विभिन्न संदर्भ उपलब्ध हैं जो पानी की कमी और सूखे की तीव्रता को कम करने के लिए कुशल जल उपयोग के महत्व को इंगित करते हैं। वेदों, विशेष रूप से, ऋग्वेद, यजुर्वेद, और अथर्ववेद, में जल प्रबंधन के लिए जल चक्र और संबद्धित प्रक्रियाओं के कई संदर्भ मिलते हैं, जिनमें जल गुणवत्ता, जल यन्त्र, जल-संरचना और प्रकृति-आधारित समाधान (एन.बी. एस.) सम्मिलित हैं।

इन विविध स्रोतों से हमें यह पता चलता है कि प्राचीन भारतीय समाज जलविज्ञानीय सिद्धान्तों के महत्व से अवगत था। हालाँकि, हाल के दिनों तक प्राचीन भारतीय जलविज्ञानीय ज्ञान, दुनिया के लिए अदृश्य और अज्ञात रहा है। इस तथ्य को ध्यान में रखते हुए राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की ने वर्ष 1990 में 'प्राचीन भारत में जल विज्ञान नामक अपनी पहली रिपोर्ट प्रकाशित की। इसके शीर्षक में थोड़ा परिवर्तन करके, 'प्राचीन भारत में जलविज्ञान ज्ञान' नाम से वर्ष 2018 में इस रिपोर्ट का दूसरा संस्करण प्रकाशित किया गया। वर्तमान रिपोर्ट, अपने पूर्ववर्तियों की तरह, भारतीय और विश्व समुदाय के लिए प्राचीन भारतीय जलविज्ञान ज्ञान का एक अद्यतन संस्करण प्रस्तुत करने का एक प्रयास है। अधिक पाठकों तक पहुंच हेतु वर्तमान रिपोर्ट संस्कृत और वैदिक ग्रंथों का हिंदी और अंग्रेजी दोनों भाषाओं में अनुवाद प्रस्तुत करती है। मैं रिपोर्ट के पहले और दूसरे संस्करण के लेखकों को उनके दृष्टिकोण और प्रयासों के लिए बधाई देता हूँ। मैं, डॉ. जयवीर त्यागी (निवर्तमान निदेशक); डॉ. अनिल कुमार लोहनी, वैज्ञानिक जी; डॉ. मनोहर अरोड़ा, वैज्ञानिक एफ; डॉ. सोबन सिंह रावत, वैज्ञानिक ई; डॉ. पुष्पेन्द्र कुमार सिंह, वैज्ञानिक डी; डॉ. मनीष कुमार नेमा, वैज्ञानिक डी; डॉ. दीपक सिंह बिष्ट, वैज्ञानिक बी; श्री प्रदीप कुमार उनियाल, वरिष्ठ अनुवाद अधिकारी; श्रीमती चारु पांडेय, सहायक पुस्तकालय एवं सूचना अधिकारी; श्री तिलक राज सपरा, वरिष्ठ शोध सहायक; श्री राम कुमार, वैयक्तिक सहायक; श्री पवन कुमार, वैयक्तिक सहायक; श्री नरेश कुमार, सेवा निवृत्त वैज्ञानिक बी तथा श्री वरुण गोयल, वरिष्ठ रिसोर्स परसन को विभिन्न स्रोतों से अद्यतन जानकारी संकलित करने और रिपोर्ट के वर्तमान संस्करण को तैयार करने में उनके समर्पित प्रयासों के लिए धन्यवाद देता हूँ। विभिन्न स्रोतों और उनके योगदानकर्ताओं का भी मैं विधिवत आभार व्यक्त करता हूँ।

(डॉ. सुधीर कुमार)

निदेशक

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की





## PREFACE TO THE THIRD EDITION

The hydrological cycle is the chain of events that describes the circulation of water in the air, water bodies, soils, plants and animals. The Vedic texts which are more than 5000 years old contain valuable references on hydrologic cycle and form the basis of modern hydrology. The most important concepts, on which the modern science of hydrology is founded, are scattered in various verses of *Vedas, Puranas, Meghmala, Mahabharat, Mayurchitraka, Vrhat Sanhita* and other ancient Indian books which are in the form of hymns and prayers addressed to various deities. Likewise, other Sanskrit literature has valuable discourses regarding hydrology. Natural entities and forces, such as Sun, Earth, Rivers, Ocean, Wind, Water etc. have been worshipped in India as Gods since time immemorial. Perhaps it is not a sheer coincidence that the king of these Gods is *Indra*, the God of Rain.

In *vedic* age, Indians had developed the concept that water gets divided into minute particles due to the effect of sun rays and wind. At various places in the *Puranas* it is alluded that water cannot be created or destroyed and that only its state is changed through various phases of hydrological cycle. The knowledge of effect of *yajna*, forests, reservoirs etc. on the causation of rainfall; classification of clouds, their colour, rainfall capacity etc.; forecasting of rainfall on the basis of natural phenomenon like colour of sky, clouds, wind direction, lightening, and the activities of animals was well developed in ancient India. Literature also reveals that hydrologic indicators such as physiographic features, termite mounds, soils, flora, fauna, rocks and minerals were used to detect the presence of groundwater. Various references are also available in the *Vedas* alluding the importance of efficient water use so as to reduce the intensity of water scarcity and drought. The *Vedas*, particularly, the *Rigveda, Yajurveda*, and *Atharvaveda*, have many references to the water cycle and associated processes, including water quality, hydraulic machines, hydro-structures, and nature-based solutions (NBS) for water management.

From these varied sources we can gather that ancient Indians were clearly aware of the importance of hydrologic variables for the society. Most of the ancient Indian hydrologic knowledge, however, has remained hidden and unfamiliar to the world at large until the recent times. Realizing this fact, the National Institute of Hydrology, Roorkee published a first of its kind report titled 'Hydrology in Ancient India' in 1990. With a slight change in its title, the second edition of the report 'Hydrological Knowledge in Ancient India' was published in 2018. The current report, like its predecessors, is an effort to present an updated version of ancient Indian hydrologic knowledge to the Indian and the world community. The report presents the translation of Sanskrit and Vedic texts both in Hindi and English languages for the larger reach of the readers. While I compliment the authors of the first and second edition of the report for their vision and efforts, I thank Dr. Jaivir Tyagi (Former Director); Dr. Anil Kumar Lohani, Scientist G; Dr. Manohar Arora, Scientist F; Dr. Soban Singh Rawat, Scientist E; Dr. Pushpendra Kumar Singh, Scientist D; Dr. Manish Kumar Nema, Scientist D; Dr. Deepak Singh Bisht, Scientist B; Mr. Pradeep Kumar Uniyal, Senior Translation Officer; Mrs. Charu Pandey, Assistant Library Information Officer, Mr. Tilak Raj Sapra, Senior Research Assistant; Mr. Ram Kumar, Personal Assistant; Mr. Pawan Kumar, Personal Assistant; Mr. Naresh Kumar, Retired Scientist B and Mr. Varun Goel, Senior Resource Person for their sincere efforts in compiling the updated information from various sources and preparing the current version of the report. The sources and their contributors are duly and thankfully acknowledged.

**(Dr. Sudhir Kumar)**

Director

National Institute of Hydrology, Roorkee



## विषय-सूची / CONTENTS

शीर्षक / Title	पृष्ठ सं. / Page No.	
संक्षेपणों की सूची / List of Abbreviations	vi	
सारांश / Summary	ix	
अध्याय 1 Chapter 1	प्रस्तावना Introduction	01
अध्याय 2 Chapter 2	जलविज्ञानीय चक्र Hydrologic Cycle	14
अध्याय 3 Chapter 3	वर्षा उत्पत्ति और मापन Precipitation and its Measurement	28
अध्याय 4 Chapter 4	अपरोधन, अन्तःस्यन्दन तथा वाष्पोत्सर्जन Interception, Infiltration and Evapotranspiration	59
अध्याय 5 Chapter 5	भू-आकृति विज्ञान तथा सतही जल Geomorphology and Surface Water	70
अध्याय 6 Chapter 6	भूजल Groundwater	78
अध्याय 7 Chapter 7	जल गुणवत्ता और अपशिष्ट जल प्रबंधन Water Quality and Waste Water Management	89
अध्याय 8 Chapter 8	जल संसाधन उपयोग, संरक्षण और प्रबंधन Water Resources Utilization, Conservation and Management	105
अध्याय 9 Chapter 9	समापन टिप्पणी Concluding Remarks	116
ग्रंथ सूची Bibliography		119
परिभाषाएं Glossary of Terms		129



## संक्षेपणों की सूची

ए.वी.	अथर्ववेद (नवीनतम वेद, 800 ई.पू.)	रामायण	रामायण (800 ई.पू. से 200 ई. पू.)
बी.पी.	भव प्रकाश (1600 ईस्वी)	आर.वी.	ऋग्वेद (3000 ई.पू. या उससे पहले)
ब्रह्माण्ड	ब्रह्माण्ड पुराण (300 - 400 ई.पू.)	एस.वी.	सामवेद (3000 ई.पू.)
गरुड़	गरुड़ पुराण (600 ई.पू. - 700 ईस्वी)	एस.बी.	सतपथ ब्राह्मण (2000 ई.पू.)
जी.बी.	गोपथ ब्राह्मण (लगभग 1000 ई.पू.)	स्कंद	स्कंद पुराण (700 ईस्वी)
कर्मा	कर्म पुराण (600 ई.पू. से 700 ईस्वी)	ताई.अरा.	तैत्तिरीय अरण्यका
लिंगा	लिंग पुराण (600 ई.पू. से 700 ईस्वी)	टी.एस.	तैत्तिरीय संहिता (ऋग्वेद के बाद 1500 ई.पू. से 800 ई.पू.)
मार्कंडेय	मार्कंडेय पुराण (600 ई.पू. से 400 ईस्वी)	वैश-सूत्र	वैसेसिका सूत्र (600 ई.पू. से 700 ई.पू.)
मत्स्य	मत्स्य पुराण (600 ई.पू. से 400 ईस्वी)	वायु	वायु पुराण (200 ई.पू. से 400 ईस्वी)
नारद	नारद पुराण (600 ई.पू. से 275 ईस्वी)	विष्णु	विष्णु पुराण (600 ई.पू. से 275 ईस्वी)
पद्म	पद्म पुराण (600 ई.पू. से 400 ईस्वी)	वाई.वी.	यजुर्वेद (ऋग्वेद के बाद, 1500 ई.पू. 800 ई.पू.)



## LIST OF ABBREVIATIONS

(With approximate date of works)

A.V.	Atharva Veda (Latest Veda, 800 BC)	Ramayana	Ramayana (800 BC - 200 BC)
BP	Bhava Prakash (1600 AD)	R.V.	Rig Veda (3000 BC or before)
Brahmand	Brahmanda Purana (300-400 BC)	S.V.	Sam Veda (3000 BC)
Garuna	Garuna Purana (600 BC-700 AD)	SB	Satpatha Brahmana (2000 BC)
GB	Gopatha Brahmana (Around 1000 BC)	Skanda	Skanda Purana (700 AD)
Kurma	Kurma Purana (600 BC to 700 AD)	Tai. Ara.	Taithiriya Aranyaka
Linga	Linga Purana (600 BC to 700 AD)	T.S.	Taithiriya Samhita (Later than Rig Veda, 1500 BC-800 BC)
M.B.	Mahabharata (400 BC to 400 AD)	Vais. Sutr.	Vaisesika Sutra (600 BC-700 BC)
Markandeya	Markandeya Purana (600 BC to 400 AD)	Vayu	Vayu Purana (200 BC-400 AD)
Matsya	Matsya Purana (600 BC to 400 AD)	Vishnu	Vishnu Purana (600 BC-275 AD)
Narada	Narada Purana (600 BC to 275 AD)	Y.V.	Yajurveda (Later than Rig Veda, 1500 BC-800 BC)
Padma	Padma Purana (600 BC-400 AD)		



19वीं शताब्दी में हरि का द्वार, हरिद्वार  
Haridwar, Gateway to Hari, 19th Century  
स्रोत/Source : Wikimedia Commons



# सारांश

## SUMMARY

हमारा अस्तित्व कई मायनों में जल पर निर्भर है। वास्तव में, यह कहा जा सकता है कि हमारी पूरी सभ्यता पानी के उपयोग पर बनी है। भारत एक ऐसा देश है जहाँ पाँच हजार वर्ष से अधिक की सभ्यता है, जिसका जलविज्ञान के क्षेत्र में बहुत बड़ा योगदान है। प्राचीन भारतीय सभ्यता, जिसे सिंधु घाटी सभ्यता या हड़प्पा सभ्यता के रूप में जाना जाता है, 3300–1300 ई.पू. के आस-पास अपने शीर्ष पर थी। अब यह ज्ञात हुआ है कि हड़प्पा के लोगों के पास पानी की आपूर्ति और सीवरेज की परिष्कृत प्रणालियाँ थीं, जिसमें हाइड्रोलिक संरचनाएँ जैसे बांध, टैंक, पंक्तिबद्ध कुएँ, पानी के पाइप और फलश शौचालय आदि सम्मिलित थे। हड़प्पा और मोहन जोदड़ो के शहरों ने दुनिया की पहली शहरी स्वच्छता प्रणाली विकसित की। सिंधु घाटी सभ्यता में सिंचाई के उद्देश्य से बड़े पैमाने पर कृषि का कार्य किया गया था और नहरों के एक व्यापक नेटवर्क का उपयोग किया गया था। गिरनार में 3000 ई. पू. में निर्मित जलाशय सहित परिष्कृत भंडारण प्रणालियों को विकसित किया गया था।

Our existence is dependent on water in many ways. Infact,one could say that our whole civilization is built on the use of water. India is a country with more than five thousand years of civilization, with great contributions to the field of hydrology. Ancient Indian civilization, referred to as Indus Valley Civilization or Harappan Civilization was at its prime around 3300–1300 BC. It is now known that Harappan people had sophisticated systems of water supply and sewerage, including hydraulic structures such as dams, tanks, lined wells, water pipes and flush toilets. The cities of Harappa and Mohenjo-Daro developed the world's first urban

sanitation system. Large scale agriculture was practiced and an extensive network of canals was used for the purpose of irrigation in Indus valley civilization. Sophisticated storage systems were developed including the reservoir built at Girnar in ca. 3000 BC.

प्राचीन वेद, पुराण, मेघमाला, मयूरचित्रा, वृहत्संहिता, बौद्ध साहित्य और जैन धर्म और अन्य विभिन्न रचनाएं प्राकृतिक तंत्र के विषय में अथाह ज्ञान से परिपूर्ण हैं जिसमें पृथ्वी, वायुमंडल, जलमंडल, लिथोस्फीयर और मनुष्य से उनकी सहभागिता आदि सम्मिलित है। यदि कोई इन प्राचीन संस्कृत साहित्यों का अध्ययन करता है, तो वह देखता है कि इनमें जलविज्ञान के महत्वपूर्ण संदर्भ सम्मिलित हैं। यह देखा गया है कि प्राचीन भारत में विभिन्न जलविज्ञानीय प्रक्रियाओं की जानकारियां बहुत प्रसिद्ध थीं। प्राचीन भारत में वाष्पीकरण, संघनन, मेघ निर्माण, वर्षा और उसके पूर्वानुमान को अच्छी तरह से समझा जाता था। मौर्यकाल (4वीं शताब्दी ई.पू.) के समय वर्षा और इसकी मौसमी भिन्नता को मापने के लिए वर्षामापी यंत्र विकसित किए गए थे जो कि आधुनिक जलविज्ञान के समान सिद्धांतों पर आधारित था, जबकि भूजल आवर्ती के बारे में पश्चिमी ज्ञान जंगली सिद्धांतों पर आधारित था, भारतीयों के पास भूजल आवर्ती, वितरण और उपयोग की सुस्पष्ट अवधारणा थी। साहित्यों से यह भी पता चलता है कि भूजल की उपस्थिति का पता लगाने के लिए जलविज्ञानीय संकेतकों का उपयोग किया जाता था। मौर्य युग के दौरान सुसंगठित जल मूल्य प्रणाली भी लागू थी। जल संकट तथा बाढ़ की तीव्रता को कम करने में जल के कुशल उपयोग के महत्व को इंगित करने के लिए वेदों में विभिन्न संदर्भ उपलब्ध हैं।



The ancient Vedas, Puranas, Meghmala, Mayurchitraka, Vraht Samhita, literature of Buddhism and Jainism and various other works are enriched with plethora of knowledge about natural systems, including earth, atmosphere, hydrosphere, lithosphere and their interaction with the human beings. If one studies these ancient Sanskrit literature, (s)he observes that it contains valuable references to hydrology. It is observed that in ancient India, the information on various hydrological processes was very well known. Evaporation, condensation, cloud formation, precipitation and its forecasting were well understood in ancient India. Raingauges were developed and were widely used during the Mauryan period (4<sup>th</sup> cent. B.C.) to measure rainfall and its seasonal variation, based on the same principles as that of modern hydrology. While the western knowledge about the occurrence of ground water was based on wild theories, the Indians had well-developed concepts of ground water occurrence, distribution and utilization. Literature also reveals that hydrologic indicators were used to detect the presence of ground water. Well organized water pricing system was also in place during Mauryan era.

Various references are available in Vedas alluding the importance of efficient water use so as to reduce the intensity of water scarcity and drought etc.

प्रस्तुत रिपोर्ट में, प्राचीन भारतीय साहित्य में जलविज्ञान से संबंधित ज्ञान एवं बुद्धिमत्ता को संकलित करने का प्रयास किया गया है। इस अवसर पर, यह उपयुक्त समय है कि हम अपने पारंपरिक ज्ञान और कार्यों को पहचानें तथा उनकी सराहना करें एवं उन्हें अपने वर्तमान की जल प्रबंधन प्रणालियों में आत्मसात करें। इस प्रकार की विशिष्ट पहल, पुराने और नए कार्यों में निश्चित रूप से एक उपयुक्त समन्वय बनाएगी।

In the present report, an attempt has been made to compile knowledge and wisdom pertaining to hydrology in ancient Indian literature. At this juncture, it is high time that we recognize and appreciate our traditional wisdom and practices and blend them appropriately with our current systems of water management. Such overdue initiative will definitely create a synergy of the OLD and the NEW works.



# 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 गोलाध्र्वों 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', Mimansa' 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 11<sup>th</sup> 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.



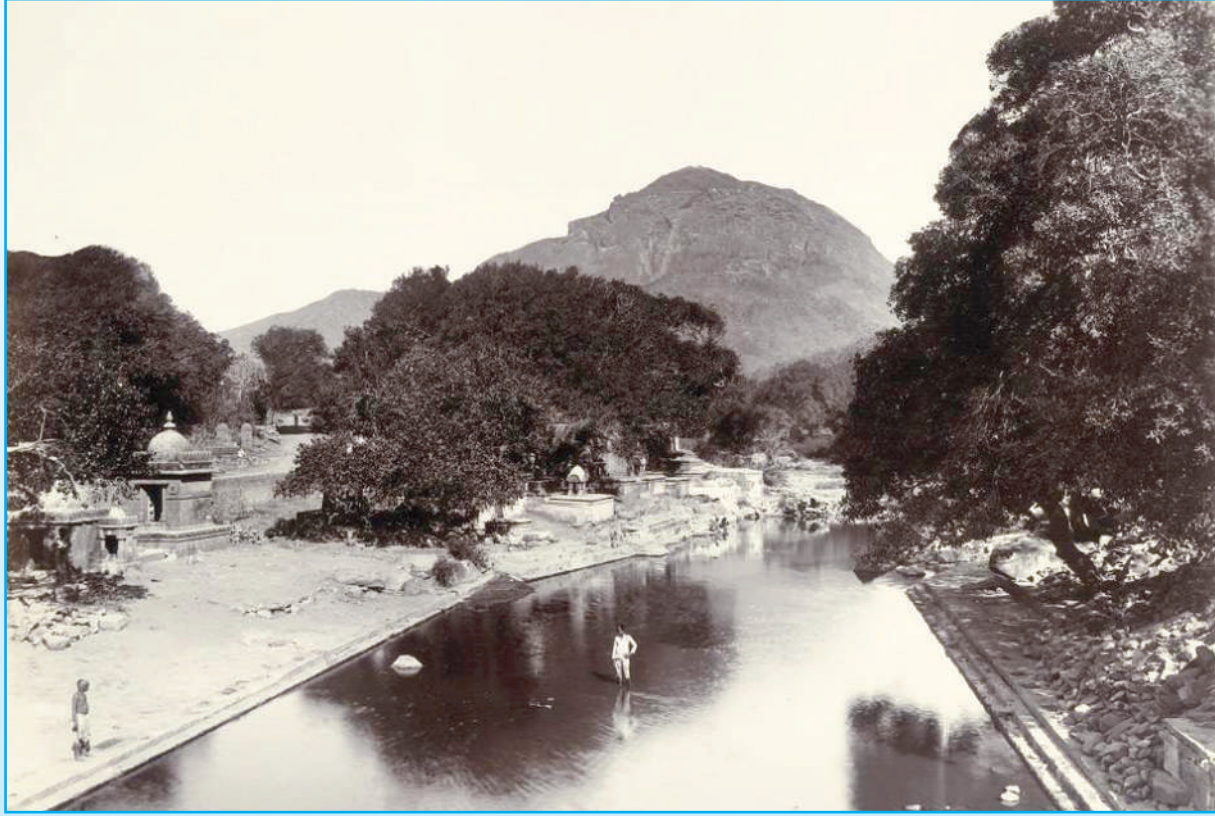
<p>शं नो देवीरभिष्टय आपो भवन्तु पीतये । शं योरभि स्रवन्तु नः ॥४॥</p>	<p>हे जल! जब हम आपका सेवन करते हैं तो उसमें शुभ दिव्यता होने की कामना करते हैं। जो शुभकामनाएँ आप में विद्यमान हैं, उसका हमारे अंदर संचरण हो। O Water, may the auspicious divinity which is wished for, be present in you when we drink (water). 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 ऊँचाई 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



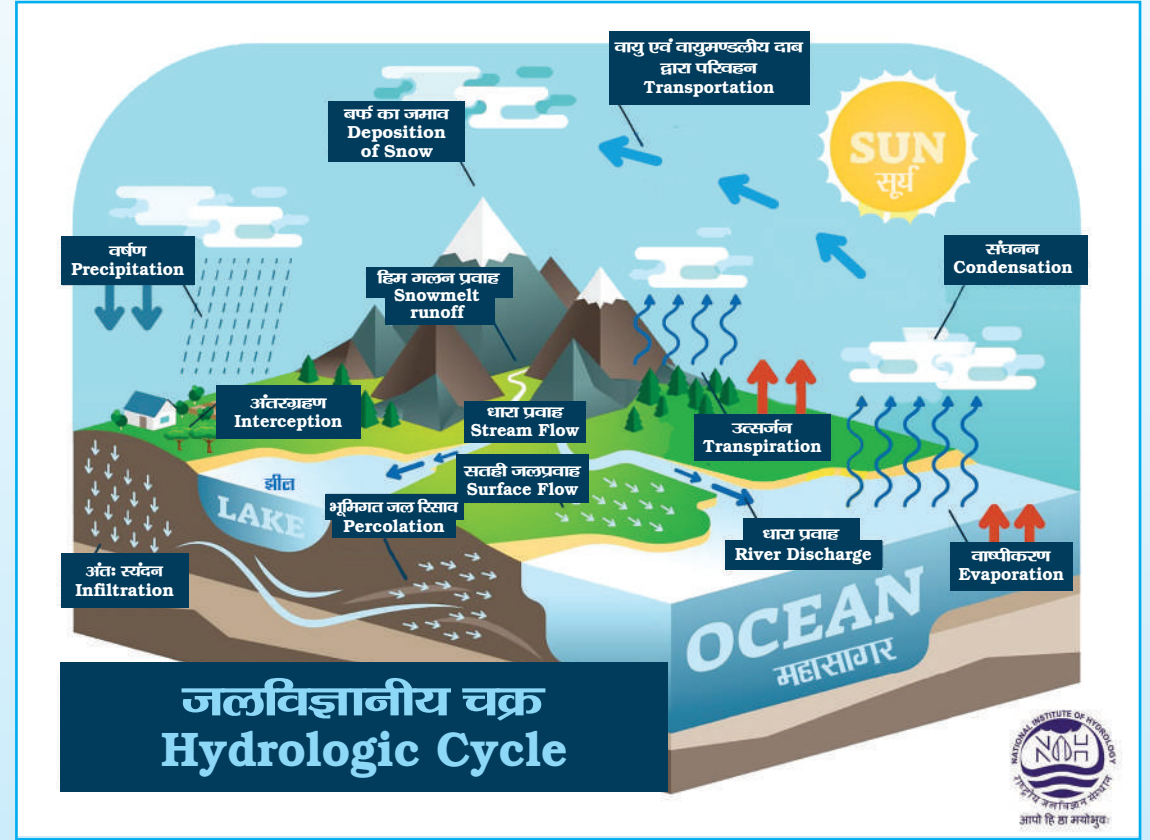
## अध्याय CHAPTER 2

# जलविज्ञानीय चक्र HYDROLOGIC CYCLE

जलविज्ञानीय चक्र, जलविज्ञान की एक मौलिक और महत्वपूर्ण अवधारणा है। जलविज्ञानीय चक्र में सम्पूर्ण वायुमंडल (गैसीय आवरण), जलमंडल (सतह और अधस्तल जल), स्थलमंडल (मिट्टी और चट्टाने), जीवमंडल (पौधे और जानवर), और महासागर सम्मिलित हैं। जल, पृथ्वी प्रणाली के इन पांच क्षेत्रों के माध्यम से, तीनों चरणों (ठोस (बर्फ), द्रव और वाष्प) में एक या अधिक से गुजरता है। जलविज्ञानीय चक्र की विभिन्न प्रक्रियाओं को आगे दिये चित्र में दर्शाया गया है।

Hydrologic Cycle is a fundamental and important concept in hydroscience. The cycle involves the total earth system comprising the atmosphere (the gaseous envelop), the hydrosphere (surface and subsurface water), lithosphere (soils and rocks), the biosphere (plants and animals), and the Oceans. Water passes through these five spheres of the earth system, in one or more of the three phases: solid (ice), liquid and vapour. Following figure represents the various processes of the hydrologic cycle.

3000 वर्ष से अधिक पुराने वैदिक ग्रंथों में जल और 'जलीय चक्र' के महत्वपूर्ण संदर्भ सम्मिलित हैं। जैसा कि पहले उल्लेख किया गया है कि सबसे महत्वपूर्ण अवधारणाओं का उल्लेख ऋग्वेद में विभिन्न श्लोकों में इंद्र (नभ मण्डल), अग्नि, हवा इत्यादि विभिन्न देवी और देवताओं को संबोधित श्लोकों एवं



जलविज्ञानीय चक्र की विभिन्न प्रक्रियाओं का निरूपण  
Representation of the various processes of the hydrologic cycle  
(स्रोत / Source : रा.ज.सं. रुड़की / NIH Roorkee)

प्रार्थनाओं के रूप में किया गया है उदाहरण के लिए ऋग्वेद से एक श्लोक इस प्रकार बताया गया है:-

The Vedic texts which are more than 3000 years old contain valuable references to water and the 'hydrologic cycle'. As mentioned earlier, the most important concepts, on which the modern science of Hydrology is founded, are mentioned in Rig Veda in various verses in the form of hymns and prayers addressed to various deities and divinities such as Indra (firmament), Agni (fire), Maruts (wind) and so on. For example, a verse from Rig Veda states like this:

आदह स्वाधामनु पुनर्गर्भत्वमेरिरे ।  
दधानानामः यज्ञियम ॥ R.V., I, 6.4 ॥

इसका अर्थ है कि जल को, जो सूर्य की गर्मी के कारण छोटे-छोटे कणों में विभाजित हो जाता है, उसे वायु द्वारा ले जाया जाता है और उसके बादल में रूपांतरण के बाद बार-बार वर्षा होती है ।

It means that the water which gets divided in minute particles due to the heat of sun is carried by wind and after the conversion into cloud it rains again and again.

ऋग्वेद (आर.वी., आई. 7.3) के अन्य श्लोक में कहा गया है कि भगवान ने सूर्य बनाया है और इसे इस प्रकार स्थापित किया है कि पूरा ब्रह्मांड प्रकाशित हो जाता है । ऐसे ही पानी को लगातार निकालने और फिर इसे बादल में परिवर्तित कर अंततः वर्षा के रूप में देना, ब्रह्मांड का नियम है ।

Another verse of the Rig Veda (R.V., I, 7.3) states that the God has created sun and placed it so, that the whole universe gets illuminated, likewise this is the rule of universe to extract up water continuously and then convert it to cloud and ultimately discharge as rain.

इन्द्रो दीर्घाय चक्षस आ सूर्य रोह्यादिद्वि ।  
वि गोभिराद्रिमैरयत् ॥ R.V., I, 7.3 ॥

**भावार्थ :** ईश्वर ने सब लोकों में दर्शन धरण और आकर्षण आदि प्रयोजनों के लिए प्रकाश रूप सूर्यलोक को सब लोकों के बीच में स्थापित किया है, इसी प्रकार यह प्रत्येक ब्रह्माण्ड का नियम है कि वह क्षण-क्षण में जल को ऊपर खींच करके पवन के द्वारा ऊपर स्थापन करके बार-बार संसार में वर्षाता है, इसी से यह वर्षा का कारण है ।

य ईख्दयन्ति पर्वतान् तिरः समुद्रमर्णवम् ।  
मरुद्भिरग्न आ गहि ॥ R.V., I, 19.7 ॥

**भावार्थ :** वायु के संयोग से ही वर्षा होती है और जल के कण व रेणु अर्थात् सब पदार्थों के अत्यन्त छोटे-छोटे कण पृथ्वी से आकाश को जाते हैं तथा वहां से पृथ्वी को आते हैं, उनके साथ व उनके निमित्त से बिजली उत्पन्न होती और बादलों में छिप जाती है ।

अमूर्या उप सूर्ये याभिर्वा सूर्यः सह ।  
ता नो हिन्वन्त्वध्वरम् ॥ R.V., I, 23.17 ॥

**भावार्थ :** जो जल पृथ्वी आदि मूर्तिमान पदार्थों से सूर्य की किरणों को छिन्न-भिन्न करके अर्थात् कण-कण होता हुआ सूर्य के सामने ऊपर को जाता है, वही ऊपर से वृष्टि के द्वारा नीचे आता है ।

नीचावया अभवद्वृत्रपुत्रेन्द्रो अस्या अव बधर्जभार ।

उत्तरा सूरधरः पुत्र आसीद्गानुः शये सहवत्सा न धेनुः ॥ R.V., I, 32.9 ॥

ऋग्वेद के अग्रलिखित श्लोकों में वायु द्वारा पानी के पृथ्वी से वायुमण्डल में हस्तांतरण सूर्य की किरणों द्वारा जल के छोटे कणों में टूटने और वाष्पीकरण और पुनः आगामी वर्षा (आर.वी., 23.17), माँ पृथ्वी से वाष्पित पानी से बादल के बनने और वर्षा के रूप में अपनी माँ के पास वापसी (I, 32.9) की व्याख्या की गयी है ।

Following verses of Rig Veda explain the transfer of water from earth to the atmosphere by the wind (I, 19.7), breaking up of water into small particles and evaporation due to sun rays and subsequent rain (I, 23.17), the formation of cloud due to the water evaporated from the mother earth and its come back to its mother in the form of rain (I, 32.9).



ऋग्वेद के श्लोक संख्या 1, 32.10 में कहा गया है कि जल कभी एक ही स्थान में नहीं ठहरता है। यह निरन्तर वाष्पित होता रहता है और नीचे आता रहता है, लेकिन इनके अति क्षुद्र आकार के कारण, हम वाष्पित पानी के कणों को नहीं देख सकते हैं।

The verse 1,32.10 of the Rig Veda says that the water is never stationery. It continuously gets evaporated and comes down, but due to smallness, we can't see the rising water particles.

ऋग्वेद के निम्नलिखित श्लोक कहते हैं कि सूर्य की किरणें वर्षा का कारण हैं और सूर्य दुनिया के सभी भागों से पानी वाष्पित करता है और सृजन का प्रारम्भ केवल अग्नि के माध्यम से होता है, जो निरन्तर पानी के निष्कर्षण और निर्वहन में लगी हुई है।

The following verses of the Rig Veda say that the rays of the Sun are the cause of rains and that the sun extracts water from all parts of the world



सूर्य : जलविज्ञानीय चक्र की ऊर्जा का मूल स्रोत  
Sun : Main energy source of hydrological cycle.  
(स्रोत / Source : Source sunrise sunset times lookup)

and the start of creation is through fire only, which is continuously engaged in extraction and discharge of water.

अतिष्ठन्तीनामनिवेशनानां काष्ठानां मध्ये निहितं शरीरम्।

वृत्रस्य निष्यं वि चरन्त्यापो दीर्घन्तम् आशयदिन्द्रशत्रुः ॥ R.V.,I,32.10 ॥

**भावार्थ** : मेघ आकाश में ठहरने वाले जलों में सूक्ष्मपन से नहीं दिखता फिर जब घन के आकार वर्षा के द्वारा जल का समुदाय रूप होता है तब वह देखने में आता है और जैसे ये जल एक क्षण भर भी स्थिति को नहीं पाते हैं किन्तु सब काल में ऊपर जाना व नीचे आना इस प्रकार घूमते ही रहते हैं।

ऋतं देवाय कृण्वते सवित्र इन्द्रायाहिघ्ने न रमन्त आपः।

अहरहर्यात्यक्तुरपां कियात्या प्रथमः सर्ग आसाम् ॥ R.V.,II,30.1 ॥

**भावार्थ** : जैसे अन्तर्निक्षिप्त वायु में जल ठहरता है वैसे सूर्य में नहीं ठहरता। सूर्य मण्डल से ही वर्षा द्वारा जल की प्रकटता होती है और यही सूर्य जल को ऊपर खींचता और वर्षाता है। जल की प्रथम सृष्टि अग्नि से ही होती है।

यो वृत्राय सिनमत्राभरिष्यत्प्र तं जनित्री विदुषे उवाच।

पथो रदन्तीरनु जोषमस्मै दिवेदिवे धनुयो यन्त्यर्थम् ॥ R.V.,II,30.2 ॥

**भावार्थ** : जैसे सूर्य मेघ का बन्धनकर्ता है वैसे ही पृथ्वी आदि लोकों का भी है। जैसे सूर्य मण्डल प्रतिदिन रसों को खींच कर नियत समय पर वर्षाता है।

ऋग्वेद के एक श्लोक में आगे बताया गया है :

A verse of Rig Veda further states as follows:

या आपो दित्या उत वा स्त्रवन्त खनित्रिमा उत वा याः स्व्यंजाः।

समुद्रार्या याः शुचवः पावकास्ता आपो देवीरिह मामवन्तु ॥ R.V.,VII,42.2 ॥

**भावार्थ** : जल जो स्वर्ग से हैं, उनमें से जो अपने आप उत्पन्न होते हैं, उज्ज्वल शुद्ध जल जो समुद्र की ओर जाता है, वे दिव्य जल यहां मेरी रक्षा करें। इन श्लोकों की तरह ऋग्वेद के कई अन्य श्लोक आर.वी.— VIII, 6.19, 6.20 और 12.3) जल वाष्पीकरण का कारण, बादल के बनने, वर्षा, पानी के प्रवाह और महासागरों में इसके भंडारण का भी वर्णन करते हैं।



**Meaning:** The waters which are from heaven, of those which spring up by themselves, the bright pure waters that tend to the sea, may those divine waters protect me here. Like these verses, various other verses of the Rig Veda (RV.VIII,6.19, VIII, 6.20; and VIII, 12.3) states the causation of water evaporation, formation of cloud, rain, flow of water and its storage in oceans etc.

ऋग्वेद का श्लोक आर.वी. X, 27.33 निम्नानुसार है:—

The verse RV. X,27.33 of Rig Veda reads as follows:

देवानां माने प्रथमा अतिष्ठन्कृन्तत्रादेशामुपरा उदायन् ।

त्रयरतपन्ति पृथिवीमनूषा द्वा बृबूकं वहतः पुरीषम ॥ R.V.,X,27.23 ॥

**भावार्थ :** सृजन की शुरुआत में, सूर्य आदि की उत्पत्ति होती है, आकाश से वर्षा होती है और बादल, वायु और सूर्य के संयोजन से वनस्पति बनती है। सूर्य, वाष्प और हवा के रूप में पानी निकालता है, जिससे बादल और वर्षा बनते हैं।

**Meaning:** At the start of creation, sun, etc. are created, rainfall is caused from sky and the vegetation is created by the combination of cloud, air and sun. The sun extracts water in the form of vapour & air, causes it to form cloud and rain.

जलीय चक्र के बारे में ज्ञान का आगे विस्तार सामवेद (VI-607) में पाया जाता है। सामवेद का एक श्लोक निम्नानुसार है:—

Further elaboration of the knowledge about hydrologic cycle is found in the Sam Veda (VI-607). A verse of Sam Veda reads as follows:

समन्या यन्त्युपयन्त्यन्याः समानमूर्वं नघस्पृणन्ति ।

तमू शुचिं शुचयो दीदिवांसमपान्नापातमुप यन्त्यायः ॥ S.V.पूर्वाचिक VI, 607 ॥

**भावार्थ :** एक प्रकार का पानी ऊपर जाता है और दूसरे प्रकार का पानी नीचे आता है, ये दोनों सूर्य की ऊष्मा के द्वारा प्रशोधन के बाद वातावरण में जा सकते हैं। ऊपर से वे वर्षा के बाद नदियों में बहते हैं और वहाँ से समुद्र में संग्रहित हो जाते हैं।

**Meaning:** One type of water goes up and other type of water comes down, both of these may go to the atmosphere after treatment by sun's heat. From up they flow into rivers after rain and get stored in to ocean.

इसी तरह, यजुर्वेद पानी के बादलों से पृथ्वी तक जल के संचार की प्रक्रिया सरिताओं के माध्यम से इसके प्रवाह और महासागरों में भंडारण और वाष्पीकरण की प्रक्रिया को बताते हैं ( वाई.वी., X-19)।

Similarly, the Yajur Veda explains the process of water movement from clouds to earth and its flow through channels and storage into oceans and further evaporation (Y.V., X-19).

प्र पर्वतस्य वृषभस्य पृष्ठान्नावश्चरन्ति स्वसिचऽइयानाः ।

ताऽआववृत्रन्नधरागुदक्ताऽअहिं बुध्यमनु रीयमाणाः ।

विष्णोर्विक्रमणमसि विष्णोर्विक्रान्तमसि विष्णोःक्रान्तमसि

विष्णोः क्रान्तमसि ॥ Y.V.,X-19 ॥

ऋग्वेद, सामवेद और यजुर्वेद में जलीय चक्र के हिस्से के रूप में अंतःस्पंदन, जल संचार, भंडारण और वाष्पीकरण की अवधारणा स्पष्ट रूप से बतायी गयी है। अथर्ववेद के समय जल वाष्पीकरण, संघनन, वर्षा, नदी प्रवाह और भंडारण की अवधारणा और चक्र के पुनरावृत्ति को पहले के वेदों में समझाया गया था। अथर्ववेद के अनुसार, सूर्य-किरणें वर्षा और वाष्पीकरण का मुख्य कारण हैं, जैसा कि नीचे उल्लिखित है:—

In the Rig Veda, Sam Veda and Yajur Veda the concept of infiltration, water movement, storage and evaporation as the part of hydrologic cycle are revealed clearly. During the time of Atharva Veda the concept of water evaporation, condensation, rainfall, river flow and storage and again repetition of cycle was explained as in the earlier Vedas. According to the Atharva Veda, the sun rays are the main cause of rain and evaporation, as mentioned below:

अमूर्या उप सूर्ये याभिर्व सूर्यः सह ।

ता नो हिन्वन्त्वध्वरम ॥ A.V., I, 5.2 ॥



अथर्ववेद के श्लोक 1, 32.4 में कहा गया है कि वर्षा जल की पृथ्वी में प्रविष्टि और पृथ्वी से वायुमण्डल तक चक्र में निरंतर संचरण सूर्य की किरणों से होता है। श्लोक निम्न प्रकार से है :

The verse 1,32.4 of the Atharva Veda states that the entry of rainwater into earth and its continuous movement in the cycle from earth to atmosphere is by sun rays. The Verse reads as below:



जोहड़ : राजस्थान के लापोडिया गांव में स्थित पारंपरिक जल संरक्षण पद्धति  
Johad : Traditional water conservation technique in Laporja village in Rajasthan  
(स्रोत / Source : Wikipedia)

विश्वमन्यामभीवार तदन्यस्यामधि श्रितम्।  
दिवे च विश्ववेदसे पृथिव्यै चाकरं नमः ॥A.V.,1,32.4 ॥

**भावार्थ :** सृष्टि का कारण रस अर्थात् जल, सूर्य की किरणों से आकाश में जाकर फिर पृथ्वी में प्रविष्ट होता, वही फिर पृथ्वी से आकाश में जाता और पृथ्वी पर आता है। इस प्रकार उन दोनों का परस्पर आकर्षण, जगत को उपकारी होता है। विद्वान लोग इसी प्रकार जगदीश्वर की अनन्त शक्तियों को विचार कर सत्कार पूर्वक उपकार लेकर आनन्द भोगते हैं।

अथर्ववेद के एक अन्य श्लोक (V,24.5) में कहा गया है कि ऑक्सीजन के कारण पृथ्वी से पानी वायुमंडल में जाता है और फिर कार्बन डाई ऑक्साइड के कारण यह नीचे (वर्षा) आता है।

Another Verse of the Atharva Veda (V,24.5) says that the water from earth goes to the atmosphere due to oxygen and then it comes down (rains) due to carbon dioxide.

मित्रावरुणौ वृष्ट्याधिपती तौ मावताम्।  
अस्मिन् बह्वण्यस्मिन् कर्मण्यस्यां पुरोधायामस्यां  
प्रतिष्ठायामस्यां  
चित्यामस्यामाकून्यामस्यामाशिष्यस्यां देवहृत्यां स्वाहा ॥  
A.V.,V,24.5 ॥

**भावार्थ :** प्राण वायु जल को पृथ्वी से मेघ मंडल में ले जाता और अपान वायु वहाँ से जल को पृथ्वी पर बरसाता है, उससे उत्पन्न हुए पदार्थों द्वारा मनुष्य अपनी रक्षा करें।

जलविज्ञानीय चक्र जल-मौसम विज्ञान का भी एक प्रमुख अंग है। इसे वराह मिहिर की वृहत संहिता (550 ईस्वी) में देखा जा सकता है। जिसमें तीन अध्याय जल-मौसमविज्ञान के लिए समर्पित होते हैं जिनमें



बादलों के अंकुरण (अध्याय 21), हवा के अंकुरण (अध्याय 22), और वर्षा की मात्रा (अध्याय 23) सम्मिलित है। दकार्गलम (वृहत संहिता के अध्याय 54) के श्लोक 1 और 2 जो भूजल अन्वेषण के विज्ञान के महत्त्व को बताते हैं तथा मनुष्य को पानी के अस्तित्व का पता लगाने में सहायता करते हैं, इस प्रकार हैं:—

The hydrologic cycle is an important domain of hydrometeorology. It may be seen in the Varahamihira's Vrhat Samhita (550 A.D.) in which three chapters are devoted to hydrometeorology comprising pregnancy of clouds (Chapter 21), pregnancy of air (Chapter 22), and quantity of rainfall (Chapter 23). Shlokas 1 and 2 of Dakargalam (Chapter 54 of Vrhat Samhita) which states the importance of science of ground water exploration, helps man to ascertain the existence of water are as follows:

धर्म्यं यशस्यं च वदाम्यतोऽहं दकार्गलं येन जलोपलब्धिः ।  
पुसां यथागेषु शिरास्तथैव क्षितावपि प्रोन्नतनिम्नसंस्थाः ॥ Vr.S., 54.1 ॥  
एकेन वर्णेन रसेन चाम्भश्च्युतं नभस्तो वसुधाविशेषात् ।  
ननारसत्वं बहुवर्णतां च गतं परीक्ष्यं क्षितितुल्यमेव ॥ Vr.S., 54.2 ॥

पृथ्वी के नीचे जल की शिराएं (कैपिलरी) मानव शरीर में शिराओं की तरह हैं, कुछ ऊंची और कुछ नीची। आकाश से गिरने वाला पानी, पृथ्वी की प्रकृति में अंतर के कारण विभिन्न रंग का स्वाद लेता है। इन श्लोकों का अर्थ है कि पृथ्वी की सतह से शिराओं (कैपिलरी) के माध्यम से वर्षा जल का अंतःस्पंदन भूजल का स्रोत है। महाकाव्य महाभारत (XII, 183.15.16) में बताया गया है कि पानी, आग और हवा की सहायता से आकाश में ऊपर उठता है और फिर इसकी आर्द्रता संघनित हो जाती है और बाद में वर्षा का कारण बनता है।

The water veins beneath the earth are like vein's in the human body, some higher and some lower. The water falling from sky assumes various colours and tastes from differences in the nature of the earth. These shlokas imply that the infiltration of rainwater through the veins into earth surface is the source of ground water. The epic Mahabharata (XII, 183.15.16) explains that the water ascends to sky with the help of fire

(अग्नि) and air and then its humidity get condensed and causes subsequent rainfall.

अग्निः पवनसंयुक्तः खं समाक्षिषते जलम् ।  
सोग्निमारुतसंयोगाद् घनत्वमुपपद्यते । MB,XII,183.15 ॥  
तस्याकाशे निपतितः स्नेहस्तष्ठति यो परः ।  
स संघातत्वमापन्नो भूमित्वमनुगच्छति ॥ MB,XII,183.16 ॥

महाभारत के श्लोक 184.15–16 में कहा गया है कि पौधे जड़ों के माध्यम से पानी पीते हैं। पौधे में पानी के ऊपर चढ़ने की प्रक्रिया को पाइप के माध्यम से पानी के ऊपर चढ़ने के उदाहरण से समझा जा सकता है। ऐसा कहा जाता है कि पानी के ऊपर चढ़ने की प्रक्रिया को हवा का संयोजन सुगम बनाता है।

The verses 184.15-16 of the Mahabharata state that the plants drink water through their roots. The mechanism of water uptake by plants is explained by the example of water rise through a pipe. It is said that the water uptake process is facilitated by the conjunction of air.

पादैः सलिलपानाच्च व्याधीनां चापि दर्शनात् ।  
व्याधिप्रतिक्रियत्वाच्च विद्यते रसनं द्रुमे ॥ MB,XII,184.15 ॥  
वक्त्रेणोत्पलवालेन यथोर्ध्वं जलमाददेत् ।  
तथा पवनसंयुक्तः पादैः पिबति पादपः ॥ MB,XII,184.16 ॥

महाभारत के श्लोक XII, 362.4 और B में यह समझाया गया है कि हवा और सूर्य की किरणें फैलती हैं और पूरे ब्रह्माण्ड पर एक साथ गिरती हैं श्लोक आगे कहता है कि वर्षा के मौसम (चार महीने) में सूर्य के कारण वर्षा होती है और अगले आठ महीनों में उसी पानी को फिर से सूर्य की किरणों से वापस निकाला जाता है। इस प्रकार, यह जलविज्ञानीय चक्र के दोनों रूपों को स्पष्ट रूप से बताता है। जैसे कि

In verse XII, 362.4 and B of the Mahabharata, it is explained that the air and the sun rays get dispersed and fall on whole universe together. The Verse further says that the sun rains in rainy season (four months) and in next eight months the same water is again extracted by the sun rays. Thus, it explains two faces of hydrological cycle clearly viz.



यतो वायुर्विनिः सृत्य सूर्यरश्म्याश्रितो महान् ।। M.B.XII, 362.4 ।।

योष्टमासांस्तु शुविना किरणेनोक्षित पयः ।

प्रत्यादत्ते पुनः काले मिश्चर्यमतः परम् ।। M.B., XII, 362.B ।।

वेदों और महाकाव्यों की तरह, पुराणों में (जो ईसा पूर्व 6वीं शताब्दी से 7वीं शताब्दी बीच दिनांकित हैं) हमें विभिन्न संदर्भ मिलते हैं जो उनकी अवधि के दौरान जलविज्ञान के ज्ञान के विकास को दिखाते हैं। मत्स्य पुराण (खंड I, अध्याय 54) में बताया गया है कि नमी के साथ संतृप्त वायु ही सृजन (पृथ्वी) का कारण है।

Like Vedas and Epics, in Puranas (which are dated between 6<sup>th</sup> century BC to 7<sup>th</sup> century AD) we get various references which show the development



वर्षा: जलविज्ञानीय चक्र का एक मुख्य घटक  
Rain: Main source of hydrological cycle.  
(स्रोत / Source : Wikipedia)

of knowledge of hydrosience during their periods. Matsya Purana (Vo. I, Chapter 54) reveals that the air saturated with moisture is the cause of creation (earth) viz.

वाय्वाधारा वहन्ते वै सामृताः कल्पसाधकाः ।

यान्यस्याण्डस्य भिन्नस्य प्राकृतान्यभवेत्सा ।। Matsya I, 54.15 ।।

मत्स्य पुराण के श्लोक I, 54.29–34 और वायु पुराण के श्लोक 51.23–24–25–26 में हमें वाष्पीकरण के ज्ञान के बारे में पता चलता है। इन श्लोकों के अनुसार, पानी के तपने और उसका वाष्प में रूपांतरण सूर्य की किरणों के कारण होता है जो वायु की सहायता से वायुमंडल में ऊपर चढ़ता है, जिससे पुनः जीवित प्राणियों की भलाई के लिए अगले 6 महीने में वर्षा होती है। विभिन्न श्लोक नीचे दिए गए हैं:—

In verses I, 54.29-34 of the Matsya Purana and 51.23-24-25-26 of the Vayu Purana, we come across the knowledge of evaporation. According to these verses, burning of water and its conversion to smoke is caused by sun rays which ascend to the atmosphere with the help of air, which again rains in next 6 months for the goodness of the living beings. The various verses are given below:

ध्रुवेणाधिष्ठिताश्चापः सूर्यो वै गृह्य तिष्ठति ।

सर्वभूतशरीरेषु त्वापो ह्यानुश्चिताश्चियाः ।। Matsya I, 54.29 ।।

दह्यमानेषु तेष्वेह जंगमस्थावरेषु च ।

धूमभूतास्तु ता ह्यापो निष्क्रामन्तीह सर्वशः ।। Matsya I, 54.30 ।।

तेन चास्त्राणि जायन्ते स्थानमभ्रमयं स्मृतम् ।

तेजोभिः सर्वलोकेभ्य आदत्ते रश्मिभिर्जलम् ।। Matsya I, 54.31 ।।

**भावार्थ** : ध्रुव के द्वारा अधिष्ठित जल को सूर्य ग्रहण करके स्थित होता है। समस्त भूतों के शरीरों में जो जल अनुक्रियत है। उनके जंगम और स्थावनों में दह्यमान होने पर वह समस्त जल धूममूल अर्थात् धुँआ होकर सब ओर से निकल जाया करते हैं और उससे उत्पन्न हुआ करते हैं जो कि स्थान अभ्रमय कहा गया है। समस्त लोकों के तेज पूर्ण रश्मियों के द्वारा जल का आदान किया करता है।



समुद्राद्वायुसंयोगात् वहन्त्यापो गभस्तयः ।  
ततस्त्वृतुवशात्कालेपरिवर्तन् दिवाकरः ॥ 1,54.32 ॥

नियच्छत्यापो मेघेभ्यः शुक्लाः शुक्लैस्तुरश्मिभिः ।  
अभ्रस्थाः प्रपतन्त्यापोवायुनासमुदीरिताः ॥ 1,54.33 ॥

ततो वर्षति षण्मासान् सर्वभूतविवृद्धये ।  
वायुभिस्तनितंचैव विद्युतस्त्वग्निजाःस्मृता ॥ Matsya I,54.34 ॥

**भावार्थ :** गभस्तिर्याँ समुद्र से वायु के संयोग से जल का वहन करती हैं। इसके अनन्तर ऋतु के वंश में ढोने के कारण दिवाकर समय पर परिवर्तित होता हुआ मेघों के लिए शुक्ल रश्मियों से शुक्ल ही जल दिया करता है। मेघ में स्थित जल नीचे गिरा करते हैं जबकि वे वायु के द्वारा समुदारित होते हैं। इसके उपरांत समस्त भूतों की विवृद्धि के लिए छः मास तक वर्षा करता है। वायु के द्वारा स्तनित और अग्नि से समुत्पन्न विद्युत कहे गये हैं। भेदन करने से 'भिहि' इस धातु से मेघत्व प्रकट किया करते हैं उनसे जल भ्रंशमान होकर नीचे वहीं गिरा करते हैं ऐसी ही अभ्रकी स्थिति है। वृष्टि के सर्ग की सृष्टि का करने वाला यह रवि ध्रुव के द्वारा अधिष्ठित है।

लिंग पुराण में एक पूर्ण अध्याय (1, 36) जलविज्ञान के प्रति समर्पित हैं। यह वाष्पीकरण, संघनन और वर्षा को बहुत ही वैज्ञानिक रूप से उपयुक्त उदाहरणों के साथ समझाता है और बताता है कि पानी को नष्ट नहीं किया जा सकता है, केवल इसकी अवस्था बदली जा सकती है।

In Linga Purana a full-fledged chapter (1,36) has been devoted to the science of hydrology. It explains evaporation, condensation and rainfall with suitable examples very scientifically and says that the water can't be destroyed, only its state is changed.

दन्दह्यमानेषु चराचरेषु गोधूमभूतास्त्वथ निष्क्रमन्ति ।

या या ऊर्ध्व मारुतेनेरिता वै तास्तास्त्वभ्रांयग्निनावायुना च ॥ Linga I, 36.38 ॥  
अतो धूमाग्निवातानां संयोगस्त्वमुच्यते ।

वारीणि वर्षतीत्यभ्रमभ्रस्येशः सहस्रदृक् ॥ Linga I, 36.39 ॥

**भावार्थ :** सूर्य से मिलने के बाद, पृथ्वी पर अधिकांश सामग्री में निहित पानी ध्रुं (वाष्प) में परिवर्तित हो जाता है और हवा के साथ आकाश में चढ़ जाता है और बाद में बादल में परिवर्तित हो जाता है। इस प्रकार, वाष्प, आग और हवा का संयोजन बादल बनने के कारण है। इन बादलों के कारण हजारों आंखों वाले भगवान इंद्र के मार्गदर्शन में वर्षा होती है।



वाष्पोत्सर्जन द्वारा बादलों का निर्माण  
Formation of clouds by evapotranspiration  
(स्रोत / Source : Wikipedia)



**Meaning :** After getting by sun, the water contained in most of the materials on earth gets converted to smoke (vapour) and ascends to sky with the air and subsequently gets converted to cloud. Thus, the combination of smoke, fire and air is the cause of cloud formation. These clouds cause rainfall under the guidance of lord Indra, having thousand eyes.

इसी प्रकार लिंग पुराण के श्लोक 1, 36.66–67 में कहा गया है कि पानी कभी नष्ट नहीं होता है या लुप्त नहीं होता, लेकिन केवल एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित किया जाता है यानी सूर्य की गर्मी से पानी वाष्प में, फिर बादल और इसके बाद वर्षा में परिवर्तित हो जाता है और हवा आदि से वर्षा का हास होता है, यथा

Similarly verses 1, 36.66-67 of the Linga Purana say that the water is never destroyed or lost, but only converted from one form to other i.e. water to vapour by sun heat, then cloud and subsequent rainfall and loss of rainfall by wind etc. viz.

अस्यैवेह प्रसादात्तु वृष्टिर्नाताभवदिदवजाः ।  
सहस्र गुणमुत्स्रष्टुं मादत्ते किरणैर्जलम् ॥ Linga I,36.66 ॥

**भावार्थ :** हे द्विजगण! इनकी ही कृपा से यहां लोक में अनेक प्रकार की वर्षा होती थी। सहस्रा गुण का उत्सर्ग करने के लिए यह अपनी किरणों के द्वारा जल को ग्रहण किया करते हैं।

जलस्य नाशो वृद्धिर्वा नातत्येवास्य विचारतः ।  
ध्रुवेणाश्रिष्टितो वायुवृष्टि संहरते पुनः ॥ Linga I,36.67 ॥

**भावार्थ :** इसके विचार से जल का कभी नाश या वृद्धि नहीं होती है। ध्रुव के द्वारा अधिष्ठित वायुदेव इस वर्षा का पुनः संहार किया करते हैं।

इस प्रकार, यह स्पष्ट है कि लिंग पुराण में वर्षा, वाष्पीकरण, संघनन, बादल बनने इत्यादि के सुस्पष्ट सिद्धान्त समाविष्ट होने के साथ-साथ यह ज्ञान भी था कि पानी को न तो बनाया जा सकता है, न ही नष्ट किया जा सकता है। लिंग पुराण के अध्याय 41, खंड 1 में साल के महीनों के साथ जल विज्ञानीय चक्र के पहलुओं

में परिवर्तन के बारे में जानकारी प्रस्तुत की गयी है, यथा

Thus, it is evident that the Linga Purana contains clear concept of rainfall, evaporation, condensation, cloud formation etc., along with the knowledge that water cannot be created or destroyed. Chapter 41, Vol.I of the Linga Purana furnishes some more knowledge about the change in the facets of hydrological cycle with months of the year. viz.

वसंते चैव ग्रीष्मे च शतैः स तपते त्रिभिः ।  
वर्षास्वथो शरदि च चतुर्भिर्मासं प्रवर्षति ॥ Linga I,41.30 ॥

**भावार्थ :** बसन्त में और ग्रीष्म में वह सैकड़ों से तपता है, वर्षाओं में तीनों से और शरद में चार से प्रवर्षण किया करता है। हेमन्त और शिशिर में तीनों से वह हिम का उत्सर्जन किया करता है। इन्द्र, धता भग, पूषा, मित्रा वरुण, अर्यमा, अंशु, विवस्वान्, तवष्टा, पर्जन्य और विष्णु ये माघादि मासों के क्रम में बारह आदित्य और उनकी रश्मियाँ हैं। माघ मास में वरुण तथा फाल्गुन में सूर्य होता है।

चैत्रे मासि भवेदंशुर्धाता वैशाखतापन ।  
ज्येष्ठे मासि भवेदिन्द्र आषाढे वार्यमा रविः ॥ Ling I,41.33 ॥

**भावार्थ :** चैत्र मास में अंशु और वैशाख मास में तपन करने वाले का नामा धता है। ज्येष्ठ में इन्द्र तथा आषाढ में अर्यमा नाम का रवि होता है।

इसी तरह वायु पुराण में भी जलविज्ञानीय चक्र के मूल्यवान संदर्भ भी सम्मिलित है। वायु पुराण में (51.14–15–16) इस प्रकार कहा गया है:—

Likewise Vayu Purana also contains valuable references to hydrologic cycle. Vayu Purana (51.14-15-16) state like this:

आदित्यपीतं सूर्याग्नेः सोमं संक्रमते जलम् ।  
नाडीभिर्वायुयुक्ताभिर्लोकाधानं प्रवर्तते ॥ Vayu,51.14 ॥  
यत्सोमात्स्रवते सूर्य तदभ्रेष्वतिष्ठते ।  
मेघा वायुनिघातेन विसृजन्त जलं भुवि ॥ Vayu 51.15 ॥  
एवमुत्क्षिप्यते चैव पतते च पुनर्जलम् ।  
न नाशमु उदकस्यास्ति तदेव परिवर्तते ॥ Vayu 51.16 ॥



**भावार्थ :** सूर्य द्वारा वाष्पित पानी हवा की केशिकाओं के माध्यम से वायुमण्डल में चढ़ जाता है और ठंडा होकर संघनित हो जाता है। बादलों के बनने के बाद, हवा की शक्ति से वर्षा होती है। इस प्रकार, इन सभी क्रियाओं में पानी नष्ट नहीं होता है अपितु एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित हो जाता है।

**Meaning:** The water evaporated by sun ascends to atmosphere through the capillaries of air, and there gets cooled and condensed. After formation of clouds, it rains by the force of air. Thus, water is not lost in all these processes but gets converted from one form to other continuously.

ब्रह्माण्ड पुराण (II, अध्याय 9) में भी जलविज्ञानीय चक्र पर कुछ जानकारी दी गयी है। इसमें कहा गया है कि सूर्य की सात रंगीन किरणों सभी स्रोतों को गरम कर पानी निकालती हैं (II, 9.138–139)। उसके बाद, विभिन्न आकारों और रंगों के बादल बनते हैं। फिर वे उच्च तीव्रता और अति ध्वनि के साथ वर्षा करते हैं (II, 9.167–168)। इस तरह, सूर्य की आग नियंत्रित होती है। अध्याय का मूल उद्देश्य जलविज्ञानीय चक्र की अवधारणा है जो विभिन्न भागों की एक-एक करके व्याख्या करता है।

Brahmanda Purana (II, Chapt. 9) also gives some information on the hydrologic cycle. It says that seven colour rays of the sun extracts water from all sources, by heating them (II,9.138-139). Thereafter, the clouds of different shapes and colours are formed. Then they rain with high intensity and great noise. (II,9.167-168). In this way, the fire of the sun is controlled. The very object of the chapter is the concept of the hydrologic cycle explaining different parts one by one.

नावृष्ट्या परिविश्येत वारिणा दीप्यते रविः।

तस्मादयः पिबन्त्यो वै दीप्यते रविरंबरे ॥ Brahmanda II,9.138 ॥

**भावार्थ :** अवृष्टि से सूर्य परिवृष्ट नहीं होता है प्रत्युत जल के ही द्वारा रवि दीप्त हुआ करता है। इसी कारण से जो जलों का पान करता रहता है वही रवि आकाश में दीप्त हुआ करता है।

तस्य ते रश्मयः सप्त पिबन्त्यंभो महार्णवात्।

तेनाहारेण संदीप्ताः सूर्याः सप्त भवंत्युत ॥ Brahmanda II,9.139 ॥

**भावार्थ :** उस सूर्य की सात रश्मियां (किरणें) महासागर से जल का पान किया करती हैं। उसी आहार से सात सूर्य प्रदीप्त होते हैं।

सप्तधा संवृतात्मानस्तमग्निं शमयंत्युत।

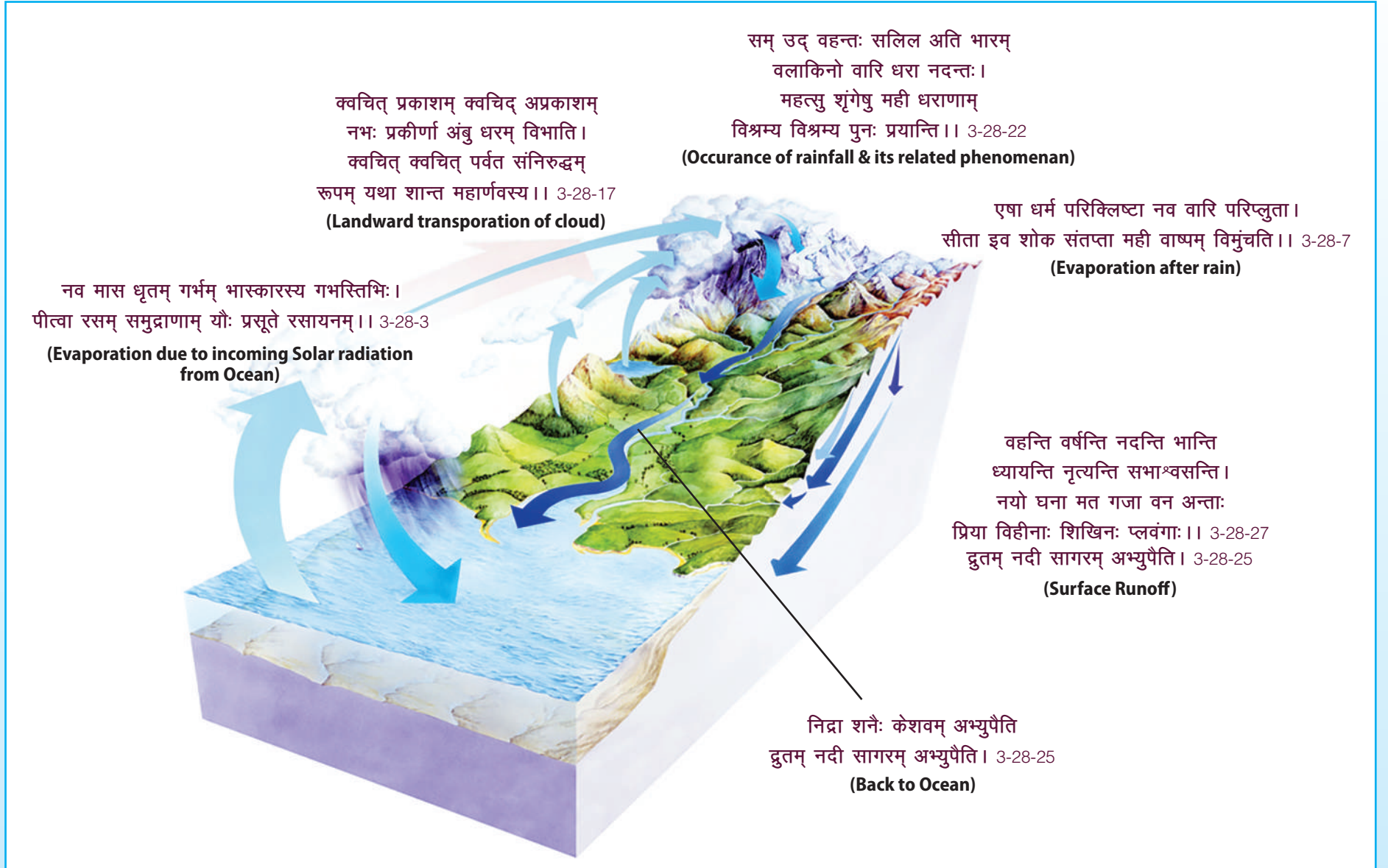
ततस्ते जलदा वर्ष मुच्यंति च महौघवत् ॥ Brahmanda II,9.167 ॥

**भावार्थ :** सात स्वरूपों में संवृत होने वाले वे मेघ उस परम घोर अग्नि का शमन कर दिया करते हैं। इसके उपरांत वे मेघ महान घोर मूसलाधर वर्षा किया करते हैं।



गोधूलि बेला में बादलों का मनोरम दृश्य  
Panoramic view of clouds in dusk  
(स्रोत / Source : Wikipedia)





वाल्मीकि रामायण के किष्किंधा कांड से लिए गए जलविज्ञानीय चक्र का योजनाबद्ध निरूपण, मलिक (2016)  
Schematic Representation of the Hydrological Cycle extracted from Kishkindha Kanda of Ramayana of Valmiki by Malik (2016)



सुघोरमशिवं सर्व नाशयन्ति च पावकम् ।

प्रवृष्टश्च तथात्यर्थ वारिणापूर्यते जगत् ।। Brahmanda II,9.168 ।।

**भावार्थ :** परम घोर अशिव उस अग्नि का विनाश कर दिया करते हैं और अत्यधिक वर्षा के द्वारा जल से संपूर्ण जगत् को भर दिया करते हैं ।

जलविज्ञान और जलविज्ञानीय चक्र के बारे में विभिन्न प्राचीन भारतीय साहित्य में उपलब्ध ज्ञान कोष अभी भी पूरी तरह से खोजा नहीं गया है। जैसा कि वी.टी. चाउ ने अगस्त, 1974 को पेरिस में यूनेस्को द्वारा आयोजित संगोष्ठी के दौरान कहा "एशिया में जलविज्ञान का इतिहास सबसे अच्छा है और आगे के अध्ययन के लिए इससे बहुत ज्ञान प्राप्त किया जा सकता है"। हालांकि प्रयास निरंतर जारी हैं, पर वे पर्याप्त नहीं हैं। हाल के एक अध्ययन में, मलिक (2016) ने रामायण महाकाव्य से जलविज्ञानीय चक्र के वैचारिक पहलुओं को खोजने और विश्लेषण करने के प्रयास किए हैं जिसका केंद्र बिंदु महान कवि वाल्मीकि रचित रामायण के किष्किंधा कांड के चौथे कांड का 28वें सर्ग से जलीय चक्र का वैचारिक पहलू है। मलिक (2016) द्वारा वाल्मीकि रामायण के किष्किंधा कांड से निकाले गए जलविज्ञानीय चक्र का योजनाबद्ध प्रदर्शन नीचे दिये चित्र में दिखाया गया है।

The treasure of knowledge about hydrology and hydrologic cycle available in various ancient Indian literature has still not been explored fully. As observed by V. T. Chow (1974) in the Symposium organized by UNESCO in Paris in August, 1974 "*the history of hydrology in Asia is fragmentary at best and much insight could be obtained by further study*". Although the efforts are on, they are not numerous. In a recent study, Malik (2016) has made efforts to extract and analyze the concept of hydrological cycle as understood from the Ramayana Epic, focusing on the conceptual aspects of hydrological cycle interpreted from the 28<sup>th</sup> sarga of 4<sup>th</sup> Kanda of Kishkindha Kanda of Ramayana by the great poet Valmiki. The Schematic representation of hydrological cycle extracted from Kishkindha Kanda of Ramayana of Valmiki by Malik (2016) is shown in following figure.

मलिक (2016) ने जलविज्ञानीय चक्र की आधुनिक अवधारणा की तुलना वाल्मीकि

रामायण के दौरान की अवधारणा के साथ की है। तुलना को आगे दिये गये चित्र में दिखाया गया है। दोनों अवधारणाओं के तुलनात्मक विश्लेषण से उन्होंने देखा कि "आधुनिक अवधारणा में सूर्य पूरे साल समुद्र के पानी के साथ अन्य जल ढांचों से पानी को वाष्पित तथा उत्सर्जित करता है। लेकिन महाकाव्य में, उत्सर्जन का कोई संकेत नहीं है। इसके अलावा अपवाह में तुलनात्मक अंतर है जहाँ वर्तमान अवधारणा अपवाह, अंतःस्पंदन और उप-सतह प्रवाह पर विचार किया गया है। महाकाव्य अवधारणा में अंतःस्पंदन और उप-सतह प्रवाह अनुपस्थित है"। हालांकि, अगर हम इन सीमाओं को अनदेखा करें तो रामायण की अवधारणा उत्कृष्ट और आधुनिक अवधारणा के बहुत समीप है।

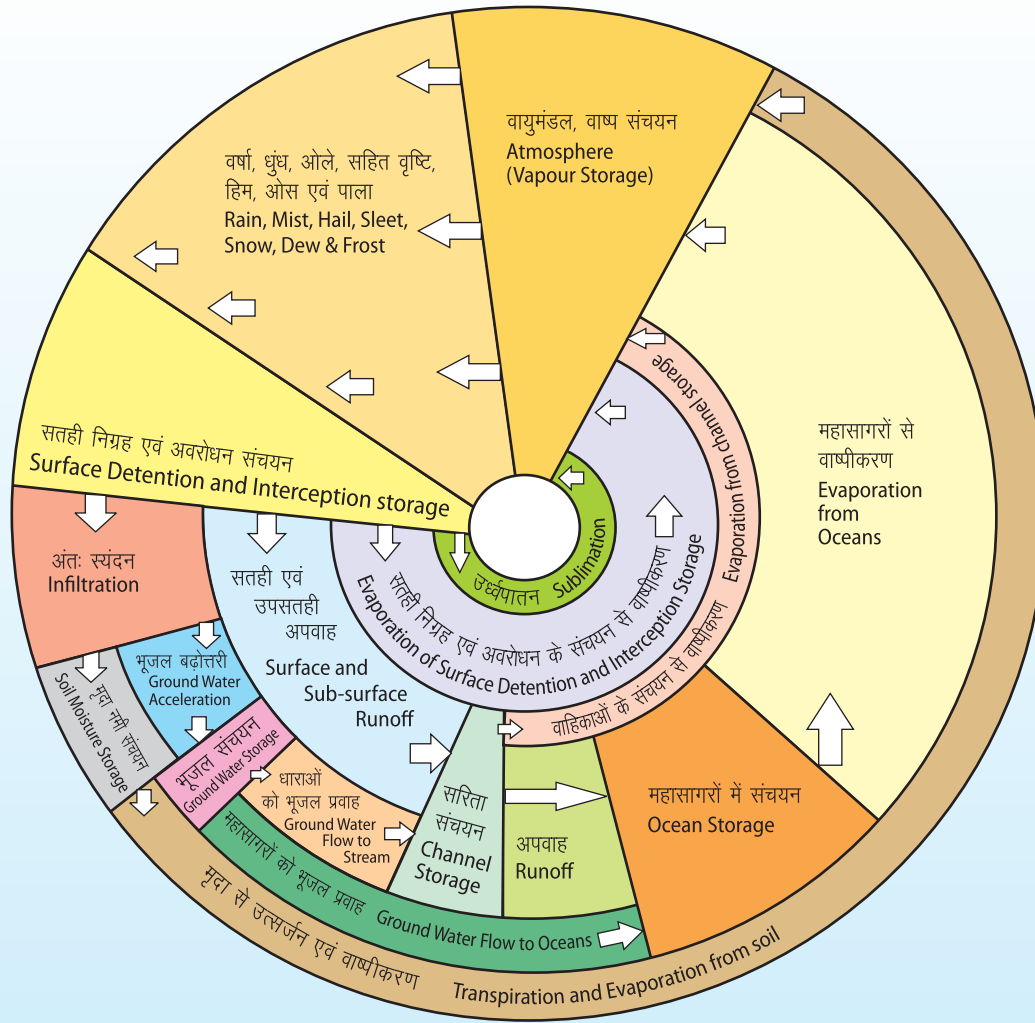
Malik (2016) has also compared the modern concept of the hydrologic cycle with the concept present during the Ramayana of Valmiki. The comparison is shown in following figure. From the comparative analysis of the two concepts, he observes that "in the modern concept sun throughout the year evaporates the oceanic water or water from others water bodies coupled with transpiration. But in the epic, there is no signature of transpiration. Also, contrasting difference occurs for run-off where present concept considering run-off, infiltration and sub-surface flow. In the epic concept of infiltration and sub-surface flow are found to be lacking". However, if we ignore these limitations, the concept of Ramayana is outstanding and very close to the modern concept.

## उपसंहार

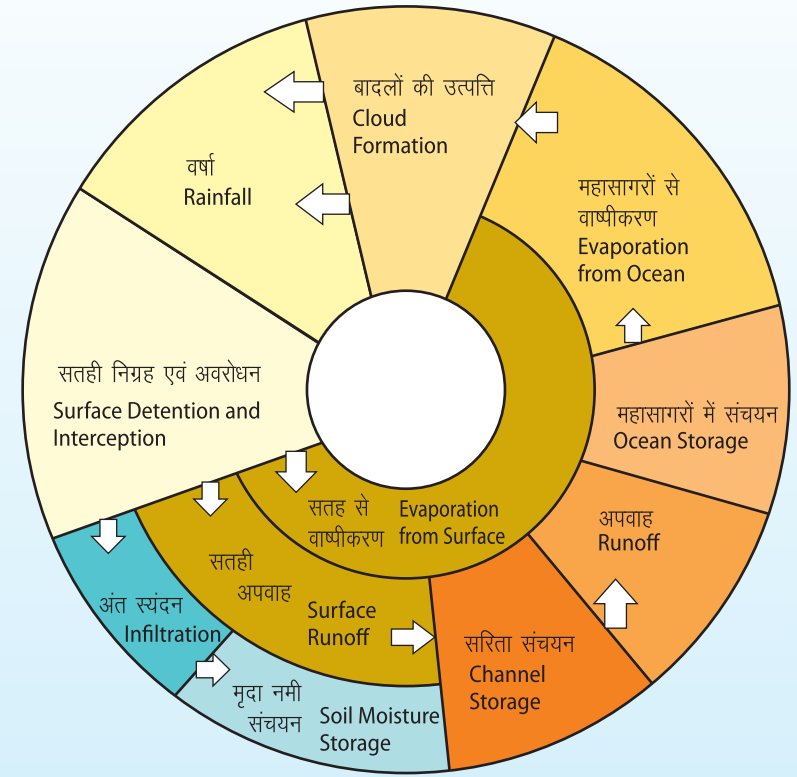
### Epilogue

इस अध्याय से पता चलता है कि वैदिक युग के समय और उसके बाद के महाकाव्य और पुराण के समय जलविज्ञान का ज्ञान अत्यधिक उन्नत था, हालांकि उस समय के लोग आधुनिक रूप से परिष्कृत उपकरणों के बिना, केवल प्रकृति के अपने अनुभव पर पूरी तरह से निर्भर थे। वैदिक युग में, भारतीयों ने इस अवधारणा को विकसित किया था कि सूर्य की किरणों और हवा के प्रभाव के कारण पानी सूक्ष्म कणों में विभाजित हो जाता है जो, हवा की केशिकाओं द्वारा वायुमंडल में





(चित्र-क)  
(Fig. A)



(चित्र-ख)  
(Fig. B)

आधुनिक जलविज्ञानीय चक्र (चित्र-क) तथा वाल्मीकि रामायण में वर्णित जलविज्ञानीय चक्र (चित्र-ख) के बीच योजनाबद्ध तुलना, मलिक (2016)  
Schematic comparisons between Modern Hydrological cycle (Fig. A) and hydrological cycle concept in Valmiki Ramayana (Fig. B) by Malik (2016)



चढ़ते हैं। वहां यह संघनित हो जाता है और बाद में वर्षा के रूप में गिरता है। जलविज्ञानीय चक्र के पहलुओं में मासिक-वार परिवर्तन का ज्ञान भी था। पौधों द्वारा पानी का चूसन जो कि हवा की सहायता से होता है तथा अंतःस्पंदन का ज्ञान प्राचीन साहित्य में प्रकट होता है। उपर्युक्त अध्ययन एवं उदाहरणों से, हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि भारतीयों को प्राचीन काल में जलविज्ञानीय चक्र के बारे में सुविकसित अवधारणा का ज्ञान था जबकि समकालीन दुनिया उस समय पानी की उत्पत्ति और पानी के वितरण के आधारहीन सिद्धांतों पर निर्भर थी। इस प्रकार, प्राचीन भारतीय जलविज्ञान के ज्ञान को उस समय की महान उपलब्धि के रूप में माना जा सकता है।

This chapter brings out that the knowledge of water science during the Vedic age and afterwards in the age of Epics and Puranas was highly advanced, although the people of those times were solely dependent upon their experience of nature, without sophisticated instruments of

modern times. In the Vedic age, Indians had developed the concept that water gets divided into minute particles due to the effect of sun rays and wind, which ascends to the atmosphere by the capillary of air. It gets condensed there and subsequently falls as rainfall. Month-wise change in the facets of the hydrological cycle was also known. Water uptake by plants which gets facilitated by the conjunction of air alongwith the knowledge of infiltration is revealed in the ancient literature. From all above discourses, we can conclude that well developed concepts of the hydrological cycle were known to the ancient Indians in those ancient times while the contemporary world was relying on the wild theories of origin and distribution of water. Thus, the ancient Indian knowledge of water science can be regarded as the great achievement of that time.



## अध्याय CHAPTER 3

# वर्षा उत्पत्ति और मापन

## PRECIPITATION AND ITS MEASUREMENT

वर्षा उन तीन मुख्य प्रक्रियाओं (वाष्पीकरण, संघनन और वर्षा) में से एक है जिनके द्वारा जलविज्ञानीय चक्र, वायुमंडल और पृथ्वी की सतह के बीच पानी का निरंतर आदान-प्रदान, संचालित होता है। इस अध्याय में प्राचीन भारतीय साहित्य में वर्णित विभिन्न प्रक्रियाओं जैसे कि बादलों की उत्पत्ति, सूर्य, महासागर और पृथ्वी की सतह के बीच अंतःक्रिया, संघनन और वर्षा पर चर्चा की गई है। यह अध्याय प्राचीन भारत में वर्षा-मापन के लिए उपयोग की जाने वाली तकनीकों पर भी प्रकाश डालता है।

Precipitation is one of the three main processes (evaporation, condensation, and precipitation) that constitute the hydrologic cycle, the continual exchange of water between the atmosphere and Earth's surface. This chapter discusses various processes such as cloud formation, interaction between Sun, ocean and earth surface, condensation and precipitation, as described in the ancient Indian literature. The chapter also sheds lights on the techniques used for precipitation measurement in ancient India.

### मौसम और बादलों की उत्पत्ति

#### Seasons and Cloud Formation

ऋग वैदिक आर्यों ने उत्सुकता और सावधानी से मौसम में परिवर्तन की सीमाओं

को निर्धारित किया है और पूरे वर्ष को इस तरह से छः भागों में विभाजित किया है जैसा श्लोकों में स्पष्ट किया गया है:—

The Rig Vedic Aryans had keenly and carefully demarcated the variation in seasons and divided the whole year into six such divisions as the verse indicates:

उतो स मह्यमिन्दुभिः षड्युक्ताँ अनुसेषिधत् ।  
गोभिर्यवं न चर्कृषत् ॥ R.V.,I,23.15 ॥

ऋग वैदिक आर्यों को स्पष्ट रूप से पता था कि सूर्य मौसम का निर्धारक है और पृथ्वी के जीवों के हित के लिए मौसम बनाए गए हैं।

The Sun was clearly known to the Rig Vedic Aryans as determinant of seasons and the seasons were formed for the benefit of the earthly creatures.

त्रीणि जाना परि भूषन्त्यस्य समुद्र एकं दिव्येकमप्सु ।  
पूर्वामनु प्र दिशं पार्थिवानामृतून् प्रशासद्वि दधावनुष्टु ॥ R.V.,I,95.3 ॥

भावार्थ : जैसे दिन-रात के बिना भूत, भविष्यत् और वर्तमान कालों की संभावना नहीं हो सकती वैसे ही इनके बिना कोई ऋतु संभव नहीं है।

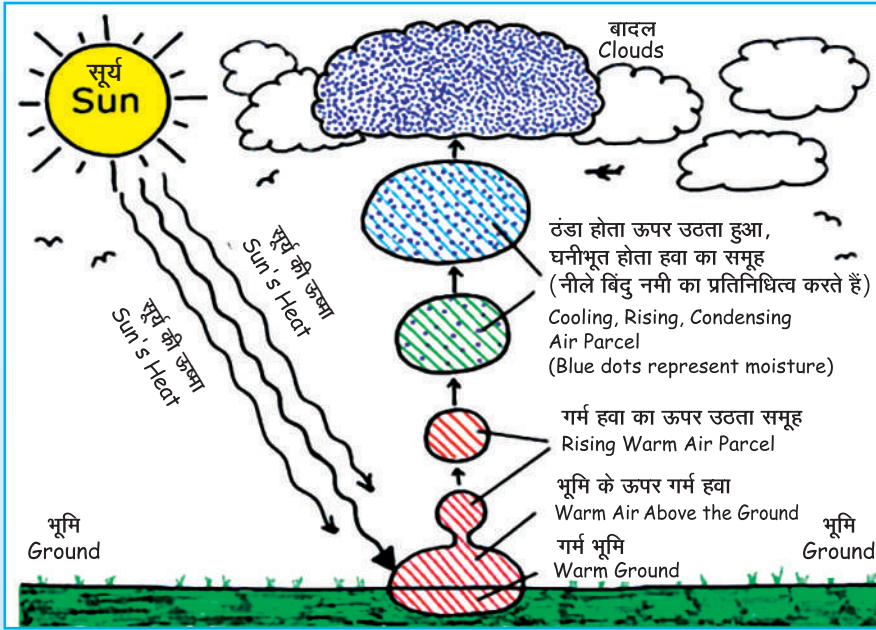


आगे दर्शाये चित्र में आधुनिक ज्ञान के अनुसार सामान्य बादलों की उत्पत्ति और संबंधित प्रक्रियाओं को दर्शाया गया है। बादलों की उत्पत्ति के बारे में ज्ञान ऋग्वेद काल में भी मौजूद था।

Following figure shows the general cloud formation and associated processes, as understood in modern times. The knowledge about cloud formation is also present in the Rig Veda.

विकिरण, संवहन धाराएँ और उनके परिणाम स्वरूप वर्षा को निम्नलिखित श्लोकों के माध्यम से ऋग्वेद (I, 164.47 VII, 70.2 और I, 161.11-12) में वर्णित किया गया है।

Radiation, convection currents and rainfall as their effect, are described in the Rig Veda (I, 164.47, VII, 70.2 and I, 161. 11-12) through following verses.



बादलों की उत्पत्ति की प्रक्रिया  
The process of Cloud Formation

(स्रोत / Source : <https://climate.ncsu.edu/edu/CloudFormation>)

उद्वत्स्वस्मा अकृणोतना तृणं निवत्स्वपः स्वपस्यया नरः।  
अगोस्यस्य यदसस्तना गृहे तद्घोदमृभवो नानु गच्छथ ॥ R.V., I, 161.11 ॥  
संमील्यं यदभुवना र्प्यसर्पत क स्वत्तात्या पितरा व आसतुः।  
अशपत यः करस्नं व आददे यः प्राब्रवीत्प्रो तस्मा अब्रवीतन ॥ R.V., I, 161.12 ॥  
कृष्णं नियानं हरयः सुपर्णा अपो वसाना दिवमुत्पतन्ति।  
त आववृत्रन्त्सदनादृतस्यादिद्घृतेन पृथिवी व्युद्यते ॥ R.V., I, 164.47 ॥

ऋग्वेद के उपर्युक्त श्लोकों में यह भी कहा गया है कि सूर्य की किरणें वर्षा का कारण हैं, और बादल विभिन्न तत्वों से गठित होते हैं। ऋग्वेद के कुछ श्लोक (I, 27.6; I, 32.8; I, 32.14; I, 37.11, II, 24.4; V, 55.3) सूर्य और हवा द्वारा पानी के वाष्पीकरण द्वारा बादल के गठन और फिर उससे वर्षा का वर्णन करते हैं, और सूर्य के अलावा कोई अन्य वर्षा का कारण नहीं है।

These above verses of the Rig Veda also state that the rays of the Sun are the cause of the rains, and that the clouds are constituted of various elements. Some verses of Rig Veda (I, 27.6; I, 32.8; I, 32.14; I, 37.11; II, 24.4; V, 55.3) describe the formation of cloud by evaporation of water by Sun and wind and then rainfall, and there is no other cause of rainfall other than Sun.

विभक्तासि चित्रभानो सिन्धोरुर्मा अपाक आ।

सधो दाशुषे क्षरसि ॥ R.V., I, 27.6 ॥

नदं न भिन्ममुया शयानं मनो रूहाणा अति यन्त्यापः।

याश्चिद्वृत्रो महिना पज्ज्यतिष्ठत्तासामहिः पत्सुतः शीर्बभूव ॥ R.V., I, 32.8 ॥

उपर्युक्त श्लोक बताते हैं कि सूर्य की किरणों की गर्मी से सारा पानी हवा के साथ आकाश में चला जाता है और बादलों में परिवर्तित हो जाता है और फिर सूर्य की किरणों के प्रवेश के बाद वर्षा होती है और नदियों, तालाबों, समुद्रों आदि में जमा हो जाती है। कहा जाता है कि पानी की भरपाई के लिए बादल उत्तरदायी है। ऋग्वेद के श्लोक V 55.3 में शक्तिशाली बादल के एक साथ आर्द्रता के गठन की व्याख्या की गई है।

The above verses explain that all that water goes to the sky with wind by



the heat of Sun rays and gets converted to clouds and then again after the penetration by Sun rays, it rains and gets stored in rivers, ponds, ocean etc. The clouds are said to be leaders for replenishment of water. The verse V 55.3 of the Rig Veda explains the simultaneous formation of mighty clouds which are co-dispensers of moisture.

साकं जाताः सुभ्रवः साकमुक्षिताः श्रिये चिदा प्रतरं वावृधुर्नरः  
विरोकिणः सूर्यस्येव रश्मयः शुभं यातामनु रथा अवृत्सत ॥ R.V.,V,55.3 ॥

ऋग्वेदिक काल के समय वर्षा की मौसमी भिन्नता ज्ञात थी, जिसे निम्नलिखित श्लोकों (RV. VI, 20.2 और VI, 30.3) के माध्यम से दर्शाया गया है, जिसमें कहा गया है कि सूर्य आठ महीनों के दौरान पृथ्वी से पानी निकालता है और फिर इसी

पानी से चार महीनों के वर्षा काल के समय वर्षा होती है।

During Rig Vedic times the seasonal variation of rainfall was known, which is depicted through following verses (RV.VI,20.2 and VI,30.3) saying that the Sun extracts water from Earth during eight months and then this water rains during rainy season of four months.

दिवो न तुभ्यमविद्र सत्रासुर्यं देवेभिर्धायि विश्वम् ।  
अहिं यद्वृत्रमपो वद्विवांसं हन्नुजीशिन् विष्णुना सचानः ॥ R.V.,VI,20.2 ॥

**भावार्थ** : जैसे सूर्य आठ महीने में जल के रसों को आकर्षण के द्वारा हरण करके चातुर्मास्य में वर्षाता है वैसे ही राजा आठ महीने करों को ग्रहण कर अभय की वृष्टि करके प्रजा का पालन करे।



समुद्र : बादलों की उत्पत्ति का प्रमुख स्रोत  
Ocean : Main source of Cloud Formation  
(स्रोत/Source: Flickr.com)

ऋग्वेद के श्लोक I, 79.2 में कहा गया है कि सूर्य की किरणें गतिमान बादलों से टकराती हैं। इस प्रकार, वर्षा वाले काले बादल गर्जन करते हैं। इसके बाद, आकाशीय विद्युत की रमणीय चमक के साथ फुहारें आती हैं और अंत में बादलों की गर्जन के साथ वर्षा आती है।

Verse I, 79.2 of the Rig Veda states that the Sun rays strike against moving clouds. Thus, the black shedders of rain roar. After this, the shower comes with delightful flashes of lighting. The rains then descend, and finally the clouds thunder.

अ ते सुपर्णा अभिनन्तँ एवैः कृष्णो नोनाव वृषभो  
यदीदम् ।

शिवाभिर्न स्मयमानाभिरागात्पतन्ति मिहः  
स्तवयन्त्यभ्रा ॥ R.V.,I,79.2 ॥

ऋग्वेद के आगामी दो श्लोक ( V.54.2 और V.55.5) बादलों वाली हवाओं को वर्षा का कारण बताते हैं, यथा



Following two verses (V.54.2 and V55.5) of the Rig Veda explain the cloud-bearing winds as the cause of rainfall, viz.

प्र वो मरुतस्तविषा उदन्यवो वयोवृधो अश्वयुजः परिज्रयः ।  
सं विद्युता दधति वाशति त्रितः स्वरन्त्यापोऽवना परिज्रयः ॥ R.V.,V,54.2 ॥

**भावार्थ :** “हे मेघ—वायु, तुम्हारी सेनाएं जल में धनी हैं, वे जीवन की रक्षक हैं, और आपसे उनका मजबूत बंधन है, वे पानी और भोजन में वृद्धि करते हैं, और वे उन तरंगों से सुशोभित हैं जो दूर—दूर तक सर्वत्र फैलती हैं। प्रकाश के साथ मिलकर, त्रिगुणित—समूह (हवा, बादल और बिजली का) जोर से गर्जना करता है, और पृथ्वी पर आकाश से पानी गिरता है” ।

**Meaning :** “O cloud-bearing winds, your troops are rich in water, they are strengtheners of life, and are your strong bonds, they shed water and augment food, and are harnessed with steeds (waves) that wander far and spread every-where. Combined with lighting, the triple-group (of wind, cloud and lightning) roars aloud, and the circumambient waters fall upon the earth”.

उदीरयथा मरुतः समुद्रतो यूयं वृष्टिं वर्षयथा पुरीषिणः ।  
न वो दस्रा उप दस्यन्ति धेनवः शुभं यातामनु रथा अवृत्सत ॥ R.V.V,55.5 ॥

**भावार्थ :** इस श्लोक में समझाया गया है कि बादल के चलने वाली हवाएँ समुद्र से पानी उठाती हैं और पानी से परिपूर्ण होकर वर्षा करती हैं। इसी प्रकार, हवाओं को वर्षा का कारण मानने वाले श्लोक 1, 19.3; 1, 165.1 में आसानी से पढ़ा जा सकता है, और उनके बादलों के साथ संबंध को ऋग्वेद के श्लोक 1, 19.8 में इस प्रकार बताया गया है:—

This verse explains that the cloud-bearing winds uplift water from ocean and charged with water shower down the rain. Similarly, instrumentality of winds in the causation of rainfall can be easily read in verses 1,19.3-4; 1, 165.1, and their relationship with clouds in 1, 19.8 of the Rig Veda, as follows:

ये महो रजसो विदुर्विश्वे देवासो अद्रुहः ।  
मरुद्भिरग्न आ गहि ॥ RV.I,19.3 ॥

या उग्रा अर्कमानृचुरनाधृष्टास ओजसा ।  
मरुद्भिरग्न आ गहि ॥ RV.I,19.4 ॥

अ ते तन्वन्त रश्मिभिस्तिरः समुद्रमोजसा ।  
मरुद्भिरग्न आ गहि ॥ RV.I,19.8 ॥

उपर्युक्त श्लोक वर्षा होने के कारणों को बताते हैं, जो वर्षा होने की शाश्वत प्रक्रिया को क्रियान्वित करते हैं।

The above verses reveal the cause of rain, who commands the rain to come down and execution of eternal laws.

ऋग्वेद के निम्नलिखित स्तुति गीत (1, 38.7) से पता चलता है कि किस तरह से नमी वाली हवाएँ मरुभूमि के क्षेत्र में भी कुछ वर्षा लाती हैं।

The following hymn (1,38.7) of the Rig Veda reveals how the moisture laden winds bring some scanty rainfall in desert region also.

सत्यं त्वेषा अमवन्तो धन्वष्टिचदा रुद्रियासः ।  
मिहं कृण्वन्त्यवाताम् ॥ R.V.I,38.7 ॥



प्राचीन भारत में वर्षा एवं पर्यावरण शुद्धता हेतु प्रार्थना  
Prayer for rain and environment purification in the ancient India  
(स्रोत / Source: Livetoday.online)



ऋग्वेद के श्लोक V, 53.6-7 से हमें ऋग वैदिक आर्यों के वर्षा करने में यज्ञ, वनों और बड़े जलाशयों के सकारात्मक प्रभाव के ज्ञान के विषय में भी पता चलता है।

From verse V,53.6-7 of the Rig Veda, we also come across the knowledge of Rig Vedic Aryans about the positive effect of yajna's (यज्ञ), forests and large reservoirs, causing rainfall.

आ यं नरः सुदानवो ददाशुर्षे दिवः कोशमच्युच्यवुः।

वि पर्जन्यं सृजन्ति रोदसी अनु धन्वना यन्ति वृष्टयः ॥ R.V.V.,53.6 ॥

**भावार्थ** : वे ही मनुष्य उत्तम दाता हैं जो यज्ञ, जंगलों की रक्षा और जलाशयों के निर्माण से वर्षाओं को कराते हैं।

तत्दानाः सिन्धवः क्षोदसा रजः प्र सस्रुर्धनवो यथा।

स्यन्ना अश्वा इवाध्वनो विमोचने वि यद्वर्त्तन्त एन्यः ॥ R.V.V.,53.7 ॥

**भावार्थ** : जैसे दुग्ध देने वाली गायें दुग्ध की वृष्टि करती हैं, वैसे ही नदी तड़ाग समुद्र आदि और अन्य जलाशय पृथ्वी पर वृष्टि करते हैं।

ऋग्वेद का निम्नलिखित स्तुति गीत (V, 53.17) इंगित करता है कि हवाएँ तिरसठ प्रकार की होती हैं। हालांकि, उनके जलवायु और मौसम संबंधी निहितार्थ अभी भी अप्रकाशित हैं और उन्हें केवल पौराणिक कथाओं के रूप में माना जाता है।

The following hymn from the Rig Veda (V, 53.17) indicates that there are sixty-three types of winds. However, their climatological and meteorological implications are still unraveled and they are mostly treated as merely mythologies.

सप्त मे सप्त शाकिन एकमेका शता दुदः।

यमुनायमधि श्रुतमुद्राधो गत्यं मृजे नि राधो अश्वयं मृजे ॥ R.V.V,53.17 ॥

ऋग्वेद में मानसून का कोई स्पष्ट उल्लेख नहीं मिलता है, लेकिन मारुत के भजन इसका संतोषजनक विवरण देते हैं। हालाँकि, बाद के काल में यजुर्वेद संहिता में मानसून को स्पष्ट रूप से सलिलवात (तैथरिया IV.4.12.3) के रूप में संदर्भित किया गया है।

No clear cut mention of the monsoon is to be found in Rig Veda but the Marut hymns give satisfactory descriptions. Monsoon is, however, clearly referred to in the later period in the Yajurveda Samhita as सलिलवात (Taithriya IV.4.12.3).

वर्च इदं क्षत्र सलिलवातमुग्रम् ॥

धर्त्री दिशां क्षत्रमिदं दाधारोपस्थाशानां मित्रवदस्त्वोजः ॥ T.S,4.4.12.3 ॥

हालांकि, वर्षा वाली हवाओं का एक उपयुक्त संदर्भ ऋग्वेद (आर.वी. X.137.2 और I, 19.7) में दिया गया है।

However, a better reference to rain bearing winds is provided in the Rig Veda (R.V.X. 137.2 and I,19.7).

द्वाविमौ वातौ वात आ सिन्धोरा परावतः।

दक्षं ते अन्य आ वातु परान्यो वातु यद्रपः ॥ R.V.X,137.2 ॥

ऋग्वेद के श्लोक, VIII, 7.4 में, मिह शब्द का अर्थ है धुंध, जिसे कोई आसानी से वर्षा से भिन्न नहीं कर सकता, यदि मात्रा को ध्यान में रखा जाता है, अन्य स्थानों पर इसका अभिप्राय वर्षा भी होता है।

In versa, VIII, 7.4 of the Rig Veda, the word fega is explained to mean mist, with which one cannot differ easily, if the content is taken into account, though at other places fega signifies rainfall.

वपन्ति मरुतो मिहं प्र वेपयन्ति पर्वतान।

यद्यामं यान्ति वायुभिः ॥ R.V.VIII,7.4 ॥

पर्यावरण को शुद्ध करने और वर्षा करने में यज्ञ का महत्त्व ऋग्वेद (RV.X, 98.4; X, 98.4/12; X.98.7 और X, 98.11) में निम्नानुसार बताया गया है:—

The importance of yajna to purify environment and causation of rainfall has also been described in the Rig Veda (RV.X,98.4; x,98.6/12; x.98.7 and x,98.11) as below:

आ नो द्रप्सा मधुमन्तो विशन्त्विन्द्र देह्यधिरथं सहस्रम्।

नि षीद होत्रमृतुथा यजस्व देवान्दे वाये हविषा सर्प्य ॥ R.V.X.98.4 ॥



अस्मिन्त्समुद्रे अध्येत्तरस्मिन्नापो देवेभिर्निवृता अतिष्ठन् ।

ता अद्रवन्नार्ष्टिषेणेन सृष्टा देवापिना प्रेषिता मृक्षिणीषु ॥ R.V.X.98.6/12 ॥

ये श्लोक स्पष्ट रूप से वर्णन करते हैं कि सूर्य की किरणों द्वारा एकत्रित पानी को आकाश में सुरक्षित रूप से रखा जाता है, और वर्षा पैदा करने के लिए, किसी जानकार पुजारी की मदद लेनी चाहिए, जो वर्षा के लिए उचित यज्ञ करेंगे। इसका तात्पर्य है कि वर्षा मौसम और बादल गठन का परिणाम है। अन्य तीन वेद, अर्थात् सामवेद, यजुर्वेद और अथर्ववेद जलवायु विज्ञान और मौसम विज्ञान के बारे में कुछ अतिरिक्त जानकारी प्रस्तुत करते हैं जो ऋग्वेद में नहीं है। चूंकि ये तीनों वेद कालक्रमानुसार बाद के काल के हैं, इसलिए यह आसानी से देखा जा सकता है कि बाद के वैदिक काल में जलविज्ञान ने काफी आगे तक प्रगति की।

These hymns clearly describe that the water collected by Sun rays kept in the sky safely, and to create rain, one should take help of knowledgeable



वर्षा : मौसम की परिस्थिति और बादलों के गठन का परिणाम है  
Rain : Climatic condition and clouds formation are responsible.  
(स्रोत / Source: Leinster Express)

priests, who will do appropriate yajna (sacrifice) for rain. This implies that the precipitation is the result of weather and cloud formation. The three other Vedas, namely Sama, Yajur and Atharva Veda furnish some additional information on climatology and meteorology which we do not come across in the Rig Veda. Since these three Vedas chronologically belong to a later period, it can be easily seen that during the later Vedic period the water science further progressed to a considerable extent.

यह कि समुद्र, हवा और नमी की एक घटना है वर्षा, यह बाद के वैदिक काल से स्पष्ट रूप से ज्ञात था। तैथरिया के श्लोक में कहा गया है, “हे मारुत तुम समुद्र से वर्षा गिराते हो, जो नमी से भरपूर हैं। (TS.II, 4.8.2)”।

That the rain is a phenomena of ocean, wind and moisture, is proved to be clearly known by later Vedic times. Verse from the Taittiriya says “from the Ocean, O Maruts ye make (the rain) to fall, that are rich in moisture (TS.II,4.8.2)”.

वृष्टयः उदीरयथा मरुतः समुद्रतो दूर्यं वृष्टिं वर्षयथा पुरीषिणः ।  
सृजा वृष्टिं दिव अद्रिभः समुद्रं पृण ॥ TS.II,4.8.2 ॥

तैथरिया में, यह भी स्पष्ट रूप से उल्लेख किया गया है कि वायु परिसंचरण वर्षा के होने में एक निश्चित भूमिका निभाता है। यह इस प्रकार कहा गया है— “वस्तुतः विविध रंगों जैसे होकर वे (पवन) परजन्या से वर्षा करते हैं। (TS.II, 4.8.1)”।

In Taittiriya, it is also very clearly mentioned that the air circulation plays a definite role in the causation of rainfall. It is stated thus: “Verily becoming of like hue he (wind) causes Parjanya to rain (TS, II 4.9.1).

मारुतनसि मरुतामोज इति कृष्णं वासः कृष्णतूषं परि धत्त् एतद्वै  
वृष्टये रुषं सरुप एव भूत्वा पर्जन्यं वर्षयति रमयत मरुतः श्येनमायिनमिति पश्चाद्वातं  
प्रति मीवति पुरोवातमेव जनयति वर्षस्यावरुद्धयै वातमामानि जुहोति वायुर्वे वृष्टया ईशे  
वायुमेव स्वेन भागधेयेनोप धावति स एवासमै पर्जन्यं वर्षयस्य ष्टौ ॥ TS.II,4.9.1 ॥

पश्चिम की हवा और वर्षा धारण करने वाले मानसून या पूर्व की हवा के विषय में इन पंक्तियों में बताया गया है – “हे मारुत रुको, तेज बाज़ (इन शब्दों के साथ),



वह पश्चिम हवा को पीछे धकेलता है। वास्तव में वह वर्षा करने के लिए पूर्वी हवा पैदा करता है। वह हवा नाम की पेशकश करता है, हवाएं वर्षा को नियंत्रित करती हैं। (TS.II, 4.8.1)।

West wind and the rain bearing monsoon or east wind are spoken of in above lines – “Stay O Maruts, the speeding falcon (with these words), he pushes back the west wind: verily he produces the east wind, to win the rains. He makes offering to the names of the wind, the winds rules the rain (TS.II,4.9.1).

ऋग्वेदिक समय में संभवतः आर्यों को यह भी पता था कि पौधों का (या जंगलों) वर्षा के होने पर कुछ प्रभाव था।

During the Rig Vedic time, probably it was also known to the Aryans that plants (or forests) had some influence on the causation of rainfall.

सौभययैवाहत्या दिवो वृष्टमव रुन्धे मघुषा सं यौत्यपां वा एष ओषधीनां रसो यन्मध्वभदय एवौषधीभयो वर्षत्यथो अद्भय एवौषधीभयो वृष्टिं नि नयति ॥ TS.II,4.9.3 ॥

ऋग्वेद की तरह यजुर्वेद भी हवा, पानी और सम्पूर्ण पर्यावरण को शुद्ध करने में यज्ञ (बलिदान) के प्रभाव के बारे में बताता है, जो वर्षा के होने में मदद करता है। यजुर्वेद के स्तोत्र 1, 12 इस प्रकार हैं:—

Like RigVeda, the Yajur Veda also tells about the influence of yajna (sacrifice) in purifying air, water and environment as a whole, which helps in causation of rainfall. Hymn I,12 of the Yajur Veda reads as follows:

पावत्रे स्थो वैष्णव्यौ सवितुर्वः प्रसव उत्पुनाभ्यच्छिद्रेण पवित्रेण सूर्यस्य रश्मिभिः ।  
देवीरापोऽअग्रेगुवोऽअग्रेपवोऽग्रऽइममद्य यज्ञं नयताग्रं यज्ञपति सुधातुं यज्ञपतिं  
देवयुवम् ॥ YV.I,12 ॥

उपर्युक्त श्लोक में कहा गया है कि जल, वायु आदि प्रदूषित हो जाते हैं और यदि वे आग (यज्ञ की मदद से) से छोटे छोटे कणों में टूट जायेंगे तो वे शुद्ध हो जाएंगे और शुद्ध वर्षा होगी। यजुर्वेद के भजन VI, 10 में कहा गया है कि यज्ञ में प्रयुक्त सामग्री सूर्य के आकर्षण के कारण छोटे छोटे परमाणुओं में विभाजित हो जाती है



शुद्ध वर्षा के लिए यज्ञों द्वारा वायु-मंडल में नाभिकीय कणों का उत्सर्जन  
Emmission of nuclea in the atmosphere through Yagys for pure rain  
(स्रोत / Source : Newstrack live)

और आकाश में चढ़ जाती है। इससे भरपूर वर्षा होती है। इसी तरह तथ्यों को यजुर्वेद के VI - 16 और XIII - 12 भजन में भी इस प्रकार प्रकट किया गया है:—

This mantra (hymn) states that the substances like water, air etc. get polluted and if they will be broken into minute particles by fire (with the help of yajna) they will get purified and pure rainfall will occur. The hymn VI.10 of the Yajur Veda states that the materials used in yajna get divided into minute atomic forms due to attraction of Sun and ascend to sky. This causes plenty of rain fall. Likewise hymns VI – 16 and XIII – 12 of the Yajur Veda also reveal the same fact as:

अपां पेरुरस्यापो देवीः स्वदन्तु सवात्तं चित्सद्वेहविः ।  
सं ते प्राणो वातेन गच्छताँ समङ्गानि यजत्रैः सं यज्ञपतिराशिषा ॥ YV.VI,10 ॥

वेदों में कई स्थानों पर धुंध को नीहार की संज्ञा इस प्रकार दी गयी है (वाजसनेयी संहिता 17.31) :

In the Vedas at several places, the mist has been given the appellation of uhgkj (Vajasaneyi Samhita 17.31) as:

नतंविदाथ य इमा जजानान्यघुष्माकमन्तरं बभूव ।

नीहारेण प्रावृता जल्पा चासृणुष उक्थशासश्चरन्ति ॥ VS.XVII,31 ॥

यजुर्वेद में जल निकायों और महासागरों पर धुंध या कोहरे की अपार सघनता के बारे में ज्ञान था “आप धुंध से भरे महासागर हैं” । यह भी ज्ञान था कि शुद्ध पानी वर्षा के माध्यम से सभी चीजों को शुद्ध करता है “संभवतः जल, माँ के समान हमारे शरीरों को शुद्ध करता है (YV-IV. 2–3) ।

The Yajur Veda knew about the immense concentration of mist or fog on water bodies and oceans “thou are ocean full of mist”. It was also known that pure waters purify all things through rain “May waters, like mother purify our bodies (YV.IV.2-3).

आपोऽअस्मान् मातरः शुन्ध्यन्तु घृतेन नो घृतप्वः पुनन्तु ।

विश्व हि रिप्रं प्रवहन्ति देवीरुदिदाभ्यः शुचिरा पूतऽएमि ।

दीक्षातपसोस्तनूरसि तां त्वां शिवाज् शग्मां परिदधे भद्रं वर्णं पुष्यन् ॥ YV.IV.2 ॥

सूर्य को बादलों के फैलाव और वर्षा के कारण के रूप में जाना जाता था “हे सूर्य, तुम पृथ्वी के विभिन्न भागों में वर्षा लाते हो” ।

The Sun was known to be the disperser of clouds and cause of rain “O Sun, thou bring rain on different parts of the earth”

महीनां प्याऽसि वर्चोदाऽअसि वर्चो मे देहि ।

वृत्रस्यासि कनीनकश्चक्षुर्दाऽअसि चक्षुर्मे देहि ॥ YV.IV,3 ॥

साम वेद वर्षा के भगवान को लुभाने पर अधिक जोर देता है यह स्पष्ट रूप से कहता है कि सूर्य की शाश्वत शक्ति बादलों में प्रवेश करती है और इस प्रकार वर्षा का कारण बनती है (एस.वी.पूर्व ॥.179) । यह भी बताया गया है कि सूर्य हवा की सहायता से घूमती पृथ्वी पर वर्षा का पानी बरसाता है (एस.वी.पूर्व ॥.148) यथा;

The Sam Veda gives more emphasis on wooing Rain God. It clearly says that the eternal power of Sun penetrates the clouds and thus causes rain (SV. Previous II. 179). It also reveals that the Sunpoursrain water on moving earth with the help of wind (SV. Previous II. 148) as;

यदिन्द्रो अनयाद्रितो महीरपो वृषन्तमः ॥

तत्र पूषा भुवत्सचा ॥ SV.Previous II.148 ॥

इन्द्रो दधीचो अस्थभिर्वृत्राण्यप्रतिष्कृतः ।

जघाय नवतीर्नव ॥ SV. Previous II. 179 ॥

साम वेद के अन्य श्लोक (V.562; अंतिम V.906; और अंतिम X.1317) वर्षा की प्रक्रिया के साथ भगवान की दया और महानता और शक्ति पर चर्चा करते हैं । श्लोक SV अंतिम, XX.1802 में स्पष्ट रूप से भगवान द्वारा भारी वर्षा के कारण महासागरों, नदियों आदि के निर्माण का उल्लेख है ।

The other verses of Sam Veda (V.562; final V.906; and final X.1317) discuss the kindness and greatness and power of God alongwith the process of rain. Verse SV. Final, XX.1802 clearly mentions the creation of oceans, rivers etc. due to the heavy rain by God.

असावि सोर्मो अरुषो वृषा हरी राजेव दस्मो अभि गा अचिक्रदत् ।

पुनानो वारमत्येष्वव्ययं श्येनो न योनिं घृतवन्तमासदत् ॥ SV. Previous,V.562 ॥

आ पवमान सुष्टुतिं वृष्टिं देवेभ्यो दुवः ।

इषे पवस्व संयतम् ॥ SV.Final,V.906 ॥

त्वं सिन्धू रवाँसृजोऽधराचो अहन्नहिम् । अशत्रुरिन्द्र जज्ञिषे विश्वं पुष्यसि वार्यम् । तन्त्वा परि ष्वजामहे नमन्तामन्यकेषां ज्याका अधि धन्वसु ॥ SV.Final, XX.1802 ॥

अथर्ववेद में हमें इसी तरह की अवधारणाएँ और जलविज्ञान संबंधी ज्ञान मिलता है जैसा अन्य वेदों में निहित है । उदाहरण के लिए, श्लोक (I,4.3), इस प्रकार है:-

In AtharvaVeda we come across the similar concepts and hydrologic knowledge as contained in the other Vedas. Verse (I,4.3), for example, states as:



अपो देवीरुपं ह्वये यत्र गावः पिबन्ति नः ।

सिन्धुभ्यः कर्त्वं हविः ॥ AV.I,4.3 ॥

इस श्लोक में सूर्य की किरणों के ताप से वाष्पीकरण और बाद में जीवन देने वाली वर्षा की अवधारणा का पता चलता है। अथर्ववेद के पृथ्वी सूक्त (XII, 1.51) में हिंसक धूल भरे तूफान के बारे में वर्णन है, जो पेड़ों को उखाड़ फेंकता है और इसे मातरिश्वा: कहा गया है।

This verse reveals the concept of evaporation due to heating by Sun rays and subsequently life giving rainfall. The Prithvi Sukta of the Atharva Veda (XII,1.51) speaks of a violent dusty storm which uprooted trees and calls it as मातरिश्वा :

यां द्विपादः पक्षिणः संपतन्ति हंसाः सुपर्णाः शकुना वयांसि ।

यस्यां वातों मातरिश्वेयते रजांसि कृण्वश्च्यावयंश्च वृक्षान् ।

वातस्य प्रवामुपवामनुवात्यर्चिः ॥ AV.XII,1.51 ॥

ऋग्वेद के विभिन्न श्लोकों से संकेत मिलता है कि वैदिक साहित्य पौराणिक रूप से भारतीय वायुमंडलीय घटनाओं, विशेष रूप से मानसून और वर्षा ऋतु के मौसम और सामान्यतः उनके साथ आने वाली प्रचंड आंधी तूफान का वर्णन करता है।

The various hymns of the Rig Veda indicate that the Vedic literature mythically describes the Indian atmospheric phenomena, especially those of the monsoons and rainy season, and the violent thunderstorms by which they are usually accompanied.

ऋग्वेद के बाद, सतपथ ब्राह्मण में भी तिरसठ प्रकार की हवाओं को माना गया है, (SB भाग । 2.5.1.13)। उसी पाठ में सफेद पाले को पश्वा नाम से पुकारा गया है।

Following the Rig Veda, the Satpatha Brahmana also recognizes sixty three winds (SB Part I, 2.5.1.13). The same text calls hoar frost as पृश्वा.

त्रिः षष्टिस्त्वा मरुतो वावृधाना उस्त्रा इव राशयो यज्ञियासः ।

उप त्वेमः कृधि नो भागधेयं शुष्मं त एना हविषा विधेम ॥ RV.VIII,96.8 ॥

तैथरिया अरण्यका (I.9.8) में कहा गया है कि वायुमंडल में सात प्रकार की वायु-धाराएं या हवाएं हैं जो उसी तरह के सात प्रकार के बादल पैदा करती हैं। ये हैं (1) वराहव (2) स्वतपस (3) विधुन्महस (4) धूपम (5) श्वापय (6) गृहमेघ और (7) आशिमिदिद्विष। वराहव उन परिस्थितियों का निर्माण करता है जो संघनन और अच्छी वर्षा के लिए उत्तरदायी हैं। स्वतपस वह है, जिसके तापमान की स्थिति पर ऊष्मा या सूर्य का बहुत कम प्रभाव पड़ता है और शायद यह अधिक ऊंचाई पर होता है और वर्षा के लिए उत्तरदायी होता है। मंत्र का मूल पाठ इस प्रकार है :—

The Taithiriya Aranyaka (I.9.8) says that there are seven types of air currents or winds in the atmosphere which produce seven types of clouds of the same appellation. These are 1. वराहव (*Varahav*), 2. स्वतपस (*Swatpas*), 3. विधुन्महस (*Vidhunamhas*), 4. धूपम (*Dhupam*), 5. श्वापय (*Shwapay*), 6. गृहमेघ (*Grihmegh*), 7. आशिमिदिद्विष (*Aashimividwish*), The वराहव creates circumstances which are responsible for condensation and good rainfall. The Loril is that whose temperature condition is little affected by the insolation or Sun and perhaps occurs at a higher altitude and is responsible for precipitation. The actual text of the mantra is as follows:

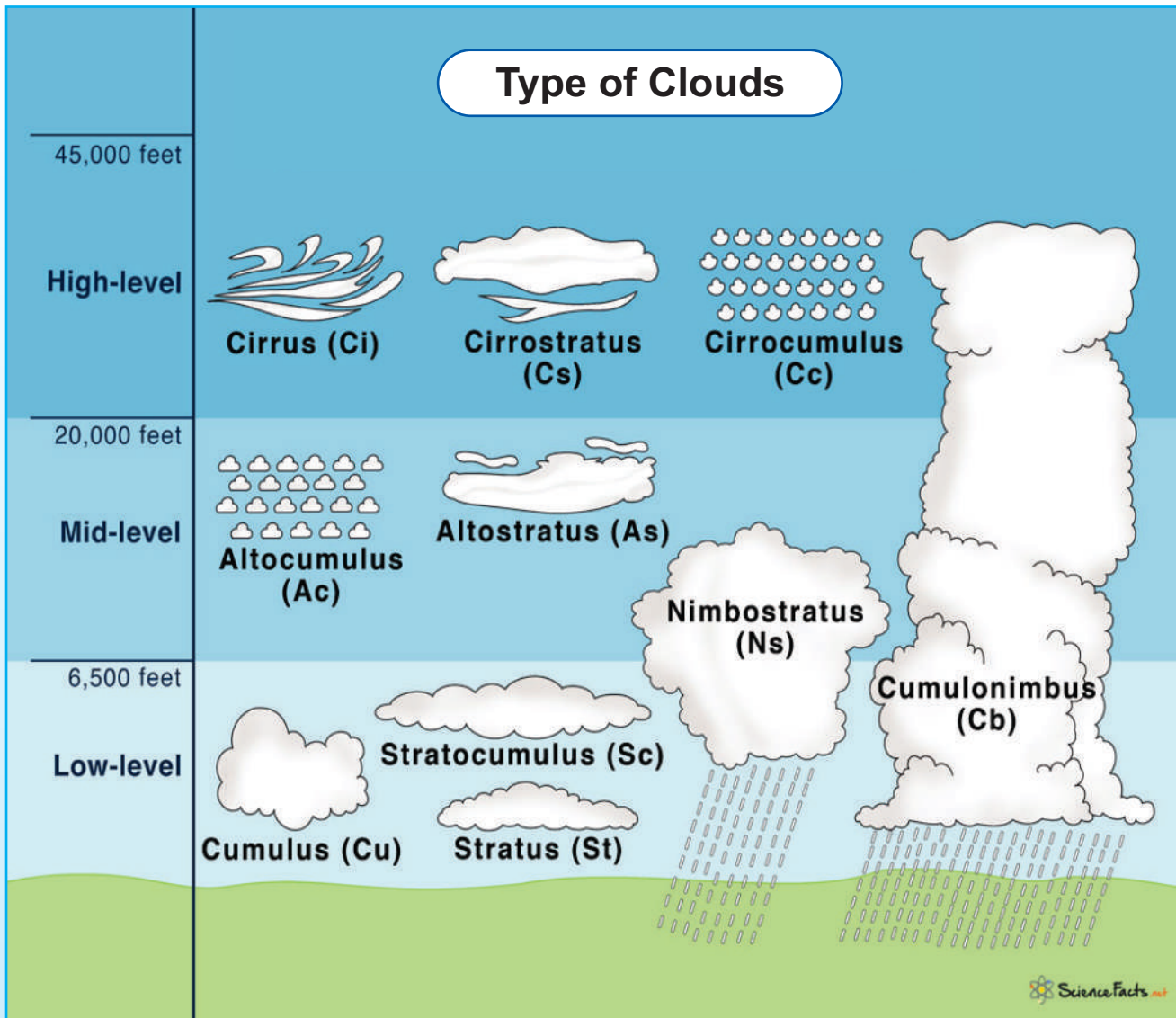
तातनुक्रमिश्यायः वरावस्स्वतपसः । विधुन्मय सो धूपयः ॥

श्वापयो गृहमेघाश्वेत्येते । पे चेमेशिमिदिद्विषः ।

पर्जन्यास्सप्त पृथिवीममि वरषन्ति । वृष्टभिरिति ॥ Tai. Ara., I, 9.8 ॥

**भावार्थ :** विधुन्महस आंधी को जन्म देता है; धूप में कुछ गुप्त गुण या सुगंध होती है जो यह जल्दी से विस्तार कर उन वस्तुओं को प्रदान करता है जिनके साथ यह संपर्क में आती है, और गृहमेघ वातावरण की नमी या आर्द्रता को प्रभावित करता है। ये छः (वराहव, स्वतपस, विधुन्महस, धूपम, श्वापय और गृहमेघ) एक ही वंश के हैं और एक ही या समान गतिविधि क्षेत्र रखते हैं। आशिमिदिद्विष का संबंध अन्य वंश से है और उसका भौगोलिक प्रदेश या क्षेत्र पूर्ववर्ती छः से अलग है; हालांकि यह कृषि उद्देश्यों के लिए अत्यधिक अनुकूल है। बादलों के ये सात वर्ग सात प्रकार की हवाओं के साथ वर्षा लाते हैं। तैथरिया अरण्यक के पद ।I.10.9 में, दो और प्रकार के बादलों का उल्लेख किया गया है (ताई, आरा, I, 10.9)। ये हैं 1—





विभिन्न प्रकार के बादल  
Difference type of clouds  
(स्रोत / Source: Sciencefacts.net)

शम्बर या शाम्बर और 2— बहुसोमगी, पहले वाला प्रचुर वर्षा के लिए जिम्मेदार है, और दूसरे वाले को 'पानी के गतिमान वर्षा मेघ झरने' वाले के रूप में पहचाना जाता है। इस प्रकार उनके गुणों के साथ कुल नौ प्रकार के बादलों को तैथिरिया अरण्यका में पहचाना गया है।

The विद्युन्महस gives rise to thunderstorm; the धूपय possesses some latent property or aroma which it imparts to the objects with which it comes in contact, expanding quickly and the गृहमेध affects the humidity or moisture content of the atmosphere. These six belong to a single genus and have a single or similar region of activity. The आशिमिदिद्विश belongs to another genus and its geographical realm or region is different from the preceding six; however, it is highly favourable for agricultural purposes. These seven classes of clouds bring rainfall with seven types of winds. In verse I.10.9 of the Taithiriya Aranyaka, two more types of clouds are mentioned (Tai, Ara, I,10.9). These are: (1) शम्बर or शाम्बर and (2) बहुसोमगी. The former is responsible for profuse rainfall, and the later is identified to be "the moving nimbus fall of water". Thus, total nine types of clouds with their properties, have been identified in the Taithiriya Aranyaka.



सवितारं वितन्वन्तम् । अनुवध्नाति शाम्बरः ।  
आपपूरषम्बश्चैव । सवितारेपसोभक्त ॥ I,10.8 ॥

त्यं सुतप्तं विदित्वैव । बहुसोमगीरं वशी ॥

अन्वेति तुयोवाक्रियां तम् । आ यसूयान्शसोमत्पूषु ॥ Tai, Ara, I,10.9 ॥

इसी प्रकार से, महाकाव्यों के दौरान हमें बादलों, वर्षा, वाष्पीकरण, हिम, तूफानों आदि के बारे में जानकारी मिलती है। रामायण के श्लोक VII.4.3 में तीन प्रकार के बादलों के बारे में बताया गया है – ब्राह्म (ब्रह्मा से उत्पन्न), अग्नेय (अग्नि से उत्पन्न) और पक्षज (एक पर्वत गुच्छे पर निर्मित सफेद, लाल, नीले और स्लेटी बादलों का भी उल्लेख महाकाव्य (V.1.81) में इस प्रकार किया गया है :

On the similar lines, during the age of epics we get information regarding clouds, rainfall, evaporation, snow, storms etc. Verse VII.4.3 of Ramayana speaks of three kinds of clouds – ब्राह्म (Produced from Brahma), अग्नेय produced from fire and पक्षज (produced on a mountain flank). White, red, blue and grey clouds are also referred to in the epic (V.1.81) as:

पाण्डुरास्णवर्णानि नीलमाज्मिष्ठकानि च ।

कपिना कष्यमाणानि महाभ्राणि चकाशिरे ॥ Ramayana V,1.81 ॥

हरितास्णवर्णानि महाभाणि चकाशिरे ॥ Ramayana V,57.7 ॥

जलवायु संबन्धी अनपेक्षितता या वर्षा की अनुपस्थिति का उल्लेख रामायण (I.9.9) में इस प्रकार किया गया है :

Climatic vagary or absence of rainfall is referred to in Ramayana (I.9.9) as:

अनावृष्टिः सुघोरा वै सर्वलोकभयावहा ॥ Ramayana I,9.8 ॥

अनावृष्ट्यां तु वृत्तायां समानीय प्रवक्ष्यति ॥ Ramayana I,9.9 ॥

यहाँ, यह अप्रत्यक्ष रूप से धूल, कोहरे, पाले और धुंध से मुक्त वातावरण की बात करता है। इसी तरह, निशाचर आकाश (नीहार या तुषार से चंद्रमा) की स्थिति का रामायण (I.29.25) में उल्लेख इस प्रकार किया गया है:—

Here, it speaks indirectly of atmosphere free from dust, fog, frost and mist. Similarly, the condition of nocturnal sky (the moon from नीहार or mist) is

alluded to in Ramayana (I.29.25), as:

शशीव गतनीहारः पुनर्वसुसमन्वितः ॥ Ramayana I, 29.25 ॥

धुंध और तापमान में वृद्धि के माध्यम से इसके गायब होने का उल्लेख रामायण के I, 55.25 श्लोक में, धुंध और भीषण ठंड का उल्लेख ॥ 16.12 में, पश्चिमी ठंडी हवाओं के उसके (पाले) कारण और ठंडी होने का उल्लेख ॥ 16.12 में, पृथ्वी की सतह के आसपास के क्षेत्र में बहुत घनी धुंध का उल्लेख ॥ 16.23 में, नदी संरचना की सतह पर लटकी पानी वाष्प का उल्लेख ॥ 16.24 में किनारों की रेतीली सीमाओं पर ओस के गठन का उल्लेख ॥ 16.24 में बर्फबारी का उल्लेख ॥ 16.25 में किया गया है। ये श्लोक यहाँ दिए गए हैं:—



जल निकाय पर धुंध  
Mist on water body  
(स्रोत / Source : Wikipedia)



Mist and its disappearance through diurnal rise of temperature is referred to in I,55.25 verse of Ramayana, mist and severe cold in III, 16.12, cold western wind made still colder due to the effect of him (frost) in III, 16.15, very dense mist in the vicinity of earth surface in III, 16.23, water vapour hanging on the surface of the river structure in III.16.24, dew formation on the sandy margins of the bank in III,16.24 and snowfall in III,16.25. These verses are given here as:

वदतौ वै वसिष्ठस्य या भैरिति मुहुर्मुहुः ।  
नाशायाम्यघः गाधेयं नीहारमिव भास्करः ॥ Ramayana I,55.25 ॥  
निवृत्ताकाशशयनाः पुष्यनीता हिमारुणाः ।  
शीतवृद्धतरायामास्त्रियाना यान्ति साम्प्रतम् ॥ Ramayana III,16.12 ॥  
प्रकृत्या शीतलस्पर्शो हिमविद्वश्च साम्प्रतम् ।  
प्रवाति पश्चिमो वायुः काले द्विगुणशीतलः ॥ Ramayana III,16.15 ॥  
अवश्यायतमोनद्धा नीहारतमसावृताः ।  
प्रसुप्ता इव लक्ष्यन्ते विपुष्या वनराजयः ॥ Ramayana III,16.23 ॥  
वाष्पसंक्षन्नसलिला रुतविज्ञेयसारसाः ।  
हिमद्रिवालुकैस्तीरैः सरितो भान्ति साम्प्रतम् ॥ Ramayana III,16.24 ॥  
तुषारपतनाच्चैव मृदुत्वाद् भास्करस्य च ।  
शैत्यादगाग्रस्थमपि प्रायेण रसवज्जलम् ॥ Ramayana III,16.25 ॥

रामायण के श्लोक IV,1.15 में पहाड़ी हवाओं के बारे में बताया गया है। एक अन्य श्लोक (VI,78.19) में हम धूल भरी, सूखी और झोंके वाली हवा के बारे में पढ़ते हैं। बाद में रामायण (VI,106.21) में प्रचण्ड तूफान या बवंडर का भी उल्लेख किया गया है। (VI,106.21, वाता मण्डलिनस्तीवाः।)

Verse IV, 1.15 of Ramayana states about the mountain winds. In another Verse (VI, 78.19) we read about dusty, dry and gusty wind. Later on violent storm or tornado is also mentioned in Ramayana (VI, 106.21, वाता मण्डलिनस्तीवाः).

शैलकंदर निष्क्रान्तः प्रगीत इव चानिलः ॥ Ramayana IV,1.15 ॥

रामायण के ही समान महाकाव्य महाभारत में भी जलविज्ञान से संबंधित बहुमूल्य जानकारी है। महाकाव्य के बारहवें स्कंद (स्कंद, क्षेत्र, XII,328.31) में वायु—मंडल को सात क्षेत्रों में विभाजित किया गया है और “वह वायु जो ऊपर दिए क्रम संख्या में पहले स्थान पर है और जिसे पवन नाम से जाना जाता है, पहले क्रम के साथ, धुंए और गर्मी से पैदा हुए बादलों को संचालित करती है। इस प्रकार तत्कालीन समय में बादलों के घटकों का भी पूर्वानुमान था। यह हवा आकाश से गुजरती है और बादलों में पानी के संपर्क में आती है (एम.बी. XII, 328.36) इस प्रकार है:—

Like the Ramayana, the epic Mahabharata also contains valuable information related to hydrosciences. In the twelfth skanda of the epic, atmosphere is divided into seven regions (skanda, sphere, XII, 328.31) and are discussed in considerable detail as “that wind which is the first in above number and which is known by the name of प्रवाह drives, along the first course, masses of clouds born of smoke and heat. Thus, during this time, the constituents of cloud were also predicted. This wind passes through the sky and comes into contact with water in the clouds (MB.XII,328.36) as:

पृथिव्यायन्तरिक्षे च यत्र संवान्त वायवः ।  
सप्तैते वायुमार्गा वै तान् निवोधानुपूर्वशः ॥ MB.XII,328.31 ॥  
प्रेरयत्यभ्रसंधातान धूमजांश्चोष्मजांष्व यः ।  
प्रथमः प्रथमे मार्गे प्रवहो नाम योनिलः ॥ MB.328.36 ॥

दूसरी वायु जिसे आवह कहा गया है, तेज आवाज के साथ बहती है (एम.बी. XII,329.37)। जो हवा चारों महासागरों से पानी पीती है और उसे चूसती है, इसे बादलों को देती है, उन्हें वर्षा के देवता के सामने प्रस्तुत करती है, यह तीसरे नंबर पर है और इसे उत्तह के रूप में जाना जाता है (एम.बी. XII 328.38–39–40)।

The second wind called आवह, blows with a loud noise (MB.XII329.37). The wind which drinks up water from the four oceans and having sucked it up, gives it to the clouds, presents them to the Gods of rain, is the third in number and is known as उत्तह (MB.XII328.38-39-40).



अम्बरे स्नेहमम्येत्य विधुदभयश्च महाघृतिः ।  
आवहो नाम संमवाति द्वितीयः श्वसनो नदन् ॥ MB.XII,328.37 ॥

उदयं ज्योतिषां शश्वत सोमादीनां करोति यं ।  
अन्तर्दहेषु चोदानं यं वदान्त मनीषिणः ॥ MB.XII, 328.38 ॥

यश्चतुर्भयः समुद्रेभयो वायुर्धारियते जलम् ।  
उद्वत्याददते चापो जीमूतेम्योम्बरे बिल ॥ MB, XII, 328.39 ॥

योदिभः संयोज्य जीमूतान पर्जन्याय प्रथच्छति ।  
उत्ततो नाम बंहिष्ठस्तृतीयः स सदागतिः ॥ MB, XII, 328.40 ॥

हवाएँ जो बादलों का सहारा देती हैं और उन्हें विभिन्न भागों में विभाजित करती हैं, जो उन्हें वर्षा करने के लिए पिघला देती हैं और उन्हें एक बार फिर जमा देती हैं, जिन्हें बादलों की गर्जना वाली आवाज़ के रूप में पहचाना जाता है, उन्हें संवह नाम से जाना जाता है— पांचवीं परत को विवह कहा जाता है और छठी को परिवह कहा जाता है। सातवीं परत जिसे परावह कहा जाता है संभवतः कुछ लौकिक क्षेत्र को संदर्भित करती है (एम.बी. XII-328.41.42.43.47.48)।

The winds which support the clouds and divides them into various parts, which melts them for pouring rain and once more solidifies them, which is perceived as the sound of roaring clouds, is known by the name संवह. Fifth layer is called विवह and the sixth is referred to as परिवह. The seventh called परावह (MB.XII.328. 41-42-43-47-48) refers perhaps to some cosmic region.

समूहयमाना बहुधा येन नीताः पृथक् घनाः ।  
वर्षमोक्षकृतारम्भास्ते भवन्ति घनाघनाः ॥ M.B.XII,328.41 ॥

संहता येन चाविद्धा भवन्ति नदतं नदाः ।  
रक्षणार्थाय सम्भूता मेघत्वमुपयान्ति च ॥ M.B.XII,328.42 ॥

यो सौ वहति भूतानां विमानानि विहायसा ।  
चतुर्थः संवहो नाम वायुः स गिरिमदिनः ॥ M.B.XII,328.43 ॥

दारुणोत्यातसंचारो नभसः स्तनयित्नुमान ।  
पञ्चमः स महावेगो विवहो नाम मारुतः ॥ M.B.XII,328.48 ॥

षष्ठः परिवहो नाम स वायुर्जयतां दरः ॥ M.B.XII,328.45 ॥

येन स्पृष्टः पराभूतो यात्येव न निवर्तते ।  
परावहो नाम परो वायुः स दुरतिक्रमः ॥ M.B.XII,328.52 ॥

यहाँ, पांच स्थानों पर, प्रयुक्त किये गये पारिभाषिक शब्द हवा का वास्तविक अर्थ एक गोला या परत है। ये पांच नाम पुराणों और अन्य बाद के साहित्य में भी पाए गए हैं। महाकाव्य बादलों के चार वर्ग देकर भी बादलों का एक और वर्गीकरण देता है। बादलों के चार प्रकार हैं संवर्तक, वलाहक (एम.बी., VIII,34.28), कुण्डधार (XII 271.6) और उंतक (एम.बी. XIV 55.35—36—37)। वलाहक बादल वायुमंडल की विवह परत (पहले वर्णित) में बनते हैं। मरुस्थलीय क्षेत्र में वर्षा लाने वाले बादलों को उंतक कहा जाता है। बादलों का ये वर्गीकरण रामायण और पुराणों में वर्णित वर्गीकरण से भिन्न है।

Here, at five places, the term wind used, actually implies a sphere or layer. These five names also occur in Puranas and other later literature. The epic gives another classification of clouds also giving four classes of clouds. The four types of clouds are संवर्तक, वलाहक (MB,VIII,34.28), कुण्डधार (XII 271.6) and उंतक (MB XIV 55.35-36-37). The वलाहक clouds are formed in the विवह layer of atmosphere (described before). The clouds bringing rainfall in desert area are called उंतक- These classification of clouds are different from those enumerated in Ramayana and Puranas.

सोथ सौम्येन मनसा देवानुचरयन्तिके ।  
प्रत्यप्स्यज्जलधरं कुण्डधारमवस्थितं ॥ MB,XII,271.6 ॥

तदा मरौ भविश्यन्ति जलपूर्णाः प्योधराः ।  
रसवच्च प्रदास्यन्ति तोयं ते भगुनन्दन,  
उत्तक्ङ्मेघा इत्युक्ताः ख्याति यास्यन्ति चापि ते ॥ MB,XIV,55.36 ॥

लगभग 600—700 ई.पू. में, कणाद ने अपने वैशिका सूत्र में पानी की संघनन और



विघटन प्रक्रिया का उल्लेख किया है (वैस. सूत्र, 2.8)। उन्होंने टिप्पणी की है “पानी की संघनन और विघटन आग या गर्मी के साथ संयोजन के कारण है”। मेघगर्जन की घटना के बारे में उनका कहना है कि “मेघगर्जन आकाश के प्रकाश के प्रवेश का एक निशान है (वैस.सूत्र. वी, 2.11) कि मेघगर्जन के परिणाम स्वरूप पानी के साथ संयोजन और बादल से विघटन होता है। यह पूरी तरह से स्पष्ट है कि महान ऋषि जानते थे कि मेघगर्जना धनात्मक और ऋणात्मक आवेशित बादलों के प्रभाव के कारण होती है।

Around 600-700 BC, Kanada in his Vaisesika Sutra referred to the process of condensation and dissolution of water (Vais.Sutr.V,2.8). He remarks “condensation and dissolution of water is due to the conjunction with fire or heat”. About the phenomena of thunder, he observes that the “rolling of thunder is a mark of the ingress of the light of the sky (Vais.Sutr.V,2.9)”,



तड़ित झंझा एवं मेघ-गर्जना  
Lightening and Thunderstorm  
(स्रोत / Source : Wikipidia)

i.e., it is the pealing of thunder which warrants the inference. He again says (Vais.Sutr.V, 2.11) that the rolling of thunder results from conjunction with water and disjunction from a cloud. Here, it is fully evident that the great sage knew that thunder is caused due to impact of positively and negatively charged clouds.

अपां सङ्घातो विलयनञ्च तेजः संयोगात् ॥ Vais.Sutr.V,2.8 ॥

तत्र विस्फूर्जं थुर्लिङ्गम् ॥ Vais.Sutr.V,2.9 ॥

अपां संयोगाद्विभागाच्च स्तनयित्नोः ॥ Vais.Sutr.V,2.11 ॥

वर्षा की बूंदों के गिरने और धाराओं के प्रवाह पर चर्चा करते हुए, उन्होंने आगे संयोजन के अभाव में गुरुत्वाकर्षण से पानी के गिरने के कारणों को प्रस्तुत किया है (वैस. सूत्र. वी, 2.3) अर्थात् वर्षा के रूप में पानी के गिरने में, गुरुत्वाकर्षण गैर-संयोगी कारण है।

Discussing the falling of raindrops and flowing of streams, he further presents causes of falling of water resulting from gravity in the absence of conjunction (Vais.Sutr.V,2.3) i.e. falling of water in the form of rain, has gravity as its non-coinherent cause.

अपां संयोगाभावे गुरुत्वात् पवनम् ॥ Vais.Sutr.V,2.3 ॥

श्लोक V2.4, में यह कहा गया है कि धारा या गिरते हुए पानी या वर्षा की बूंदों के आपसी संयोजन से बनी विशाल जलीय इकाई का दूर-दूर तक प्रगमन, गुरुत्वाकर्षण के यथार्थ कारण और तरलता के गैर-संयोगी कारण द्वारा निर्मित होता है।

In the verse V, 2.4, it has been said that the distant progression of the stream or great aqueous whole composed by mutual conjunction of the fallen waters or raindrops, is produced by fluidity as its non-coinherent cause and by gravity as its efficient cause.

द्रवत्वात् स्यन्दनम् ॥ Vais.Sutr.V,2.4 ॥

वाष्पीकरण, बादल बनने, बादलों के वर्गीकरण और हवाओं या वायुमंडल के क्षेत्रों (वातस्कन्ध) के साथ उनके संबंधों पर भी कई पुराणों (वायु अध्याय 51, लिंगा खंड



1, अध्याय 36, मत्स्य खंड। अध्याय 54) में काफी संतोषजनक रूप से चर्चा की गयी है। बादलों की सामान्य उत्पत्ति के बारे में बताते हुए वायु पुराण (51.22–25) में कहा गया है कि संसार की सभी चल या अचल वस्तुओं में नमी होती है और आतपन या सूर्य की किरणों के कारण उस नमी का वाष्पीकरण होता है और इस प्रक्रिया से बादल की उत्पत्ति होती है।

The phenomena of evaporation, cloud formation, classification of clouds and their relationship with winds or regions of atmosphere (वातस्कन्ध) are also quite satisfactorily discussed in several Puranas (Vayu Chapter 51, Linga Vol.I, Chapt. 36, Matsya Vol.I, Chapt. 54). Describing the general genesis of clouds, the Vayu Purana (51.22-25) says that there is moisture content in all the movable or immovable objects of the world and due to insolation or Sun's rays, evaporation of that humidity takes place, and this process produces clouds.

आर्क तेजोहिभूतेभयोहयादत्ते रश्मिर्मर्जलम् ॥ Vayu, 51.23 ॥

मेघानां पुनरुत्पत्तिस्त्रिविधा योनिरुच्यते ।

अग्नेया ब्रह्मजाश्चैव वक्ष्यामि पृथाविधाः ।

त्रिधा घनाः समाख्यातास्तेषां वक्ष्यामि संभवम् ॥ Vayu 51.28 ॥

अग्नेयास्त्वर्णजाः प्रोक्तास्तेषां तस्मात्प्रवर्तनम् ।

शीत दुर्दिनवाता ये स्वगुणास्ते व्यवस्थिताः ॥ Vayu 51.29 ॥

जीमूता नाम ते मेघा येभयो जीवस्य संभवाः ।

द्वितीयं प्रवहं वायु मेघास्ते तु समाश्रिताः ॥ Vayu 51.36 ॥

उपरोक्त श्लोकों में बताया गया है कि जो बादल पानी देते या छिड़कते हैं, उन्हें मेघ कहते हैं और जो कोई भी वर्षा नहीं करते उन्हें अभ के रूप में जाना जाता है—तीन प्रकार के बादल होते हैं (1) आग्नेय (2) ब्रह्मज (3) पक्षज। ये क्रमशः चक्रवात (गर्मी और सूर्यविकिरण सम्बन्धी) संवहनीय (उत्तरी महाद्वीप, साइबेरिया और भूमध्यरेखीय क्षेत्रों में होने वाली) और पर्वतीय (पर्वत के पार्श्व भाग में घटित और आगे बढ़ने वाली) वर्षा के प्रकार हैं। उपर्युक्त पुराणों के अनुसार, आग्नेय सर्दियों के मौसम में होती है और यह बिजली की चमक और गड़गड़ाहट से रहित होती है और इसका विस्तार बहुत अधिक होता है और पहाड़ के तलहटी क्षेत्रों में होती है।

यह एक या दो मील के दायरे में वर्षा लाती है। यह विवरण आधुनिक दिनों के निम्बस (वर्षा मेघ) के बहुत निकट है। ब्रह्मज बादल संवहन धाराओं के कारण उत्पन्न होते हैं। वे लगभग एक योजन (पाँच या आठ मील) त्रिज्या के क्षेत्र में वर्षा करते हैं। संभवतः ये क्यूम्यूलोनिम्बस हैं। पुस्करा—वर्तक (पश्वरावत) बादलों का उद्गम पहाड़ों के पंखों (पक्षसंभवा) से या पहाड़ों में होता है। उनके अनेक रूप होते हैं और वे गहरी ध्वनि उत्पन्न करते हैं। वे विपुल जल से भरे होते हैं और अत्याधिक वर्षा लाते हैं जो अत्यंत विनाशकारी होती है। यह विवरण काफी हद तक आधुनिक वर्ग के अल्टोस्ट्रेटस के अनुरूप है।

The above verses say that those clouds which give or sprinkle water are called मेघ and which do not bring any rainfall are known as अभ. There are three types of clouds (1) आग्नेय (2) ब्रह्मज (3) पक्षज. These are connected with cyclonic (thermal and insolation), convectional (occurring in northern continents, Siberia and equatorial regions) and orographic (occurring and proceeding from mountain flanks) types of rainfall respectively. According to above mentioned Puranas, आग्नेय occurs in the winter season and it is devoid of lightning and thunder and is of immense expanse and found in the mountain foots also. It brings rainfall within a radius of a mile or two. This description approximates most to the Nimbus of modern days. The Brahmaja (ब्रह्मज) clouds are produced due to convection currents. In precipitation they cover an area of radius of nearly a yojana (five or eight miles). Most probably these are cumulonimbus. The Puskara-Vartaka (पुस्करावर्त) clouds originate from or in the wings of mountains (पक्षसंभवा). They assume various forms and produce deep rumbling sound. They are full of profuse water and bring excessive rainfall which is extremely destructive. This description conforms to a large extent to the modern class of altostratus.

मत्स्य पुराण (भाग 1, अध्याय.54) भी बादलों के बारे में और अधिक विस्तृत और वैज्ञानिक जानकारी प्रस्तुत करता है। इसमें कहा गया है कि बादलों के कारण जीवन है। ये बादल अवहा नाम वायु पर लटके रहते हैं। वे आकार बदलते रहते हैं





निहाई के आकार का मेघपुंज  
Anvil shaped cumulus  
(स्रोत / Source : Wikipedia)

और एक योजन तक जाते हैं तथा वर्षा का रूप लेते हैं। उन्हें वर्षा का स्रोत कहा जाता है (श्लोक 10)। अगर श्लोक 17, 18 और 19 की लाक्षणिक रूप से व्याख्या की जाए, तो वे नामकरण के अनुसार बादलों के चार अन्य वर्ग देते हैं, गज, पर्वत, मेघ और भोगी। श्लोक 17 में गज बादल के चार और वर्गों को पहचाना जा सकता है।

The Matsya Purana (Vol.I, Chap.54) furnishes still more elaborate and scientific information regarding clouds. It says that the clouds thewr is the cause of life. These clouds remain suspended on the air called Avaha. They change shape and goes up a yojana, from there form into rain hence they

are called the source of rain (Verse 10). If the shlokas 17,18 and 19 are interpreted symbolically, they give other four classes of clouds expressed by the nomenclature गज, पर्वत, मेघ and भोगी- Then in the Verse 17 can be recognized further four classes of xt clouds.

विषुवद्ग्रहवर्णश्च सर्वमेतद् ध्रुवरितम् ।  
जीमूता नाम ते मेघा यदेभ्यो जीवसम्भवः ॥ Matsya,1,54.9 ॥  
द्वितीय आवहन् वायुर्मेघास्ते त्वभिसंश्रिताः ।  
इतोयोजनमात्राच्च अध्यर्द्धविकृताअपि ॥ Matsya,1,54.10 ॥



तेषामप्यायनं धूमः सर्वेषामविशेषतः ।  
तेषां श्रेष्ठश्च पर्जन्यश्चत्वारश्चैव दिग्गजाः ॥ Matsya,I,54.17 ॥

गजानां पर्वतानाश्च मेघानां भोगिभिः सह ।  
कुलमेकं द्विधाभूतं योनिरैका जलं स्मृतम् ॥ Matsya,I,54.18 ॥

पर्जन्य और दिग्गज हेमंत ऋतु में वर्षा करते हैं और वे कृषि विकास के लिए बहुत उपयोगी हैं, नीचे दिए गए श्लोक में कहा गया है :

Parjanys (पर्जन्य) and दिग्गज rain in the season of हेमन्त and they are very useful for agricultural growth is spoken in the verse below:

पर्जन्यो दिग्गजाश्चैव हेमन्ते शीतसम्भवम् ।  
तुषारवर्ष वर्षन्ति वृद्धां ह्यन्नविवृद्धये ॥ Matsya,I,54.19 ॥

मत्स्य पुराण (I.54.33) में संक्षेप में आर्द्रताग्राही नाभिक पर संघनन और वर्षण की प्रक्रिया बहुत सावधानी से वर्णित है:—

Process of condensation and precipitation on hygroscopic nuclei are very carefully described in a nutshell in the Matsya Purana (I,54.33) as:

नियच्छत्यापो मेघेभ्यः शुक्लाः शुक्लैस्तुरश्मिभिः ।  
अभ्रस्थाः प्रपतन्त्यापोवायुनासमुदीरिताः । Matsya,I,54.33 ॥

**अर्थ** : “बादलों से पानी (वाष्प) हवा (अर्थात् वायु की आर्द्रताग्राही सामग्री) के संपर्क आने पर वर्षा के आकार में गिरता है” ।

**Meaning**: “the waters from the (vapours) of the clouds when brought into contact with the wind (namely hygroscopic content of the air) fall in the shape of rain”.

विष्णु पुराण (II,9.11–12) बहुत ही वैज्ञानिक रूप से वायु मंडलीय नमी के चार स्रोत “गौरवशाली सूर्य, मैत्रोय, चार स्रोतों अर्थात् समुद्र, नदियों, पृथ्वी और जीवंत प्राणियों से आर्द्रता का वर्णन करता है ।”

The Vishnu Purana (II,9.11-12) very scientifically enumerates the four sources of atmospheric moisture, “the glorious Sun, O Maitreya, exhales

moisture from four sources, namely – seas, rivers, the earth and living creatures,” viz.

अभ्रस्थाः प्रपतन्त्यापो वायुना समुदीरिताः ।  
संस्कारं कालजनितं मैत्रेयासाद्य निर्मलाः ॥ Vishnu, II,9.11 ॥

सरत्समुद्रभौमास्तु तथापः प्राणिसम्भवाः ।  
चतुष्प्रकारा भगवानादत्ते सविता मुने ॥ Vishnu, II,9.12 ॥

प्रसिद्ध कवि कालिदास (100 ई.पू.) भी बादलों और संबद्ध घटनाओं के बारे में बहुत कुछ जानते थे । उन्होंने इस प्रकार बादल को परिभाषित किया है “यह धुएं, बिजली पानी और हवा का एक संयोजन है” (पूर्वामेघ श्लोक 5) । अन्य स्थानों पर (पूर्वामेघ, श्लोक 6) कवि ने दो प्रकार के बादलों का नाम दिया है यथा पुष्कर और आवर्तक ।

The celebrated poet Kalidasa (100 B.C.) also knew a lot about clouds and the allied phenomena. He defines cloud thus “it is an assemblage of smoke, electricity, water and air” (Purvamegha Verse 5). At other places (Purvamegh, Verse 6) the poet names two types of clouds namely पुष्कर and आवर्तक

धूमज्ज्योतिःसलिलमरुतां संनिपातः क्व मेघः सन्देशार्था क्व पटुकरणैः प्राणिभिः प्रापणीयाः ।  
इत्यौत्सुक्यादपरिगणनुह्यकस्तं ययाचे कामार्त्ता हि  
प्रकृतिकृपणाप्चेतनाचेतनेषु ॥ Meghadutam, Purvamegha.5 ॥

जातं वंशे भुवनविदिते पुष्करावर्तकानां जानामि त्वां प्रकृतिपुरुषं कामरुपं मघोनः ।  
तेनाथित्वं त्वयि विध्विषाद्दूरबन्धुर्गतोऽहं याच्ना मोघा वरमधिगुणे नाधमे  
लब्धकामा ॥ Purvamegha Verse 6 ॥

मृच्छकटिका (600 ई.) एक प्रकार के बादल को संदर्भित करता है जिसमें से एक बाल्टी की तरह वर्षा निकलती है । एक अन्य संदर्भ में, प्रसिद्ध नाटक एक द्रोणिका से निकलने वाली एक विशेष प्रकार की वर्षा द्रोणवृष्टि को संदर्भित करता है (X. 39) ।

The Mricchakatika (600 AD) refers to a kind of cloud द्रोण (X.26) from



which the rain streams forth as from a bucket. In another context, the famous drama refers to a special type of rain द्रोणवृष्टि streaming forth as from a trough (X.39) viz.

कोयमेवविधे काले कालपाशास्थिते मयि ।

अनावष्टिहते सस्ये द्रोणमेघं इवोदितः ॥ Mricchakatika, X.26 ॥

केयमभयुघते शस्त्रे मत्युवक्त्रगते मयि ।

अनावष्टिहते सस्ये द्रोणवृष्टिरिवागता ॥ Mricchakatika, X.39 ॥

कालिदास द्वारा कुल मिलाकर चार प्रकार के बादलों की बात कही गई है। वे हैं आवर्त, संवर्त, पुष्कर और द्रोण। आवर्त वर्षा नहीं लाता है, संवर्त वर्षा बहुतायत में देता है, पुष्कर वर्षा की बाढ़ का कारण बनता है और द्रोण कृषि और मानव जाति के लिए सबसे अधिक अनुकूल है। यह संक्षेप में निम्नलिखित पंक्तियों में कहा गया है—

Four types of clouds in all have been spoken of by Kalidas. They are आवर्त, संवर्त, पुष्कर and द्रोण. The Avarta brings no rainfall; the Samvarta gives an abundance of rain, the Puskara causes flood of rain and the Drona is most congenial to agriculture and mankind. This is stated in nutshell in the following lines –

आवर्तो निर्जलो मेघः संवर्ततश्च वहूदकः ।

पुष्करो दुष्करजलो द्रोणः शस्यप्रपूरकः ॥

Kalidas Granthavali, Abhidhan Kosh, P.154 ॥

सम्पूर्णानंद संस्कृत विश्वविद्यालय, वाराणसी के सरस्वती भवन पुस्तकालय में एक पांडुलिपि ग्रंथ, जिसका शीर्षक मेघमाला है, उपलब्ध है। जैसा कि नाम से ही पता चलता है, यह जलवायु विज्ञान और विशेषकर बादलों के विज्ञान का एक ग्रन्थ है। संवाद की सामग्री और शैली के आधार पर त्रिपाठी (1969) ने यह स्थापित करने की कोशिश की है कि मेघमाला रुद्रायमालतंत्रम् (लगभग 900 ईस्वी) का एक हिस्सा है, मेघमाला के 11 अध्याय हैं। मेघमाला का पहला अध्याय अन्वेषण के साथ प्रारंभ होता है।

In the library (Saraswati Bhavan Pustakalaya) of Sampurnand Sanskrit University, Varanasi a manuscript treatise entitled as मेघमाला is available. As the very name suggests, it is a work on climatology and more specifically science of clouds. On the basis of content and style of dialogue Tripathi (1969) tried to establish that Meghamala is a part of रुद्रायमालतंत्रम् (around 900 AD around). मेघमाला has 11 chapters. The first chapter of मेघमाला opens with the enquiry

मेघस्तु कीदृशादेव कथं विद्युत्प्रजायते ।

कीदृशं वर्णरूपं तु शरीर तस्य कीदृशम् ॥

(Meghamala, Manucript No. 37202,  
Sampurn and Sanskrit University, Varanasi)

पहला अध्याय यह बताता है कि बादल क्या हैं, बिजली कैसे पैदा होती है, प्रकृति, बनावट सामग्री और बादलों के रंग क्या हैं? बाद में श्लोक 20, 21, 22 में पारंपरिक रूप से भारतीय शैली में वर्णन किया गया है कि पहाड़ बादलों को नियंत्रित करते हैं। श्लोक 32 से 68 तक हमें पता चलता है कि बादलों के बड़े विभाजन में बारह प्रजातियां शामिल हैं और उन्हें 1. सुबुध, 2. नंदशाला, 3. कन्यद, 4. पथुश्रवा, 5. वासुदी, 6. तक्षक, 7. वकर्त, 8. सारस्वत, 9. हेमकाली, 10. जलेंद्र, 11. वज्रदंष्ट और 12. विष्णुप्रभ – के रूप में नामित किया गया है। लेकिन इनका कोई वैज्ञानिक विवरण सुसज्जित नहीं है। अध्याय 2 विभिन्न वर्षों की, उनकी वर्षा और उनमें से प्रत्येक की आर्थिक विशेषताओं या स्थितियों को संदर्भित कर प्रत्येक पर प्रकाश डालता है। तीसरा अध्याय वर्षा, जलवायु विज्ञान और मनुष्यों की आर्थिक स्थिति, राज्य की बहुतायत एवं कमी की स्थिति और विभिन्न फसलों के उत्पादन पर ज्योतिषीय प्रभाव का वर्णन करता है। आठवें अध्याय में साल के बारह महीनों में वर्षा की प्रकृति और अन्य मौसम संबंधी स्थितियों पर चर्चा की गई है। कार्तिक (अक्टूबर–नवंबर) के बारे में लेखक का कहना है कि इस महीने के दौरान विविध रंगों के बादल बिखरे हुए नजर आते हैं। पौष में (दिसंबर–जनवरी) यदि आकाश बादलों से घिरा रहता है, तो एक बहुत अच्छा लक्षण है। यदि माघ का महीना (जनवरी–फरवरी) सामान्यतः ठंडा नहीं होता है (या कोई ठंड नहीं है) तो फाल्गुन (फरवरी–मार्च) में उत्तर पूर्वी हवाएँ



अच्छी वर्षा लाती हैं।

The first chapter deals with what are clouds, how lightning is produced, what are nature, texture, ingredients and colours of clouds. Later in the Verse 20,21,22 is expressed, in their conventional Indian style, that the mountains control clouds. From Verses 32 to 68 we gather that there is a larger division of clouds comprising twelve species and designated as 1.सुबुध 2. नन्दशाला 3. कन्यद 4. पथुश्रवा 5. वासुदी 6. तक्षक 7. वकर्त 8. सारवत 9. हेमकाली 10. जलेन्द्र 11. वज्रदंष्ट and 12. विष्णुप्रभ. But no scientific detail of these is furnished. The Chapter II enumerates various types of years, refers to their rainfall and discusses the economic characteristics or conditions of each of them. The III<sup>rd</sup> chapter dwells on astrological influence on rainfall, climatology and economic condition of people, state of plenty and scarcity and production of various crops. VIII<sup>th</sup> chapter aspires to discuss the nature of rainfall and other meteorological conditions in the twelve months of the year. About the Kartika (October–November) the author says that during this month scattered clouds of varied colours occur. In Pausa (December–January) if sky is over cast with clouds, it is a very good symptom. If the month of Magha (January–February) is not normally cold (or has no frost) there occurs scanty rainfall in Phalaguna (February–March) northeast wind brings good downpour.

मासि मासि कथं देवि कीदृशं गर्भलक्षणम् ।  
किं वातं किं घनं युक्तं कस्य कालेन वर्षति ॥  
कार्तिके शुक्ल नन्दायां पञ्चरूपाणि यो भवेत् ।  
अभ्राणि श्वेतवर्णानि रक्तवर्णानि यो भवेत् ॥  
पतिवर्णानि यो मेधा हि कृष्णवर्णश्च भवेत् ।  
कांस्यवर्णो भवेद्यस्तु ताम्रवर्णस्तथा भवेत् ॥  
न माघोपतितं शीतं ज्येष्ठे मूलं न वष्टिकृतम् ।

नार्दायां पतितं तोयं दुष्टकालस्तदा भवेत् ॥  
तदा देवि भविष्यन्ति सुभिक्षं क्षेमवेव च ।  
पूर्वोत्तरजवातेन रात्र्यन्ते जलमुत्तम् ॥  
Meghmala, Page 14-38 ॥

मेघमाला के अध्याय IX में बादलों, हवाओं और बिजली पर चर्चा है। सबसे पहले, यह विभिन्न आकृतियों और बिजली की दिशाओं के साथ वर्षा के सहसंबंध पर चर्चा करता है। फिर हमें बताया गया है कि उत्तर-पूर्व की हवा समृद्धि के लिए प्रवाहकीय है, दक्षिण की हवा लोगों के लिए अच्छी है, दक्षिण-पश्चिमी हवा दुःख



चावल के उच्च उत्पादन में सहायक पश्चिमी हवा ।  
Westerly winds are helpful for higher production of rice.  
(स्रोत / Source : Freepik)



का कारण बनती है, पश्चिमी हवा चावल के उच्च उत्पादन के लिए बहुत लाभदायक है, उत्तरीय हवा भी लोगों की भलाई के लिए अनुकूल है, और यह समृद्धि उत्पन्न करती है।

In the chapter IX of Meghmala there is discussion on clouds, winds and lightning. Firstly, it discusses the correlation of rainfall with different shapes and directions of lightning. Then we are told that north-east wind is conducive to prosperity, southerly does good to people, south-west wind causes misery, westerly is much beneficial for the higher production of rice, northerly is also favourable to the good of people, and it produces a condition of plenty.

पूर्वे विधुत्करामेघा अग्निय्यां जलशोषिणी ।  
दक्षिणे रौरवं घोरं नैऋत्यां तापमादिशेत् ।।  
शुभिक्षं पूर्ववातेन जायते पात्र संशयः ।  
दक्षिणे तु क्षेमकरो नैऋत्यां दुः खदो भवेत् ।।  
वारुण्यां दित्यंधान्यानि वायत्यांवायुखे भवेत् ।।

उत्तरे शुभदो देवि ऐशान्यां सर्वसम्पदः ।। Meghmala, Page 47-48 ।।

मेघमाला का अध्याय—X बादलों के प्रसार से संबंधित है और बादलों की बारह प्रजातियों को दोहराते हुए, जिनका पहले से ही उल्लेख किया गया है, इसके अलावा एक और वर्गीकरण को सम्मिलित किया गया है जिसमें सात प्रजातियां सम्मिलित हैं जैसे कि अम्बुद, गोलक, गिरि, आरोपक, सपर्वत, खिखिन्द और कोटिवार ।

The chapter X of Meghmala deals with the propitiation of clouds and apart from repeating the twelve species of clouds, already mentioned, adds another classification of the same comprising seven species designated as अम्बुद, गोलक, गिरि, आरोपक, सपर्वत, खिखिन्द and कोटिवार.

विश्व कोषीय तांत्रिक साहित्य भी जलविज्ञान पर जानकारी देने में पीछे नहीं है। अभिनव गुप्त के तंत्रलोक से, हम जलवायु विज्ञान और मौसम संबंधी कुछ महत्वपूर्ण जानकारी प्राप्त कर सकते हैं। इसके आदिनका में देशाध्व प्रकाशन में

हवाओं, बादलों, हवाओं के मार्ग और संबद्ध घटनाओं (तंत्रलोक का V खंड) (त्रिपाठी, 1969) का वर्णन किया गया है। यह दस वायु पथों को संदर्भित करता है, जो शायद केवल इस पाठ के लिए विलक्षण हैं। वे दस वायु पथ हैं— 1. वितव, 2. ऋतार्धि, 3. वज्राइक, 4. वैद्युतं, 5. रैवत, 6. विषावर्त (दुर्जय), 7. परावह, 8. आवह, 9. महावह और 10. महा परिवह (खंड V121.138)। ये अंतरिक्ष में बढ़ती ऊंचाई के अनुसार व्यवस्थित होते हैं। उत्कृष्ट तांत्रिक कार्य ने दस प्रकार के बादलों को पहचाना है— 1. मूकमेघ, 2. प्राणिवर्षो, 3. विषारिवर्षी, 4. स्कान्द, 5. संवर्त, 6. ब्राह्म, 7. पुष्कर, 8. जीमूत, 9. ईशकृत, और 10. महेशिकृत (कपालोत्थ)। ये प्रकार भी बादलों की ऊंचाई के अनुसार होते हैं। भारतीय साहित्य में ऐसा शायद पहली बार हुआ है जो बादलों को ऊंचाई के अनुसार स्थापित करता है। यह बताता है कि अलग-अलग प्रकार के बादल वायुमंडल में अलग-अलग स्तर पर होते हैं।

The encyclopedic Tantrik literature also does not lag behind in supplying information on hydrology. From the Tantraloka of Abhinavagupta, we can find out some important climatological and meteorological facts. In its Ahnika designated as देशाध्वप्रकाशन are described winds, clouds, track of winds and the allied phenomena (Vol.V of the Tantraloka) (Tripathi, 1969). It refers to ten air channels (वायुपथ) which are perhaps peculiar to only this text. Those ten air channels are 1. वितव (Vitav), 2. ऋतार्धि (Ritarddhi), 3. वज्राइक (Vajraik), 4. वैद्युतं (Vaidhutam), 5. रैवत (Raivat), 6. विशावर्त (Vishavart), 7. परावह (Prawah), 8. आवह (Aawah), 9. महावह (Mahawah), 10. महापरिवह (Mahapariwah) (Vol. V,121.138). These are arranged in space according to increasing height. The outstanding Tantrik work recognized ten types of clouds 1. मूकमेघ (Mukmegh), 2. प्राणिवर्षो (Pranivarshon), 3. विशारिवर्षी (Vishawarivarshi), 4. स्कान्द (Skand), 5. संवर्त (Sanvart), 6. ब्राह्म (Braaham), 7. पुष्कर (Pushkar), 8. जीमूत (Jimoot), 9. ईशकृत (Ishkrit), 10. महेशिकृत/कपालोत्थ (Maheshikrit/Kapalotth). These types also occur according to the increasing height. It is perhaps for the first time in Indian literature that establishes the height of clouds. It reveals that different clouds occur at different level in the atmosphere.



जैन साहित्य ने भी मौसम-विज्ञान के क्षेत्र में काफी योगदान दिया है। 'प्रजापना' और 'अवसीका कूर्निस' विभिन्न प्रकार की हवाओं के लिए उत्कृष्ट संदर्भ प्रदान करते हैं (त्रिपाठी, 1969)। अवसीका कूर्निस पंद्रह हवाओं की एक सूची प्रस्तुत करती है (9-7/913) जैसे- 1. प्राचीन वात, 2. उदीचीन, 3. दक्षिणवात, 4. उत्तर पौरस्त्य, 5. स्वात्सु, 6. दक्षिण पूर्व तुगर, 7. अपरदक्षिण बीजाय, 8. अपरबीजाय, 9. अपरोत्तगर्जन, 10. उत्तरवात्सुक, 11. दक्षिण सवात्सुक, 12. पूर्वतुंगर, 13. दक्षिण और पश्चिम बीजाय, 14. पश्चिमगर्जभ, 15. उत्तरी गर्जभ। इसी संदर्भ में बाद में बवंडर को कालिकावात के रूप में संदर्भित किया गया है- इस शब्दावली ने अरब भूगोलवेत्ताओं और नौसैनिकों को प्रभावित किया था और उन्होंने इनमें से कई भारतीय तकनीकी शब्दों को अपनी भाषा (मोतीचंद्र, 'सर्थावाह (हिंदी), पेज 202) में आसानी से समाहित कर लिया था।

The Jain literature also made a considerable contribution in the field of meteorology. The 'Prajnapana' and 'Avasyaka Curnis' provide outstanding references to the various types of winds (Tripathi, 1969). The Avasyaka Curnis furnish a list of fifteen winds (9-7/913) as: 1. प्राचीनवात (Easterly) 2. उदीचीन (northerly) 3. दक्षिणवात (Southerly) 4. उत्तर पौरस्त्य (Northerly blowing from the front) 5. सवात्सुक (Sawatsuk), 10. उत्तर सवात्सुक (Uttar Sawatsuk), 11. दक्षिण सवात्सुक (Dakshin Sawatsuk), 12. पूर्वतुंगर (Purvatungar), 13. दक्षिण और पश्चिम बीजाय (Dakshin and Pashchim Bijay), 14. पश्चिमगर्जभ (Western storm) 15. उत्तरीगर्जभ (Northern storm). Later in the same continuation tornadoes are referred to as कालिकावात (Kalikawat). This vocabulary had influenced the Arabian geographers and navigators and they readily absorbed several of these Indian technical terms in their own language (Motichandra, 'Sarthaava' (Hindi), P.202).

'प्रजापना' में भी बर्फबारी (हिम) और ओलावृष्टि (कारक) का भी संदर्भ है (I.16)। नेमीचंद्र के 'त्रिलोकसार' (अंश 679, पृष्ठ 280) में कहा गया है कि सात प्रकार के कालमेघ (आवधिक बादल) हैं। बरसात के मौसम में उनमें से प्रत्येक सात दिनों के लिए वर्षा करते हैं। फिर सफेद बादलों की बारह प्रजातियाँ हैं जिन्हें द्रोण कहा गया है। वे भी सात दिनों के लिए वर्षा करते हैं। इस प्रकार वर्षा ऋतु कुल

मिलाकर 133 दिनों की होती है।

The 'Prajnapana' also refers to snowfall (हिम) and hailstorm (करक) (I.16). The 'Trilokasara' (Passage 679, P.280) of Nemichandra says that there are seven types of कालमेघ (periodic clouds). They rain for seven days each in the rainy season. Then there are twelve species of white clouds designated as द्रोण. They also bring rain for seven days each. Thus, the season of rainfall extends over 133 days in all.

बौद्ध साहित्य भी मौसम-विज्ञान पर महत्वपूर्ण प्रकाश डालता है। पहले जातक के आख्यान में, जिसका नाम 'अपन्नाका' है, कई जलवायु तथ्यों का वर्णन किया गया है। 'मिगालोपाजातक' (कोवेल, अंग्रेजी अनुवाद भाग III, पृष्ठ 164) में, दो प्रचंड तूफानों का उल्लेख कालवात (काली हवा) और बेरम्बरात (त्रिपाठी, 1969) के रूप में किया गया है। पहले वाले को ऊपरी हवा (संयुक्ता निकाया, अंग्रेजी अनुवाद XIII, 1-9, पृष्ठ 157) से संबंधित कहा जाता है। सुमेरु पर्वत पर अक्सर हिंसक तूफान आया करते थे (उत्पाटनवात या हरणवात) (महामोरजातक संख्या 491, पेज 333, हरित जातक संख्या 431, पृष्ठ 497)। यह प्रवृत्ति में बवंडर जैसा दिखता है। 'मिलिंडा पन्हो' में गर्म हवा या लू को वातातप कहा गया है (अंग्रेजी अनुवाद भाग II, IV, 6.35, पृष्ठ 86)। 'आर्यसुर' में चार प्रकार की हवाओं के नाम हैं, नियतानिल (मानसून), चण्डानिल (टेम्पेस्ट), उत्पातवात (तूफान) और पश्चात्यवात (पश्चिम की ओर) (जातकमाला, एच. केर्न द्वारा सम्पादित 10.29, पृष्ठ 90, 127, 133)। 'विनय पिताका' (III, भाग 9.4, पृष्ठ 85) में, बवंडर को वातमनमंडलीका - कहा गया है। 'दिव्यवदना' तूफान के कुछ प्रकार को कालिकावात (भाग II, पृष्ठ 41), और वर्षा के साथ-साथ तूफान को वातवर्षम (भाग II, पृष्ठ 163) कहा गया है। 'मिलिंदपन्हो' (IV.1.36) का कहना है कि चार प्रकार की वर्षा होती हैं- 1. बरसात के मौसम की, 2. सर्दी के मौसम की, 3. दो महीने आषाढ और श्रावण की (जुलाई और अगस्त), और 4. मानसून के बिना वर्षा। प्रथम दृष्टि में, यह देखा जा सकता है कि वर्गीकरण पूरी तरह से वैज्ञानिक है।

The Buddhist literature also throws significant light on meteorology. In



the narrative of the first Jataka, named 'Apannaka', several climatological facts are described. In 'Migalopajataka (Cowel, Eng. Trans. Vol.III, P.164.), two violent storms are mentioned as कालवात (black wind) and बेरम्बरात (Tripathi, 1969). The latter is said to belong to the upper air (Samyutta Nikaya, Eng. Trans. XVII. 1-9, P.157). The Sumeru mountain was frequently visited by a violent hurricane (उत्पाटनवात or हरणवात) (Mahamorajataka No. 491, P.333; Harit Jataka No. 431, P.497). It resembled whirlwind in movement. In 'Milinda Panho' hot wind or Loo is spoken of as वातातप (Eng. Trans. Vol.II, IV, 6.35, P.86). 'Aryasura' names four types of winds नियतानिल (Monsoon), चण्डानिल (tempest), उत्पातवात (hurricane) and पश्चात्यवायु (westorlies) (Jatakamala, ed. by H. Kern, 10.29, P.90, 127, 133). In



धूल-चक्रवात  
Duststorm  
(स्रोत / Source : downtoearth)

the 'Vinaya Pitaka' (III,V.9.4,P.85), whirlwind is called वातमण्डलीका. The Divyavadana' speaks of some kinds of hurricane as कालिकावात (Vol.II,P.41), and of storm accompanied by rain as वातवर्षम (Vol.II, P.163). The 'Milindapanho' (IV.1.36) says that there are four types of rainfall: 1. of rainy season 2. of winter season, 3. of the two months आषाढ and श्रावण (July and August), and 4. rain out of season. At a glance, it can be seen that the classification is fully scientific.

बौद्ध साहित्य बादलों के दो सामान्य वर्गों को संदर्भित करता है जैसे— कालमेघ (मानसून बादल) और अकाल मेघ (तूफानी बादल या संयोगवश वाले) (महावस्तु भाग II, पृष्ठ 34 त्रिपाठी, 1969)। संयुक्ता निकाया ने बादलों को पाँच श्रेणियों में वर्गीकृत किया है (भाग III, पुस्तक XI, 32.1.1, पृष्ठ 200), 1. शीतवलाहक (शांत बादल), 2. उष्णवलाहक (गर्म बादल), 3. अभ्र वलाहक (हवा के बादल—शायद वायुमंडल में संवहन धारा की गतिविधि के कारण बनने वाले बादल) और 5. वर्ष वलाहक (वर्षा के बादल — संभवतः क्यूम्यलोनिम्बस जो सबसे प्रचुर मात्रा में वर्षा लाता है)।

The Buddhist literature refers to two general classes of clouds as: कालमेघ (monsoon cloud) and अकालमेघ (storm clouds or accidental ones) (Mahavastu Vol.II, P.34, Tripathi, 1969). The Samyutta Nikaya classifies clouds into five categories (Vol.III, Book XI, 32.1.1,P.200), 1. शीतवलाहक (cool clouds), 2. उष्णवलाहक (hot clouds) 3. अभ्रवलाहक (thunder clouds, it can be identified with cumulus), 4. वातवलाहक (wind clouds – perhaps clouds formed due to the activity of convection current in the atmosphere) and 5. वर्षवलाहक (rain clouds – most probably cumulonimbus



which brings copious downpour of rain).

इस प्रकार, हम देखते हैं कि जैन और बौद्ध ग्रंथों (400 ई.पू. से पहले) में बादलों और हवाओं का बहुत ही वैज्ञानिक वर्गीकरण है, जिनकी तुलना आधुनिक मौसम विज्ञान से की जा सकती है। इतने प्रारंभिक काल में सूक्ष्म निरीक्षण प्राचीन काल की एक स्वर्णिम उपलब्धि है।

Thus, we see that the Jain and Buddhist texts (before 400 B.C.) have a very scientific classification of clouds and winds that can be compared with the modern meteorology. So much of subtle observation at such an early date is a golden achievement of ancient times.

## वर्षा में विविधता

### Variation of Rainfall

मत्स्य पुराण के अनुसार, बर्फ से आच्छादित पहाड़ों (हिमवत) के उत्तर और दक्षिण में पुण्ड्र बादल होते हैं जो वर्षा के भंडार को बढ़ाते हैं। वहाँ होने वाली सारी वर्षा बर्फ में परिवर्तित हो जाती है। हिमवत पर हवा अपने स्वयं के बल द्वारा उन बर्फ के गुच्छे को खींचती है और उन्हें विशाल पहाड़ों पर डालती है। हिमवत से परे कम वर्षा होती है (मत्स्य, I, 54.22–25)।

According to the Matsya Purana, to the north and south of the snow-clad mountains (हिमवत) occurs the पुण्ड्र cloud which greatly increases the stock of rain. All the rain formed there converts itself into the snow. The wind on the हिमवत draws by its own force those snow flakes and pours them on the great mountains. Beyond the हिमवत there occurs little rain (Matsya,I,54.22-25).

शकीरान् सम्प्रमुश्चन्ति नीहार इति स स्मृतः ।  
दक्षिणेन गिरिर्योऽसौ हेमकूट इति स्मृतः ॥ Matsya,I,54.22 ॥  
उदग्हिमवतः शैलस्योत्तरे चैव दक्षिणे ।  
पुण्ड्रं नाम समाख्यातं सम्वग्वष्टिविवृद्धये ॥ Matsya,I,54.23 ॥  
तस्मिन् प्रवर्तते वर्षं तत्तुषारसमुद्भवम् ।

ततो हिमवतो वायुर्हिमं तत्र समुद्भवम् ॥ Matsya,I,54.24 ॥

आनयत्यात्मवेगेन सिश्चयानो महागिरिम् ।

हिमवन्तमतिक्रम्य वृष्टिशेषं ततः परम् ॥ Matsya,I,54.25 ॥

इस प्रकार, तिब्बती पठार की अल्प वर्षा या शुष्क स्थिति का एक बहुत महत्वपूर्ण भौगोलिक तथ्य संदर्भित है। प्राचीन काल में भारतीयों द्वारा इस तथ्य का अध्ययन और ज्ञान वास्तव में उन प्राचीन भारतीयों की प्रशंसा योग्य है। लिंग पुराण (खंड I, 36.38.39 और 49) कहते हैं, “यह पवन या वायु प्रवाह है जो धुएं और तापीय गतिविधि द्वारा जल से भरे हुए बादलों को बनाता है, ताकि पुष्कर और पक्षज बादल प्रचुर वर्षा दें सकें”।

Thus, there is a reference to a very important geographic fact of scanty rainfall or arid condition of the Tibetan plateau. The study and knowledge of this fact is really creditable on the part of those ancient Indians. The Linga Purana (Vol. I,36.38.39 and 49) says “it is the प्रवह wind or air current which makes the clouds produced by smoke and thermal activity full of water,so that the clouds Puskara (पुष्कर) and पक्षज give copious rainfall”.

दन्दद्व्यमानेषु चराचरेषु गोधूमभूतास्त्वथ निष्क्रमन्ति ।

या या ऊर्ध्व मारुतेनेरिता वै तास्तास्त्वभ्रांयग्निनावायुना च ॥ Linga I,36.38 ॥

अतो धूमाग्निवातानां संयोगस्त्वमुच्यते ।

वारीणि वर्षतीत्यम्रम्रस्येशः सहस्रदृक् ॥ Linga I,36.39 ॥

विरिचोच्छ वासताः सर्वे प्रवहस्कंधजास्ततः ।

पक्षजाः पुष्काराद्यश्च वर्षाति च यदा जलम् ॥ Linga,I,36.49 ॥

आधुनिक मौसम विज्ञान हमें बताता है कि ध्रुवीय हवाएं वास्तव में उनके प्रभाव वाले क्षेत्र फ्लैकिंग पोल या टुंड्रा में वर्ष में कभी भी वर्षा नहीं लाती हैं तथा केवल गर्मियों में उन स्थानों पर चलने वाली शक्तिशाली पश्चिमी हवाओं के कारण कुछ वर्षा होती है। पुराणों में भी यही तथ्य बताया गया है,

Modern meteorology tells us that polar winds actually never bring any rainfall in the year in the region under their influence – flanking poles or Tundra, and only scanty summer rain occurs in those areas due to the



sweeping of strong westerlies. The same fact is stated in the Puranic line,

ध्रुवेणाधिष्ठितो वायुर्वृष्टिं संहरते पुनः ।

ग्रहीन्निवृत्या सूज्यर्वात्तु चरते ऋक्षमण्डलम् ॥ Matsya, Vol. I, 54.36 ॥

**अर्थ** : ध्रुव से हवा वर्षा को दूर भगाती है ।

**Meaning**: The air from the Pole drives away the rain.

वराह मिहिर द्वारा लिखित वृहत् संहिता और मयूराचित्रिका दो बहुत महत्वपूर्ण ग्रंथ हैं जो जलवायु और मौसम संबंधी जानकारी से भरे हुए हैं। हालांकि वे ज्योतिषीय अनुमानों से भरे हैं, उनमें पर्याप्त वैज्ञानिक तथ्य भी हैं। वृहत् संहिता में जलवायु विज्ञान और मौसम विज्ञान के तीन अध्याय (21<sup>वें</sup>, 22<sup>वें</sup> और 23<sup>वें</sup>) हैं और वे उनकी अपनी प्राचीन पारंपरिक शैली में विषय का वर्णन करते हैं। यहाँ केवल अध्यायों की मुख्य विशेषताएं प्रस्तुत की गयी हैं।

The Vrhat Samhita and Mayuracitraka by Varahamihira are two very important treatises which are replete with climatological and meteorological information. Although they abound in astrological guesses, they contain sufficient scientific facts also. In the Vrhat Samhita, there are three chapters (21<sup>st</sup>, 22<sup>nd</sup>, and 23<sup>rd</sup>) on climatology and meteorology and they treat the subject in their own ancient conventional style. Here, only the salient features of the chapters are being presented.

वृहत् संहिता के अध्याय 21 के श्लोक 23 एवं 24 वर्णन करते हैं कि बिल्कुल सफेद अथवा घने बादल जलीय जीवों जैसे विशाल मछली शार्क अथवा कछुओं के अनुकूल होते हैं तथा प्रचुर वर्षा के स्रोत होते हैं।

The verses 23 and 24 of the chapter 21 of Vrhat Samhita state that extremely white or dark clouds resembling aquatic animals like huge fish, shark or tortoise and seen before the rainy season are a source of abundant rainfall viz.

मुक्तारजतनिकाशास्तमालनीलोत्पलष्टजनाभासः ।

जलचरसत्त्वाकारा गर्भेषु घनाः प्रभूतजलाः ॥ Vr.S.21.23 ॥

तीव्रदिवाकरकिरणाभितापिता मन्दमारुता जलदाः ।

रुषिता इव धाराभिर्विसृजन्त्यम्भः प्रसवकाले ॥ Vr.S.21.24 ॥

श्लोक 31 उन स्थितियों या मौसम संबंधी अवयवों पर चर्चा करता है जो स्थानिक वर्षा के विस्तार को निर्धारित करते हैं, हालांकि आधुनिक मौसम संबंधी दृष्टिकोण में इसका कम महत्व प्रतीत होता है।

The verse 31 discusses the conditions or meteorological ingredients which determine the spatial expanses of rainfall, though it appears to be of little value from modern meteorological point of view.

पञ्चनिमित्तैः शतयोजनं तदद्वाद्द्विमेकहान्याऽतः ।

वर्षति पञ्चनिमित्ताद्रूपेणैकेन यो गर्भः ॥ Vr.S.21.31 ॥

अध्याय 22 से, यह ज्ञात होता है कि रोवेंदार और घने बादल प्रचुर मात्रा में वर्षा देते हैं जो कृषि के लिए बहुत ही जीवनदायी होती है। इसी प्रकार, यदि पूर्व,



सिरस : ऊंचाई पर स्थित बादलों का एक प्रकार  
Cirrus : A form of high clouds  
(स्रोत / Source : Wikipedia)



दक्षिण और उत्तर में स्थित बादल क्रमशः दक्षिण, पश्चिम और उत्तर की ओर बढ़ते हैं, तो वे ठीक और प्रचुर वर्षा का कारण बनते हैं।

From chapter 22, it is gathered that fleecy and thick clouds give abundant rainfall which is very congenial to agriculture. Again, if clouds situated in the east, south and north sail towards south, west and north respectively, they cause fine and copious rainfall.

रविचन्द्रपरीवेषाः स्निग्धा नात्यन्तदूषिताः ।  
वृष्टिस्तदापि विज्ञेया सर्वसस्यार्थसाधिका ॥ Vr.S.22.7 ॥  
मेघाः स्निग्धाः संहताश्च प्रदक्षिणगतिक्रियाः ।  
तदा स्यान्महती वृष्टिः सर्वसस्याभिवृद्धये ॥ Vr.S.22.8 ॥

मयूराचित्रिका में, यह कहा गया है कि बिजली से रहित बिखरे हुए बादल लोगों के लिए हानिकारक होते हैं और जो लाल और रेशमी सफेद या सुनहरे या क्रुन्का पक्षी के रंग के होते हैं, जो वातावरण में सन्निहित होते हैं और बनावट में ऊन के समान होते हैं वो लोगों के लिए हमेशा लाभदायक होते हैं। पौष (दिसम्बर-जनवरी) में कोहरे या धुंध की वजह से अच्छी वर्षा होती है। (सम्पूर्णानंद संस्कृत विश्वविद्यालय, पुस्तकालय, पांडुलिपि संख्या 34332, पृष्ठ 36-37)।

In the Mayuracitraka, it is stated that scattered clouds devoid of lightning are harmful to people and those of red and white silken or golden or Kraunca bird's hue, embedded in the atmosphere and fleecy in texture are always beneficial to the people. Causation of fog or mist in Pausa (December-January) is conducive to good rainfall. (Sampurnanand Sanskrit University, Library, Manuscript No. 34332, Page 36-37).

पौषस्य कृष्णसप्तम्यां नभो विमलतारकम् ।  
स्वात्यां तुषारपातः स्यात् श्रावणे तत्र वर्षणम् ॥

वर्षा का निर्धारण करने वाली स्थितियों पर चर्चा करते हुए, कहा गया है कि अगर माघ (जनवरी-फरवरी) में कोई पाला नहीं पड़ता है, फाल्गुन में कोई तेज हवा (फरवरी-मार्च) नहीं, चैत्र (मार्च-अप्रैल) में कोई बादल नहीं, बैशाख (अप्रैल-मई) में कोई ओला-वृष्टि नहीं, ज्येष्ठ (मई-जून) में चिलचिलाती गर्मी नहीं, तो वर्षा के

मौसम में अपर्याप्त वर्षा होती है (उपरोक्त पांडुलिपि, पृष्ठ 17-18), अर्थात्

Discussing the conditions determining rainfall, it says that if there is no frost in Magha (January-February), no vigorous wind in Phalguna (February - March), no clouds in Chaitra (March-April), no hailstorm in Vaisakha (April-May) and no scorching heat in Jyestha (May-June), there is insufficient rain in the rainy season (Above manuscript, Page 17 -18), viz.

माघे हिमं न पतति वाता वान्ति न च फाल्गुने ।  
न च धूमायितं चैत्रे घनैर्नभस्ततं न तु ॥  
कारका मोच न वैशाखे शुक्रे चण्डातपो न हि ।  
तदातितुच्छा वृष्टिः स्यात् प्रावृष्टकाले न संशयः ॥

यदि सुबह में सूर्य गर्म होता है, दिन के समय उसका प्रकाश पीले वर्ण का होता है और बादल ऊन जैसे और काले रंग के होते हैं, तो इसके परिणाम से अच्छी वर्षा होती है। इसी प्रकार यदि सूर्य सुबह या उठने के समय गर्म होता है दोपहर के समय झुलसाने वाला होता है और बादलों का रंग पिघले हुए सोने जैसा होता है, तो वर्षा उसी दिन होती है (उपरोक्त पांडुलिपि, पृष्ठ 18)।

If Sun is hot in the morning, its light during the day is of yellowish hue and clouds are fleecy and dark-coloured, the conditions result in good rain. Similarly, if the Sun is hot in the morning or at the time of rising and scorching at noon and clouds have a pigment of molten gold, rain occurs during the very day (above manuscript, Page 18).

प्रावृष्टकाले यदा सूर्यो मध्याह्ने दुः सहो भवेत् ।  
तददिने वृष्टिदः प्रोक्तो भृशं स्वर्णसमप्रभः ॥

यदि पानी धुंधला दिखाई दे, बादल पहाड़ के आकार के हों, आकाश का रंग कौए के अंडे जैसा हो, वातावरण शांत हो और जलीय जानवर उच्च स्थान पर संद करते हों और अन्य तल में गायब हो जाएँ और जलचर तेज आवाज करते हों, तो बहुत अच्छी और प्रचुर वर्षा जल्द होती है (पांडुलिपि संख्या 34332, पृष्ठ 18)। इसके अलावा, अगर बादलों की बनावट तीतर के पंखों जैसी दिखती है तो वर्षा होती है।

If water appears to be dull, clouds are of the shape of mountain, the sky is



of the hue of crow's egg, there calm in the atmosphere and aquatic animals like high and others disappear in the bottom and grogs make loud noise, very fine and copious rainfall comes soon (Manuscript No. 34332, Page 18). Further, if the texture of the clouds resembles the wings of a Partridge, rainfall occurs.

यदा जलं च विरस गोनेत्र सन्निभिः ।  
दिशश्च विमलाः सर्वाः काकाण्डाभं यदा नभः ॥  
न यदा वाति तपनः पवनः स्थलं यदा ।  
शब्दं कुर्वन्ति मण्डूकास्तदा स्याद् वृष्टिकत्तमा ॥

इस प्रकार, यह स्पष्ट है कि मयूराचित्रिका ने वर्षा भिन्नता के पूर्वानुमान के लिए प्राकृतिक घटनाओं के अवलोकन और वर्णनात्मक और दोनों के रिश्तों के सह-सम्बन्धों के माध्यम से सिद्धांतों को बनाने का प्रयास किया है। प्रकृति के दायरे के लक्षणात्मक वर्णन प्रायः गणितीय सटीकता वाले कानूनों द्वारा नियंत्रित किये जाते हैं जिसमें चेतन का अंतर्ज्ञान (पक्षियों और जानवरों) और घटनाओं के वैज्ञानिक कारण और प्रभाव संबंध सटीक आधार बनाते हैं, यदि अवलोकन बहुत सावधानी से किया गया हो। उन प्राचीन दिनों में, जब उन्नत मौसम विज्ञान और इसके जटिल संगणना, कम्प्यूटर और अन्य साइबरनेटिक्स और सर्वो-मैकेनिक का ज्ञान नहीं था तब यह विशेष महत्त्व का था और संभवतः एकमात्र उपाय था।

Thus, it is evident that Mayuracitraka has attempted to formulate principles

for forecasting rainfall variation through the observation of natural phenomena and the synchronization and co-relationship of the two. The symptomatic synchronization in the realm of nature is often governed by laws having mathematical accuracy in which intuition of the animate (birds and the animals) and scientific cause and effect relationship of events form the accurate base, provided the observation has been made very carefully. In those ancient days, when advanced meteorology and its complicated computations, computers and other cybernetics and servo-mechanic contrivances were unknown, this was of special significance and most probably the only method.



तीतर के पंख जैसे बादल : वर्षा का एक संकेतक  
Clouds resembling the wings of a Partridge: Indicator of rain.  
(स्रोत / Source : Wikipedia)



## वर्षा का मापन

### Measurement of Precipitation

वर्षा के रूप में वर्षा की मात्रा सामान्यतः वर्षामापक में एकत्रित पानी के संचय से निर्धारित होती है, और कई प्रकार के मापक यंत्र नियमित रूप से इस काम के लिए लगाए जाते हैं। यह स्थापित करने के लिए पुख्ता सबूत हैं कि वर्षा मापने की प्रणाली मगध देश (दक्षिण बिहार) में मौर्य शासकों द्वारा चौथी या तीसरी शताब्दी ई.पू. में प्रारम्भ की गयी और उन्हें पहली वेधशाला की स्थापना का श्रेय जाता है। छठी शताब्दी के अंत तक के शासकों द्वारा इस प्रणाली का प्रभावी ढंग से प्रयोग जारी रखा गया (श्रीनिवासन इत्यादि, 1975)।

The amount of precipitation in the form of rain is usually determined from the accumulation of water collected in a rain gauge; and several types of recording instruments are routinely employed for the purpose. There are strong proofs to establish that the system of measuring rainfall was introduced by the Mauryan rulers in the Magadha country (south Bihar) in the fourth or third century B.C. and they are credited with the establishment of first observatory. The system was continued to be practised effectively by the succeeding rulers until the end of the sixth century A.D. (Srinivasan et al., 1975).

मौर्य काल के दौरान, वर्षा मापक को वर्षामान के रूप में जाना जाता था – कौटिल्य ने इसके निर्माण का वर्णन इन शब्दों में किया है, “भंडार के सामने, एक कटोरा (कुंडा) जिसका मुंह एक अर्तिनी (24 अंगुल = लगभग 18 इंच) चौड़ा वर्षा मापक (वर्षामान) के रूप में स्थापित किया जायेगा (अर्थशास्त्र, किताब II, अध्याय V, पेज 56 शामाशास्त्री)। आधुनिक वर्षा मापक का एक योजना आगे दर्शाये गये चित्र में दिखाया गया है। प्राचीन भारतीय और साइमन के वर्षा मापक के आयामों की तुलना करके, उस अवधि के दौरान ज्ञान के स्तर के बारे में आसानी से अनुमान लगाया जा सकता है।

During the Mauryan period, the rain gauge was known as वर्षामान. Kautilya describes its construction in these words “In front of the store

house, a bowel (Kunda) with its mouth as wide as an aratni (24 angulas = 18” nearly) shall be set up as rain gague (वर्षामान) (Arthasastra, Book II, Chapt.V, P.56 Shamasastri). A schematic of the modern rain gauge is shown in following figure. By comparing the dimensions of the ancient Indian and Symon's rain gauge, one can easily infer about the level of knowledge possessed during that period.

विभिन्न क्षेत्रों में वर्षा का वितरण उस समय अच्छी तरह से ज्ञात था। कौटिल्य के अर्थशास्त्र के एक संदर्भ का उल्लेख यहाँ किया जा सकता है— “जन्गिल्ला देश (मरुस्थल के देश या जंगलों से भरे देश) में होने वाली वर्षा की 16 द्रोण हैं, अनुपनम (नम देश) की तुलना में आधे से अधिक, वे देश जो कृषि के लिए उपयुक्त हैं (देशवापनम), अस्माकस (महाराष्ट्र) के देशों में 13.5 द्रोण, अवंती में (संभवतः मालवा) 23 द्रोण तथा अपरान्तनम (पश्चिमी देश, कोंकण के देश), में विशाल मात्रा में हिमालय की सीमाओं और उन देशों में जहाँ जल—प्रणाली कृषि हेतु उपयोग की जाती है कौटिल्य के वार्षिक औसत मात्रा के संबंध में वर्षा क्षेत्रों के वर्गीकरण की विधि वास्तव में उल्लेखनीय है और वह एकमात्र शासकीय लेखक हैं जिन्होंने संपूर्ण भारतीय उपमहाद्वीप के लिये इस विषय के पहलुओं को संक्षेप में बताया है (श्रीनिवासन, 1975)। इससे, यह स्पष्ट है कि कौटिल्य द्वारा दी गई वर्षा की माप



स्वतः वर्षामापी एवं साधारण वर्षामापी  
Self recording raingauge and Ordinary raingauge



की पद्धति वैसी ही है जैसी आज हमारे पास है, एकमात्र अंतर यह है कि वह इसे कुल भार में व्यक्त करता है (अर्थशास्त्र, किताब II, अध्याय XXIV, पेज 130) जबकि हम आजकल रैखिक माप का उपयोग करते हैं। वर्षा के भौगोलिक विवरणों पर चर्चा करते हुए प्रेक्षित करता है कि “जब वर्षा की अपेक्षित मात्रा का एक तिहाई, वर्षा ऋतु के प्रारंभ और समापन के महीनों के दौरान और दो तिहाई बीच में हो, तब वर्षा का बहुत अधिक समान रूप माना जाता है (सषमारूपम्)।

The distribution of rainfall in various areas was well known at that time. A reference from Kautilya's Arthshatra can be cited here as: “The quantity of rain that falls in the country of *jangiila* (desert countries or countries full of jungles) is 16 *dronas*; half as much more in *anupanam* (moist countries); as the countries which are fit for agriculture (*desavapanam*); 13.5 *dronas* in the countries of *asmakas* (Maharashtra); 23 *dronas* in Avanti (probably Malwa); and an immense quantity in *aparantanam* (western countries, the countries of Konkan); the borders of Himalayas and the countries where water-channels are made use of in agriculture”. Kautilya's method of classification of rainfall areas in relation to the annual average quantity is indeed remarkable and he is the only classical author who treats this aspect in a nutshell covering almost the whole of the Indian subcontinent (Srinivasan, 1975). From this, it is evident that the spirit of the methodology of the measurement of rainfall given by Kautilya is the same as we have today, the only difference is that he expresses it in weight measures (Arth. Chapt. XXIV, Book II, P.130) while we use linear measure nowadays. Discussing the further geographical details of rainfall, he observes “when one-third of the requisite quantity of the rainfalls, both during the commencement and closing months of the rainy season, and two third in the middle, then the rainfall is considered very even (सषमारूपम्).

जैसा कि कृषि आवश्यकताओं के लिए उम्मीद की जा सकती है, वर्षा का पूर्वानुमान लगाने का विज्ञान अस्तित्व में था और अनुभवजन्य रूप से विकसित हो

रहा होगा। आगे इसका उल्लेख करते हुए अर्थशास्त्र पुस्तक में कहा गया है कि इस प्रकार की वर्षा का पूर्वानुमान बृहस्पति की स्थिति, गति और गर्भ (गर्भदान), शुक्र के उदय, अस्त और गति, और सूर्य के प्राकृतिक या अप्राकृतिक पहलुओं की स्थिति को देखते हुए लगाया जा सकता है। शुक्र की चाल से, वर्षा का अनुमान लगाया जा सकता है।

As can be easily expected out of the agricultural necessity, the science of forecasting the rains had also come into existence and must have been developing empirically. It is further mentioned in the book Arthshastra that “A forecast of such rainfall can be made by observing the position, motion and pregnancy (*garbhadhan*) of Jupiter, the rising, setting and motion of Venus, and the natural or unnatural aspects of the Sun. From the movement of Venus, rainfall can be inferred”.

बादलों के वर्गीकरण और वर्षा तथा कृषि के परस्पर संबंध पर चर्चा करते हुए आगे यह कहा गया कि “कुछ बादल सात दिन तक लगातार वर्षा करते हैं, अस्सी वो हैं जो छोटी-छोटी बूंदे डालते हैं और साठ वे हैं जो सूर्य धूप के साथ दिखाई देते हैं”। जब हवा से मुक्त और सूर्य के प्रकाश के साथ अमिश्रित वर्षा होती है इससे तीन जुताई संभव हो, फिर अच्छी फसल काटना निश्चित है।

Discussing the classification of clouds and interrelationship of rainfall and agriculture, it is further added that “there are clouds which continuously rain for seven days; eighty are they that pour minute drops; and sixty are they that appear with the Sun shine”. When rain, free from wind and unmingled with sunshine falls, so as to render three turns of ploughing possible, then reaping of good harvest is certain.

अष्टाध्यायी के लेखक, पाणिनी (700 ई.पू.) ने वर्षा के मौसम को प्रावृष (IV, 3.26, VI 3.14) और वर्षा के रूप में संदर्भित किया है। पूर्व वाला ऋतु का पहला भाग था। इन दो भागों को पूर्व वर्षा और अपर वर्षा (अवयवादऋतः VII 3.11) के रूप में जाना जाता था। उन्होंने वर्ष प्रमाण (III, 4.32) को भी इस प्रकार संदर्भित किया है :

The author of Astadhyayi, Panini (700 B.C.) refers to the rainy season as



प्रावृष (IV, 3.26; VI, 3.14) and वर्षा (IV 3.18). The former was the first part of the season. These two parts were known as पूर्व वर्षा and अपरवर्षा (अवयवाद्ऋतोः VII 3.11). He also refers to वर्षप्रमाण (III, 4.32) as:

वर्ष प्रमाण ऊलोपश्चास्यान्यतरस्याम् ।। Astadhayai, III, 4.32 ।।

वर्षा के मापन के लिए उदाहरणों का सन्दर्भ देते हुए पाणिनि आगे लिखते हैं गोष्पदपरं वृष्टो देवः (गाय के खुर से बने गड्ढे के बराबर वर्षा), सीता परं वृष्टो देवः नहीं (स्वदेशी हल के जोतने से बनी लीक को भरने के बराबर वर्षा)। यह स्पष्ट है कि गोष्पद सबसे कम वर्षा का मापक था।

Citing examples for measurement of rainfall Panini further writes गोष्पदप्रं वृष्टो देवः (rain equivalent to depression created by hoof of cow), सीताप्रं वृष्टो देवः (rain equivalent to fill the furrow created by indigenous plough).



प्राचीन काल में गोष्पद (गाय के खुर से बना गड्ढा) वर्षा मापन का सबसे छोटा मापक था  
In the ancient time "Goshpad" (pit formed from the khur of the cow) was the smallest unit of rainfall measurement

It is evident that the गोष्पद was the measure of the lowest rainfall.

कौटिल्य की तरह, कणाद और वराह मिहिर जैसे अन्य पूर्ववर्ती ग्रन्थ ने भी वर्षा मापक के पिता के उपकरण का वर्णन किया है और हमें बताया कि इससे वर्षा कैसे मापी जाए। अध्याय 23 के श्लोक 2 में, उन्होंने कहा है कि एक क्यूबिट मापने के लिए एक गोलाकार कटोरी का निर्माण (कुण्डकम्) कर वर्षा की मात्रा को बताना चाहिए, यथा

Like Kautilya, Kanad and other precursor authorities such as Varahamihira also describe the device of the father of the raingauge and tell us how to measure rainfall from it. In Verse 2 of chapter 23, he states that constructing a circular bowl (कुण्डकम्) measuring one cubit, one should tell the amount of rainfall, viz.

हस्तविशालं कुण्डकमधिकृत्याम्बुप्रमाणनिर्देशः ।

पञ्चाशत्पलमादकमनेन मिनुयाज्जलं पतितम् ।। Vr.S.23.2 ।।

**भावार्थ :** एक हाथ तुल्य व्यास वाले और एक हाथ गहरे वर्तुलाकार कुण्ड से वृष्टि के जल का मापन करना चाहिए, जल से पूर्ण इस कुण्ड में पचास पल (एक आदक) तुल्य जल होता है। पचास पल का एक आदक और चार आदक का एक द्रोण होता है।

उन्होंने वर्षा की गणना के लिए वह पाला, द्रोण और आदक (4 आदक = 1 द्रोण = 200 पल और 1 आदक = लगभग 7 पाउंड) के वजन के उपायों को अपनाया। माप के लिए, वर्षा के वास्तविक समय की अवधि में कटोरे में प्राप्त पानी को मापा जाना चाहिए। समय के अनुसार वर्षा के वितरण पर चर्चा 6, 7, 8, और 9 श्लोकों में की गई है वृहद संहिता के ये श्लोक विभिन्न चंद्र कलाओं में वर्षा की मात्रा को निर्दिष्ट करते हैं।

For calculating rainfall he adopts weight measures of pala, drona and adhaka (4 आदक = 1 द्रोण = 200 पल, and 1 आदक = 7 lbs. nearly). For measurement, rain water received in the bowl during the actual falling should be measured. The distribution of the rainfall according to time is discussed in the verses 6,7,8 and 9. These verses of Vrhata Samhita specify



the amount of rainfall in various lunar mansions as :

हस्ताप्यसौम्यचित्रापौष्णधनिष्ठासु षोडश द्रोणाः ।  
शतभिषगैन्द्रस्वातिषु चत्वारः कृत्तिकासु दशः ॥ Vr.S.23.6 ॥  
श्रवणे मघानुराधाभरणीभूलेषु दश चतुर्युक्ताः ।  
फल्गुन्यां पञ्चकृत्तिः पुनर्वसो विशंतिद्रोणाः ॥ Vr.S.23.7 ॥  
ऐन्द्राग्न्याख्ये वैश्वे च विशंति सार्षभे दश त्र्यधिकाः ।  
आहिर्बुध्न्यार्यम्णाप्राजापत्येषु पञ्चकृत्तिः । Vr.S.23.8 ॥  
पञ्चदशाजे पुष्ये च कीर्तिता वाजिभे दश द्वौ च ।  
रौद्रेऽटादश कथिता द्रोणा निरूपद्रावेष्वेते ॥ Vr.S.23.9 ॥

**भावार्थ :** हस्त, पूर्वाषाढा, मृगशिरा, चित्रा, रेवती या धनिष्ठा नक्षत्र में यदि प्रवर्षणकाल में वृष्टि हो तो प्रसवकाल में सोलह द्रोण वृष्टि होती है। इसी तरह शतभिषा, ज्येष्ठा और स्वाती में चार द्रोण, कृत्तिका में दस द्रोण, श्रवणा, मघ, अनुराध, भरणी और मूल में चौदह द्रोण, पूर्व फाल्गुनी में पच्चीस द्रोण, पुनर्वसु में बीस द्रोण, विशाखा और उत्तराषाढा में बीस द्रोण, आश्लेषा में तेरह द्रोण, उत्तर भाद्रपदा, उत्तर फाल्गुनी और रोहिणी में पच्चीस द्रोण, पूर्वभाद्रपदा और पुष्य में पन्द्रह द्रोण, अश्विनी में बारह द्रोण, तथा आर्द्रा में यदि प्रवर्षणकाल में वृष्टि हो तो प्रसवकाल में अठारह द्रोण वृष्टि होती है।

अध्याय XXXV में, उनका कहना है कि इंद्रधनुष की घटना वायुमंडल में बादलों के माध्यम से सूर्य की किरणों के वर्णक्रम विश्लेषण का परिणाम है (XXXV.1)।

In chapter XXXV, he says that phenomenon of rainbow is the result of spectro analysis of Sun's rays through clouds in the atmosphere. (XXXV.1)

सूर्यस्य विविधवर्णाः पवनेन विघट्टिताः कराः साभ्रे ।  
वियति धनुः संस्थाना ये दृश्यन्ते तदिन्द्रधनुः ॥ Vr.S.35.1 ॥

पराशर प्राचीन वर्षामापक की युक्ति और वर्षा की मात्रा को मापने की विधि के बारे में जानते थे (वृहत् संहिता, अध्याय 21, गर्भलखसनाध्याय)। अर्थात्,

Parasara knew the contrivance of primitive rain gauge and method of measuring the quantity of rain received (Vrhat Samhita, Chapt. 21,

Garbhakhsnadhyaya). viz.

आढकाज्श्चतुरो द्रोणानयां विघात् प्रमाणतः ।  
धनुः प्रमाणं मेदिन्यां विघाद द्रोणाभिवर्षणम् ॥  
चतुर्विंशद् गुलानाहे द्विचतुष्काड् गुलोच्छिते ।

भाण्डे वर्षाम्बुसंपूर्णे, ज्ञेयमाढकवर्षणम् ॥ Vr.S.between 21.32 and 21.33 ॥

## उपसंहार

### Epilogue

इस अध्याय में प्रस्तुत विभिन्न चर्चाओं से हमें पता चलता है कि मेघ निर्माण, वर्षा और इसके माप से संबंधित ज्ञान प्राचीन भारत में उच्च कोटि का था। वाष्पित जल का संघनन जो धूल कणों आदि की उपस्थिति से सुगम होता है (जो आधुनिक मौसम विज्ञान के अनुसार नाभिक के रूप में कार्य करता है), वर्षा के होने में यज्ञ, जंगलों जलाशयों आदि के प्रभाव और बादलों का वर्गीकरण उनके रंग, वर्षा क्षमता आदि के साथ प्राचीन भारतीय साहित्य जैसे कि वेद, पुराण, वैश्विक सूत्र, अष्टाध्यायी और अर्थशास्त्र आदि में अच्छी तरह से वर्णित किया गया है। प्राकृतिक घटनाओं जैसे कि आकाश के रंग, बादल, बिजली इंद्रधनुष आदि के आधार पर वर्षा का पूर्वानुमान उल्लेखनीय था। वर्षा मापने के लिए यंत्र विकसित किये गए थे और उनके सिद्धांत आधुनिक जलविज्ञान के समान थे सिवाय इसके कि मापन के लिए द्रोण, पल आदि के वजन को आधुनिक रैखिक माप के स्थान पर प्रयोग किया गया था।

From the various discussions presented in this chapter, we note that the knowledge related to cloud formation, precipitation and its measurement was of outstanding order in ancient India. Condensation of evaporated water which is facilitated by the presence of dust particles etc. (which acts as nuclei as per modern meteorology), effect of yajna (यज्ञ), forests, reservoirs etc. on the causation of rainfall and the classification of clouds alongwith their colour, rainfall capacity etc. are thoroughly described in ancient Indian literature like Vedas, Puranas, Vaisesika Sutra, Astadhyayi, Arthasastra and Puranas. The forecasting of rainfall on the



basis of natural phenomena like colour of sky, clouds, lightening, rainbow etc. was noteworthy. The instruments for measuring rainfall were developed and the principles were same as that of modern hydrology except that weight measure of Drona, Pala etc. were used instead of modern linear measurement.

सिंधु सभ्यता वर्षा में मौसमी विविधताओं और सिंधु बाढ़ को रोकने के तरीकों को खोजने में सक्षम थी। मौर्य काल के दौरान, भारत के विभिन्न क्षेत्रों में वर्षा के वितरण का वर्णन करना संभव था और उन्हें विश्व भर में पहली वेधशाला की स्थापना का श्रेय दिया जाता है। आधुनिक मौसम संबंधी तथ्यों जैसे तिब्बती शुष्क क्षेत्रा में वर्षा छाया और ध्रुवीय हवाओं के कारण वर्षा न होने का, पुराणों में पूरी तरह समर्थन किया गया है। जैन और बौद्ध कृतियों ने बादलों की वास्तविक ऊंचाई का अनुमान लगाया। मानसूनी हवाओं का ज्ञान और उनके प्रभाव की प्राचीन भारतीयों द्वारा कल्पना आधुनिक जलविज्ञान के अनुसार हैं। ये तथ्य बताते

हैं कि भारत में प्राचीन काल में मौसम विज्ञान और संबद्ध प्रक्रियाओं का समृद्ध ज्ञान था, जो आधुनिक जलविज्ञान के बराबर है।

The Indus civilization was able to find the seasonal variations in rainfall and methods to check the Indus floods. During the Mauryan period, it was possible to describe the distribution of rainfall in different areas of India and they are credited with the installation of first observatory worldwide. Modern meteorological facts like arid region of Tibetan rain shadow area and no rainfall due to polar winds are fully advocated in Puranas. The Jain and Buddhist works guessed the actual height of clouds. Knowledge of monsoon winds and their effects as conceived by ancient Indians is in accordance to modern hydro-science. These facts show that there was enriched knowledge of water science and associated processes, including meteorology during ancient times in India, which is at par to the modern water science.



# अपरोधन, अंतःस्यंदन और वाष्पोत्सर्जन

## अध्याय CHAPTER 4

### INTERCEPTION, INFILTRATION AND EVAPOTRANSPIRATION

जलविज्ञानीय चक्र में, वर्षा के रूप में गिरने वाला पानी, समावेशित जल, (अंतःस्पंदित जल) सतही अपवाह और भूमिगत जल भंडारण के रूप में फिर से प्रकट होता है। इसे आधुनिक जलविज्ञान साहित्य में वर्षा विभाजन भी कहा जाता है। सतही और भूजल जलाशय लगातार पुनर्भरण (वर्षा) द्वारा पुनः भर रहे हैं और वाष्पीकरण द्वारा रिक्त हो रहे हैं। वर्षा के घटकों के विभाजन से संबंधित विभिन्न अवधारणाओं की प्राचीन भारतीयों द्वारा अच्छी तरह से कल्पना की गई थी। इस अध्याय में इस क्षेत्र में वेदों और अन्य प्राचीन भारतीय साहित्य में उपलब्ध प्राचीन ज्ञान के बारे में संक्षेप में चर्चा की गई है।

In the hydrological cycle, water which falls as rain reappears as infiltrated water, runoff, surface and underground water storage. This is also called as rainfall partitioning in modern hydrologic literature. The surface and ground water reservoirs are constantly getting replenished by recharge (precipitation) and depleted by evapotranspiration. The concepts related to the various components of rainfall partitioning were well conceived by the ancient Indians. This chapter briefly discusses about the ancient knowledge in this field as available in the Vedas and other ancient Indian literature.

#### अपरोधन और अंतःस्यंदन

#### Interception and Infiltration

अपरोधन वर्षा का हिस्सा है जो पृथ्वी की सतह के द्वारा ग्रहण किया जाता है और जो तत्पश्चात् वाष्पित हो जाता है। अपरोधन वर्षा की मात्रा का 15–50% हो सकता है, जो कि पानी के बजट का एक महत्वपूर्ण घटक है। कई प्रकार के अपरोधन हो सकते हैं, जो एक दूसरे के साथ परस्पर क्रिया भी कर सकते हैं (गेरिट्स 2010)। अंतःस्यंदन शब्द का उपयोग उस प्रक्रिया का वर्णन करने के लिए किया जाता है जिसमें पानी को मिट्टी द्वारा सोखा या अवशोषित किया जाता है (हॉर्टन, 1933) और यह जलविज्ञानीय चक्र के महत्वपूर्ण घटकों में से एक है। जलविज्ञानीय चक्र में जल महासागरों और भूमि पर विभिन्न सतही जल पिंडों से वाष्पीकृत होकर वायुमंडल का हिस्सा बन जाता है। वाष्पित नमी ऊपर उठती है और वायुमंडल में तब तक फैलती है जब तक कि यह भूमि पर या सागर में बरस नहीं जाती। वर्षा के पानी का अपरोधन हो सकता है और पौधों द्वारा वाष्पोत्सर्जन में उपयोग किया जा सकता है या यह जमीन पर बह भी सकता है।

Interception is the part of the rainfall that is intercepted by the earth's surface and which subsequently evaporates. Interception can amount to



15-50% of precipitation, which is a significant part of the water budget. One can distinguish many types of interception, which can also interplay with each other (Geritts, 2010). The term infiltration is used to describe the process involved where water soaks into or is absorbed by the soil (Horton, 1933) and it is one of the important components of the hydrologic cycle. In the hydrologic cycle, water from the oceans and various surface bodies on the land evaporates and becomes part of the atmosphere. The evaporated moisture is lifted and dispersed in the atmosphere until it precipitates on the land or in the ocean. The precipitated water may be intercepted and used in transpiration of the plants or may run over the ground.

अपरोधन के कुछ संदर्भ प्राचीन भारतीय साहित्य में अन्य विषयों यथा वर्षा, मेघ निर्माण और पर्यावरण शुद्धिकरण पर वनों और वनस्पतियों के प्रभाव की व्याख्या के साथ अन्तमिश्रित पाए जाते हैं। तैत्तरीय (तैत्तरीय) संहिता में वर्षा के होने पर वनों के प्रभाव का उल्लेख किया गया है (टी.एस. II, 4.9.3)

Some references to interception are found intermixed with other topics in ancient Indian literature, such as explaining the effect of forests and vegetation on rainfall, cloud formation and environmental purification. Taithiriya Samhita mentions the effect of forests on causation of rainfall (TS.II,4.9.3)

सौभययैवाहुत्या दिवो वृष्टिमव रुन्धे मघुषा सं यौत्यपां  
वा एष ओषधीनां रसो यन्मध्वभदय एवौषधीभयो वर्षत्यथो  
अद्भय एवौषधीभयो वृष्टिं नि नयति ॥ TS,II,4.9.3 ॥

महाभारत के श्लोक 184.15–17 में कहा गया है कि पौधे अपने जड़ों से पानी पीते हैं। पौधों द्वारा पानी के उठने की प्रक्रिया को एक पाइप के माध्यम से पानी के चढ़ने के उदाहरण द्वारा समझा जा सकता है। यह कहा जाता है कि हवा के संयुग्मन से जल उठने की प्रक्रिया सुगम हो जाती है। इसके द्वारा स्पष्ट रूप से मिट्टी में केशिका प्रक्रिया के द्वारा पानी के ऊपर उठने और नीचे गिरने के ज्ञान का पता चलता है :

The verses 184.15-17 of Mahabharata state that the plants take water through their roots. The mechanism of water uptake by plants is explained by the example of water rise through a pipe. It is said that the water uptake process is facilitated by the conjunction of air. This clearly reveals the knowledge of capillary action of soil in movement of water up and down as:

पादैः सलिलपानाच्च व्याधीनां वापि दर्शनात् ।  
व्याधिप्रतिक्रियत्वाच्च विघते रसनं दुमे ॥ MB.XII,184.15 ॥  
वक्त्रेणोत्पलनालेन यथोर्ध्वं जलमाददेत ।  
तथा पवनसंयुक्तः पादैः पिवति पादपः । MB.XII,184.16 ॥

जहाँ तक अंतःस्पंदन की बात है, विद्वान, वराह मिहिर ने स्पष्ट रूप से वृहत संहिता के उद्घाटन श्लोक में इसका उल्लेख किया है। प्रथम श्लोक में बताया गया है कि कुछ स्थानों पर जल स्तर उच्च है और अन्य स्थानों पर यह निम्न है:—

As far as infiltration is concerned, the scholar, Varahamihira clearly reveals it in the opening shloka of the Vrhat Samhita. Verse I tells us that at some places water table is higher and at others it is lower as:

पुंसां यथादेन शिरास्तथैव क्षितावपि प्रोन्नतनिम्नसंस्थाः (Vr.S,54.1)

इसका तात्पर्य है कि पृथ्वी के नीचे पानी की प्रवृत्ति मानव शरीर में नसों की तरह है, कुछ उच्च और कुछ न्यून।

It implies that the water veins beneath the earth are like veins in the human body, some higher and some lower.

एकेन वर्णेन रसेन चाम्भश्च्युतं नभस्तो वसुधाविशेषात् ।  
ननारसत्वं बहुवर्णतां च गतं परीक्ष्यं क्षितितुल्यमेव ॥ Vr.S.,54.2 ॥

वृहत संहिता का श्लोक 54.2 यह बताता है कि आकाश से गिरता पानी पृथ्वी की विभिन्न प्रकृति से कई रंग और अलग-अलग स्वाद को ग्रहण करता है। इस प्रकार, तात्पर्य यह है कि वर्षा जल का अंतःस्पंदन भूजल का स्रोत है। भूजल वर्षा



जल का एक जटिल फलन है। वर्षा जल का मूल रूप से एक जैसा ही रंग होता है लेकिन पृथ्वी की सतह पर नीचे आने के बाद और अन्तःस्रवण के बाद विभिन्न रंगों और स्वादों को ग्रहण करता है।

Vrhat Samhita verse 54.2 says that the water falling from sky assumes various colours and tastes from differences in the nature of earth. Thus, it implies that the infiltration of rainwater is the source of groundwater. The ground water is a complex function of rainwater. Rainwater originally has the same colour etc., but assumes different colours and tastes, after coming down to the surface of the earth and after percolation.

1200 ईस्वी के युग में बापुदेश शास्त्री द्वारा लिखित तीन श्लोकों (भास्कराचार्य द्वारा लिखित सिद्धांत शिरोमणि में, भाग-2 गोलाध्याय, त्रिपाठी, 1969) में कोहरे या धुंध की घटना के लिए वैज्ञानिक विवरण प्रदान किए गए हैं। कोहरे हेतु “रजः सहित” शब्द का प्रयोग किया गया है। श्लोक में शुद्ध रूप में कहा गया है कि वर्षा के अंत में विघटित बादल (नमी) पृथ्वी की सतह और पर्वत, पेड़ वनस्पति आच्छादन या उद्यान के पास लटके रहते हैं और हवा और गर्मी की गतिविधि के माध्यम से इन सतहों से अदृश्य हो जाते हैं। इससे स्पष्ट रूप से जमीनी सामग्री, वनस्पति आदि द्वारा अपरोधन और हवा की गर्मी की गतिविधि द्वारा समय के साथ इसके अदृश्य होने के तथ्य का पता चलता है।



वर्षा उपरान्त पेड़ों के आस-पास आच्छादित कोहरा  
Mist around trees after rain  
(स्रोत / Source : Unsplash.com)

Three verses quoted by Bapudeva Sastri (in Sindhanta Siromani by Bhaskaracharya, Part II, Goladhayaya, Tripathi, 1969) belonging to an era prior to 1200 A.D., provide scientific details of the phenomena of fog or mist (for which the term  $j\% lagr$  has been used). The verses purport to say that at the end of rainy season dissipated clouds (moisture) hang near the surface of the earth and eclipse mountains, trees, vegetation cover or gardens and disappear through the activity of air and heat from these surfaces. This clearly reveals the fact of interception by earthy materials, vegetation etc. and its disappearance with time by the activity of air and heat.

## वाष्पोत्सर्जन

### Evapotranspiration

वाष्पीकरण और वाष्पन-उत्सर्जन और अन्य जलविज्ञानीय प्रक्रियाओं के साथ इन घटनाओं



का अंतर्संबंध वैदिक और अन्य प्राचीन भारतीयों द्वारा अच्छी तरह से समझा गया था जैसा कि प्राचीन साहित्य से सिद्ध होता है। ऋग्वेद (I, 6.10) में यह उल्लेख है कि सूर्य की किरण पृथ्वी और अन्य पदार्थों में निहित जल को छोटे-छोटे कणों में तोड़ती है, फिर ये छोटे-छोटे कण हवा में चढ़ते हैं और बादल का निर्माण करते हैं, यथा :

The phenomena of evaporation and evapotranspiration and its interrelation with other hydrological processes were well understood by ancient Indians as evidenced by Vedic and other ancient literature. In Rig Veda (I,6.10) it is mentioned that the sun ray breaks the water contained in the earth and other materials into minute particles, then these minute particles ascend by air and form clouds as:

इतो वा सातिमीमर्हे दिवो वा पार्थिवादधि ।

इन्द्रं महो वा रजसः ॥ R.V.I,6.10 ॥

नव्यं तदुक्थ्यं हितं देवासः सुप्रवाचनम् ।

ऋतमर्षन्ति सिन्धवः सत्यं तातान सूर्यो वित्तं मे अस्य रोदसी ॥ R.V.I,105.12 ॥

ऋग्वेद के श्लोक I, 105.12 में कहा गया है कि समुद्र आदि से जल सूर्य की किरणों की गर्मी के कारण वाष्पित हो जाता है, जो वर्षा के बनने का प्राथमिक कारण है। ऋग्वेद के श्लोक IV, 58.1 में भी यही तथ्य सामने आया है :

The verse I,105.12 of Rig Veda says that the water from the sea etc., evaporates due to the heat of Sun rays, which is the primary cause of rain formation. The same fact is revealed in the verse IV,58.1 of Rig Veda as:

समुद्रादूर्मिर्मधुमाँ उदारदुपांशुना सममृतत्वमानट् ।

घृतस्य नाम गुह्यं यदस्ति जिह्वा देवनाममृतस्य नाभिः ॥ R.V.IV,58.1 ॥

ऋग्वेद के श्लोक आठवें, 72.4 में कहा गया है कि वायुमंडलीय हवा सूर्य के कारण गर्म हो जाती है, फिर यह गर्मी पृथ्वी तक पहुंचती है और आर्द्रता को वाष्प में परिवर्तित करती है और इसे बादलों के रूप में एकत्र करती है, जो वर्षा और खाद्य उत्पादन का कारण है यथा:—

The verse VIII,72.4 of the Rig Veda says that the atmospheric air gets heated due to Sun, then this heat reaches the Earth and converts the humidity into vapour and collects it as clouds, which is the cause of the rain and food production as:

जाम्यतीतपे धनुर्वयोधा अरुहद्वनम् ।

धर्दे जिह्वयाषधीत् ॥ R.V.VIII,72.4 ॥

**भावार्थ :** सूर्य के ताप से अन्तरिक्षस्थ वायु उत्तम होता है और वह ताप सुदूर भूमि तक पहुंचकर जहां-तहां की आर्द्रता को वाष्प में परिणत कर मेघ के रूप में एकत्र करता है और फिर वही एकत्रित बादल छिन्न-भिन्न होकर वर्षा में परिणत होकर अन्न के उत्पादन का कारण बनता है, इसी कारण अन्तरिक्षस्थ अग्नि 'वयोध' है।

ऋग्वेद की तरह, यजुर्वेद में वाष्पीकरण के साथ-साथ उत्सर्जन के बारे में कुछ ज्ञान भी सम्मिलित है, यथा :

Like Rig Veda, the Yajur Veda also contains some knowledge about evaporation along with transpiration as:

देवो वनस्पतिर्देवमिन्द्रं वयोधसं देवो देवमवर्धयत ।

सेन्द्रियं भगमिन्द्रे वयो दधद्वसुवने वसुधेर्यस्य वेतु यजं ॥ Y.V.,28.43 ॥

देवो देवैर्वनस्पतिर्हिरण्यपर्णा मधुशाखः सुपिप्पलां देवमिन्द्रमवर्धयत् ।

दिवमग्रेणास्पृक्षदान्तरिक्षं पृथ्वीमट्ट हीद्वसुवने वसुधेयस्य वेतु यज ॥ Y.V.,28.20 ॥

यह कहता है कि वनस्पति पृथ्वी से पानी को आकर्षित करती है एवं गर्मी, हवा इत्यादि द्वारा वायुमंडल में वाष्पित करती है जिससे बादलों का निर्माण होता है। इसी तरह, अथर्ववेद (IV, 25.2 और IV, 27.14) में कहा गया है कि सार्वभौमिक सूर्य और हवा के कारण, पानी आकाश में जाता है और वर्षा के रूप में वापस आता है। वाष्पोत्सर्जन सूर्य की किरणों और हवा के कारण होता है, यथा :

It says that the vegetation attracts water from Earth and evaporates it to the atmosphere due to heat, wind etc. to form clouds. Similarly, Atharva Veda (IV,25.2 and IV,27.14) says that due to universal Sun and air, the water goes to the sky and comes back as rain. The evapotranspiration is



caused due to Sun rays and wind as:

ययोः संख्याता वरिमा पार्थिवानि याभ्यां रजो युपितमन्तरिक्षे ।  
ययोः प्रायं नान्वानशे कश्चन तौ नो मुञ्चतमंहसः ॥ A.V.IV.25.2 ॥  
अपः समुद्राद् दिवमुद्वहन्ति दिवस्पृथिवीमभि ये सृजन्ति ।  
ये अद्विरीशाना मरुतश्चरन्ति ते नो मुञ्चन्वंहसः ॥ A.V.IV,27.4 ॥

ऋग्वेद के श्लोक 173.6 में कहा गया है कि वायु मंडल ने पृथ्वी को चारों तरफ से घेर रखा है ।

The verse I,173.6 of the Rig Veda states that the atmosphere encompasses the Earth.

प्र यदित्था महिना नृभ्यो अस्त्यरं रोदसी कक्ष्ये नास्मै ।  
सं विव्य इन्द्रो वृजनं न भूमा भर्त्ति स्वधावाँ ओपशमिव द्याम् ॥ R.V.I,173.6 ॥



वनों में वाष्पीकरण द्वारा स्थानीय बादलों का निर्माण  
Formation of local clouds in the forest by evaporation  
(स्रोत / Source : Earth.org)

सौर घटनाएं आकाश या स्वर्ग से जुड़ी हैं, जबकि बिजली, वर्षा और हवा को वायुमंडल में होने वाली घटनाओं के रूप में संदर्भित किया जाता है (आर.वी., IV, 53.5, III, 56, I., 108.9–10) लेकिन इन पदों से यह संदिग्ध लगता है कि ऋग्वेद को वायु-मंडल की वास्तविक सीमा या ऊर्ध्वाधर ऊंचाई का पता या अनुमान था ।

The solar phenomena are associated with the vault of the sky or heaven, while lightning. Rain and wind are referred to as occurring in the atmosphere (R.V.,IV,53.5, III.,56, I.,108.9-10) but it is doubtful whether the Rig Veda knew or guessed exactly the limit or the vertical height of the atmosphere, from these verses:

यदिन्द्राग्नी परमस्यां पृथिव्यां मध्यमस्यामवमस्यामुत स्थः ।  
अतः परि वृषणावा हि यातमथा सोमस्य पिवतं सुतस्य ॥ R.V.I,108.9-10 ॥  
षड् भारौ एको अचरन्बिभर्त्युतं वर्षिष्ठमुप गाव आगुः ।  
तिस्रो महीरूपरास्तस्थुरत्या गुहा द्वे निहिते दश्येका ॥ R.V.III, 56.2 ॥  
त्री षधस्था सिन्धवस्त्रिः कवीनामुत त्रिमाता विदथेषु सम्राट ।  
ऋतावरीर्योषणास्त्रिः अप्यास्त्रिरा दिवो विदथे पत्यमानाः ॥ R.V.,III,56.5 ॥  
त्रिरन्तरिक्षं सविता महित्वना त्री रजांसि परिभूस्त्रीणि रोचना ।  
तिस्रो दिवः पृथिवीस्तिस्र इन्वति त्रिभिर्व्रतैरभि नो रक्षति त्मना ॥ R.V.,IV,53.5 ॥

हमने पढ़ा है "सवित्रा (सूर्य) परिमाण में आकाश के तीन खंडों, तीन दुनिया, तीन शानदार मण्डल, तीन आकाश, तीन गुना पृथ्वी को घेरे है । इस संबंध में एक बहुत ही महत्वपूर्ण प्रश्न मन में आता है कि क्या आकाश के तीन विभाजन क्षोभ मंडल, समताप मंडल और आयन मंडल हैं । पुनः पृथ्वी के अति शीतल, समशीतोष्ण और उष्ण में तीन विभाजन फिर से हमें यह सोचने योग्य बनाते हैं कि क्या आर्य अति शीतल और सम शीतोष्ण क्षेत्रों के बारे में जानते थे और यह संभव है कि उनकी समुद्री यात्रा और आवास के लिए अग्रिम अभियान के दौरान उन्हें अतिशीतल क्षेत्र का पता चला हो ।

We read "Savitr (the Sun) encompassing them by magnitude pervades the three divisions of the firmament, the three world, the three brilliant spheres, the three heavens, the three-fold Earth. In this connection a very significant question comes in to mind whether the three divisions of



firmament denote troposphere, stratosphere, and ionosphere? Again in the triple divisions of the earth are we entitled to identify frigid, temperate and torrid zones, for different schools regarding Aryan home do recognize the Rig Vedic Aryans' knowledge about frigid and temperate zones and, it is just possible that in course of their ocean voyages and advances for habitat, they might have known torrid zone also.

वैदिक लोग अच्छी तरह से जानते थे कि पौधों (या वनों) का पानी के क्षय और वर्षा के कारण पर कुछ प्रभाव हैं (टी.एस., I, II, 4.9.3)।

The Vedic people were well aware that plants (or forests) had some influence on the loss of water and causation of rainfall (T.S., II, 4.9.3).

सौभययैवाहुत्या दिवो वृष्टमव रुन्धे मघुषा सं यौत्यापां वा एष ओषधीनां  
रसो यन्मध्वेभदय एवौषधीभयो वर्षत्यथो उद्भय एवौषधीभयो वृष्टिं नि नयति ॥  
T.S., II, 4.9.3 ॥

सूर्यताप की अवधारणा और भूमिका को तैत्तिरीया संहिता में भी संदर्भित किया गया है। अग्नि (सूर्यताप) वर्षा का कारण बनता है (तैत्तिरीय संहिता, II, 4.10.2), यथा:—

The concept and role of insolation is also referred to in the Taithiriya Samhita. Agni (Insolation) causes the rain to arise (T.S., II, 4.10.2) as:

अहोरात्राभयां पर्जन्यं वर्षयतो ग्नेये धामच्छदे पुरोडाशमष्टाकपालं निर्वयेन्मारुतं  
सप्तकपालसौर्यमेककपालमग्निर्वा इतो वृष्ट मुदीरयति मरुतः सृष्टां नयन्ति यदा खलु  
वा असावादित्यो न्यड. रष्मिभिः प्यावर्ततेथ वर्षति धामच्छदिवि खलु वै भूत्वा  
वर्षत्येता वै देवता वृष्टया ईशते ता एवं स्वेन भागधेयेनोप धावति ता  
॥ T.S., II, 4.10.2 ॥

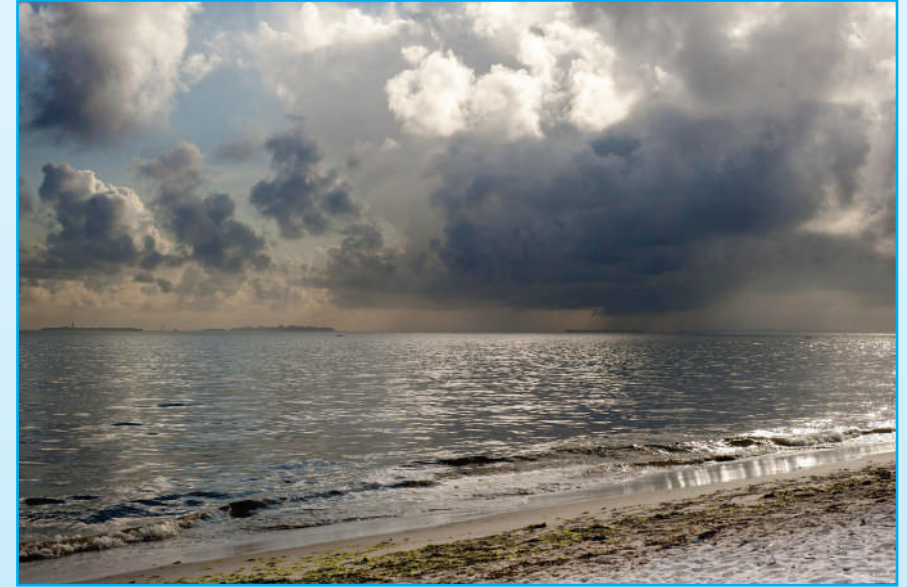
महाकाव्य रामायण, पृथ्वी से चंद्रमा की दूरी तक के वातावरण, इसकी स्थितियों और ब्रह्मांडीय क्षेत्रों के बारे में बहुत सारी जानकारी प्रस्तुत करता है। संपूर्ण वायुमंडलीय ब्रह्मांडीय फैलाव को नौ क्षेत्रों में विभाजित किया गया था, जहाँ अंतिम क्षेत्र सबसे लंबा है। रामायण (I, 47.4) पौराणिक रूप में वायुमंडलीय क्षेत्रों की उत्पत्ति का वर्णन करती है।

The epic Ramayana also furnishes a lot of information regarding the atmosphere, its conditions and cosmic regions, upto the distance of the Moon from the Earth. Entire atmospheric cosmic stretch was divided into nine regions, where last one is the longest. Ramayana (I.47.4) describes mythically the origin of the atmospheric regions.

वातस्कन्धा इमे सप्त चरन्तु दिवि पुचक।  
मारुता इति विख्याता दिव्यरुपा मामात्मजाः ॥ Ramayana.I,47.4 ॥

गहन सूर्यताप और उच्च तापमान उपस्थित बादलों के विनाश या खंडन या विसर्जन के साधन के रूप में काम करता है इस प्रकार रामायण के श्लोक VI. 43. 29 में कहा गया है :

Intensive insolation and high temperature work as an agency of destruction or dispersion of the existing clouds is spoken of in VI. 43.29 of



सूर्य ताप द्वारा सघन बादलों का निर्माण  
Formation of dense clouds by sun heat  
(स्रोत / Source : Pixabay.com)



Ramayana as:

निर्विभेद शरैस्तीक्ष्णैः करैर्मघमिवांशुमान् ।। Ramayana.VI,43-29 ।।

रामायण में, हम श्लोक (II. 105.20) में सूर्य की किरणों द्वारा वाष्पीकरण के बारे में, और समुद्र के सौर तापन के कारण बादलों के बनने के बारे में (VII, 32.68) पढ़ते हैं, यथा :

In the Ramayana, we read about evaporation by the Sun's rays in verse (II.105.20), and about the formation of clouds due to solar heating of the ocean (VII,32.68) as:

आयूर्षि क्षपयन्त्याशु ग्रीष्मे जलिमवांशवः ।। Ramayana,II,105.20 ।।  
उद्भूत आतपापाये प्योदानामिवाम्बुधौ ।। Ramayana,VII,32.68 ।।

रामायण के श्लोक VII, 25.30 में भी समुद्र के पानी के सूर्य ताप से गर्म होने को संदर्भित किया गया है ।

The insolational heating of the ocean water is also referred to in the Verse VII. 25.30 of Ramayana.

दौदात्म्येनात्मनोद्वतस्ताप्ताम्भा इव सागरः ।

ततो ब्रवीद दशग्रीवः कुद्रः संरक्तलोचनः ।। Ramayana.VII, 25.30 ।।

महाकाव्य महाभारत के बारहवें स्कंद में, वातावरण को सात क्षेत्रों (स्कंद, गोलार्द्ध) में विभाजित किया गया है, और उन पर विस्तारपूर्वक चर्चा की गयी है। आवह, नाम की हवा (महाभारत XII, 328.37), जोर से आवाज के साथ बहती है। एक ओर हवा जो चार सागर से पानी पीती है और इसे चूसकर यह आकाश में बादलों को और बाद में वर्षा के देवता वर्षा को वर्षा करने के लिए देती है उसे उद्वह कहा जाता है (महाभारत XII, 328.38–39), यथा :

In the twelfth skanda of epic Mahabharata, the atmosphere is divided into seven regions (Skanda, Spheres) and they are discussed in considerable detail. The wind named as आवह (M.B.XII,328.37), blows with a loud noise.

Another wind which drinks up water from the four ocean and having sucked it up gives it to the clouds in the sky and subsequently to rain god is called उद्वह (MB.XII,328.38-39) as:

अम्बरे स्नेहमभयेत्य विधुदा भयश्च महाधुतिः ।  
आवहो नाम संवाति द्वितीयः श्वसनो नदन ।। MB.XII,328.37 ।।  
उदयं ज्योतिषां शश्वत सोमादीनां करोति यः ।  
अन्तर्दहेषु चोदानां यं वदन्ति मनीषिणः ।। MB.XII,328.38 ।।  
यश्चतुर्म्य समुद्रेभयो वायुर्धारयते जलम् ।  
उद्वत्याददते चापो जीभूतेभयोम्बरे निलः ।। MB.XII,328.39 ।।

हवा के अलावा, सूर्य को वाष्पोत्सर्जन के मुख्य कारण के रूप में माना गया है। वन पर्व हमें बताता है कि सूर्य सभी पौधों और जल निकायों से नमी को वाष्पित करता है। जो वर्षा का कारण बनती है (महाभारत III, 3.49)। महाकाव्य हमें विभिन्न प्रकार के बादलों और वायुमंडलीय परतों की सूचना भी देता है।

Apart from the wind, the sun was realized as the main cause of evapotranspiration. The Vana Parva tells us that the Sun evaporates moisture from all plants and water bodies and causes rainfall (MB.III.3.49). The epic informs us of various types of clouds and atmospheric layers as well.

त्वमादायांशुमिस्तेजो निदार्घो सर्वदेहिनाम ।  
सवौषाधिरसानां च पुनर्वर्षासु मुज्वसि ।। MB.III.3.49 ।।  
संदहत्यैकार्णवं सर्व त्वं शोषयसि रश्मिभिः ।। MB.III.3.59 ।।

महर्षि कणाद ने वैशे, सूत्र., 5.2.5 में पानी के वाष्पीकरण का कारण इस प्रकार बताया है, "सूर्य की किरणें हवा के साथ संयोजन के माध्यम से पानी के ऊपर उठने का कारण बनती हैं" :

Kanada in his Vaisesika Sutra (Vais.Sutra.,5.2.5) explains the cause of evaporation of water thus, "the Sun's rays cause the ascent of water, through conjunction with air":





खेत पर वाष्पीकरण  
Evaporation on a Farm  
(स्रोत / Source : Nationalgeographic.org)

नाइयो वायु संयोगादारोहणम् ॥ Vais.Sutr.5.2.5 ॥

महर्षि कणाद को वायुमंडल में संवहन धाराओं का भी ज्ञान था जिसे वे बहुत ही वैज्ञानिक शब्दों में संदर्भित करते हैं :-

Kanada was also acquainted with convection currents in the atmosphere which he refers to in very scientific terms as:

नोदनापीडनात्संयुक्त संयोगाच्च ॥ Vais.Sutr.5.2.6 ॥

लेखक और टिप्पणीकार शंकर मिश्र (1600 ईस्वी) ने इसे विस्तारपूर्वक समझाया है और इसे नीचे से गर्म पानी की कतली के उदाहरण के साथ चित्रित किया है (त्रिपाठी, 1969)। यह निर्णायक रूप से सिद्ध करता है कि महान दार्शनिक कणाद को पता था कि सूर्य की किरणें वायुमंडल में उपस्थित विकिरण और संवहन

धाराओं के माध्यम से पृथ्वी को गर्म करती हैं।

Author and commentator Sankara Misra (1600 AD) has beautifully explained this and illustrated it with the example of a kettle of water heated from below (Tripathi, 1969). It conclusively proves that the great philosopher Kanada knew that the Earth is heated by sun's rays through radiation and convection currents in the atmosphere.

विभिन्न पुराण हमें बताते हैं कि वायुमंडल में सात क्षेत्रीय परतें हैं (वात स्कन्ध) या सात प्रकार की हवाएँ हैं (वायु पुराण 49.163) हैं। नारद पुराण सात वायु मार्गों की बात करता है (60.13) अर्थात् स्पतैतेवायुमार्गाः कूर्मा अध्याय. 41.6-7 में भी थोड़े बदलाव के साथ यही बात कही गयी है, जैसा यहाँ वर्णित है:-

Various Puranas inform us that there are seven regions or layers (वातस्कन्ध) in the atmosphere or there are seven types of winds (Vayu. 49.163). Narada Purana speaks of seven air channels (60.13) viz. सप्तैतेवायुमार्गाः, Kurma Chapt. 41.6-7 also reveals same thing with little variations as described here:

रसातलतलात्सप्त सप्तैवाध्वतलाः क्षितौ ।

सप्त स्कन्धास्तथा वायोः सब्रह्मसदना द्विजाः ॥ Vayu.49.163 ॥

आवहः प्रवहश्चैत ततैवानुवहः पुनः ।

सम्बहो विवहश्चैव तदूर्ध्व स्यात्परावहः ॥ Kurma.41.6 ॥

तथा परिवहश्चैव वायोर्वे सप्त नेमयः ॥ Kurma. 41.7 ॥

वाष्पीकरण, बादल बनने और उनके वायु या वायुमंडल (वात स्कन्ध) के क्षेत्रों के साथ संबंध को (वात स्कन्ध) कई पुराणों (ब्रह्माण्ड खंड ॥, अध्याय 9, वायु अध्याय 51, लिंग, 1, 41, मत्स्य, 1, 54) में काफी संतोषजनक रूप से वर्णित किया गया है और इन विषयों पर उन्होंने एक पूर्ण पृथक अध्याय समर्पित किया है, जो सकारात्मक रूप से यह बताता है कि मौसमविज्ञान की इस शाखा के महत्व को अनुभव किया गया था। कुछ पदों को यहाँ उद्धृत किया गया है।

The phenomena of evaporation, cloud formation and their relationship with winds or regions of atmosphere (वातस्कन्ध) are quite satisfactorily



described in several Puranas (Brahamand Vol.II, Chapt.9., Vayu. Chapt. 51, Linga, I,41, Matsya,I,54) and a full-fledged separate chapter has been devoted to them in these topics, which positively evinces that due importance of this branch of meteorology was realized. Some of the verses are quoted here as:

नावृष्ट्या परिविश्येत वारिणा दीप्यते रविः ।  
तस्मादपः पिबन्धो वै दीप्यते रविरंबरे ॥ Brahmanda II,9.138 ॥  
तस्य ते रश्मयः सप्त पिबन्धुभो महार्णवात् ।  
तेनाहारेण संदीप्ताः सूर्याः सप्त भवंत्युत ॥ Brahmanda II,9.139 ॥  
वर्षाघर्मो हिमं रात्रिः संध्या चैव दिनं तथा ।  
शुभाशुभं प्रजानां च ध्रुवात्सर्वं प्रवर्तते ॥ Vayu. 51.11 ॥  
ध्रुवेणाधिकृतांश्चैव सूर्योपावृत्य तिष्ठतिः ।  
तदेषदीप्त किरणः स कालीग्निर्दिवाकरः ॥ Vayu. 51.12 ॥  
सूर्यः किरणजालेन वायुमुक्तेन सर्वशः ।  
जगतो जलमादत्ते कृत्स्नस्य द्विज सत्तमाः ॥ Vayu. 51.13 ॥

वायु पुराण की उपर्युक्त पंक्तियों में बताया गया है कि सूर्य की किरणों हवा के साथ पृथ्वी से पानी निकालती हैं। लिंग पुराण (I, 41.11, 21 और 30), विशेष रूप से पानी के वाष्पीकरण में सूर्य की किरणों की भूमिका को पहचानता है, जो बादलों और बाद में वर्षा में परिवर्तित हो जाता है।

Above lines of Vayu Purana explain that the sunrays alongwith the air, extract water from earth. The Linga Purana (I,41.11,21 and 30), specifically recognizes the roll of sun rays in evaporation of water, which gets converted to clouds and subsequent rainfall.

प्रख्यात जैन ग्रंथ 'सूर्य प्रजनापति' में सूर्यताप, विकिरण और सूर्य के प्रकाश के परावर्तन और ऊर्जा और पृथ्वी और विभिन्न सतहों के ताप पर ध्यान केन्द्रित किया है। "धवलता अलवाड़ी" की अवधारणा में इनका योगदान अद्भुत प्रतीत होता है, जब हम इस तथ्य को ध्यान में रखते हैं कि यह काम कम से कम लगभग आधा सहस्राब्दी ई.पू. में किया गया था। धवलता अलवाड़ी की अवधारणा आधुनिक जल-मौसम विज्ञान का एक महत्वपूर्ण पहलू है। वाष्पोत्सर्जन की

प्रक्रिया एल्बिडो से प्रभावित होती है।

The celebrated Jain treatise 'Surya Prajnapti' has dwelt upon at length on insolation, radiation and reflection of the sun's light and energy and heating of the earth and various surfaces. Its conception of a contribution to "albedo" appears to be something wonderful, when we take into account the fact that the work was composed at least nearly half a millennium B.C. The concept of albedo is an important aspect of modern hydro-meteorology. The evapotranspiration process is greatly affected by the albedo.

वैद्युतोब्ज्जतु विज्ञेयस्तेशां यक्ष्ये तु लक्षणम् ।  
वैद्यतो जाठरः सौरावारिगर्भास्त्रयोऽनियः ॥ Linga. I,41.11 ॥  
यश्चासौ तपते सूर्यः पिवन्नभो गभस्तिभिः ।  
पार्थिवाग्निविमिश्रोऽसौ दिव्यः शुचिरिति स्मृत ॥ Linga. I,41.21 ॥  
वसंते चैव ग्रीष्मे च शतैः स तपते त्रिभिः ।  
वर्षास्वथो शरदि च चतुर्भिस्त्रं प्रवर्षति ॥ Linga I,41.30 ॥  
ध्रुवेणाधिष्टिताश्चापः सूर्यो वै गृह्य तिष्ठति ।  
सर्वभूतशरीरेषु त्वापो ह्यानुश्चिताश्चियाः ॥ Matsya I,54.29 ॥  
तेन चास्त्राणि जायन्ते स्थानमभ्रमयं स्मृतम् ।  
तेजोभिः सर्वलोकेभ्य आदत्ते रश्मिभिर्जलम् ॥ Matsya I,54.31 ॥  
समुद्राद्वायुसंयोगात् वहन्त्यापो गभस्तयः ।  
ततस्त्वृत्वुवशात्कालेपरिवर्तन् दिवाकरः ॥ Matsya I,54.32 ॥

प्रभर्ता 4, सूत्र 25 या सूर्य की गर्मी (ताप क्षेत्र) प्रभर्ता 5, सूत्र 26) (लेखा प्रतिहति के रूप में नामित, सूर्य के प्रकाश का परावर्तन) सूर्य के प्रकाश के फैलने, विकिरण, सूर्यताप, परावर्तन और अल्बेडो के प्रकीर्णन की घटनाओं का सटीक वैज्ञानिक विवरण दिया गया है। सबसे पहले, इनमें अन्य संप्रदायों के अनुयायियों (परतीरथि का नाम) द्वारा रखे गए सूर्य के प्रकाश के परावर्तन पर बीस सिद्धांतों का उल्लेख है— फिर, यह एक अन्य महत्वपूर्ण तथ्य को संदर्भित करता है कि अनदेखी (अदृश्य) वस्तुओं में भी परावर्तन क्षमता होती है।

In Prabhrta 4, Sutra 25, detailed discussions are there dealing with



insolation or heat of the Sun (तापक्षेत्र), Prabhrta 5, Sutra 26 (designated as लेखा प्रतिहति, reflection of sun's light), presents a detailed discussion on the phenomena of scattering of sun's light, radiation, insolation, reflection and albedo and gives accurate scientific details. First, it mentions twenty theories on reflection of the sun's light held by the adherents of other sects (परतीर्थिकानाम). Then, it refers to another important fact that unseen (invisible) objects also possess reflective capacity.

प्रभर्ता 9 की सूक्ति 30 में संवहन की प्रकृति और पृथ्वी की सतह, जल निकायों और इसकी वस्तुओं और वातावरण और उनके महाद्वीपों के संदर्भों में सूर्य की किरण के माध्यम से तपने की चर्चा की गयी है सूर्य प्रजनाति के लेखक का भी कहना है कि सूर्य की तिरछी किरण, ऊर्ध्वाधर किरण की तुलना में कम गर्मी देती हैं इसकी सूर्य उदय, दोपहर और शाम और विभिन्न स्थानों (या आक्षांश) के संदर्भों में चर्चा की जाती है। इससे पता चलता है कि जैन काल के दौरान, भारतीयों को ऊष्मा विनिमय प्रक्रियाओं के गहन तकनीकी सिद्धांतों के बारे में अच्छी तरह से पता था।



सूर्योदय के समय निम्न ऊष्मा विकिरण  
Low energy radiation during sun rise  
(स्रोत / Source : Wikipedia)

In aphorism, 30 of the 9 Prabhrta, discusses about the nature of convection and radiation heating through the sun's ray with reference to earth surface, water bodies and its objects and atmosphere and its continents. The author of the Surya Prajanapti also speaks that slanting rays of the sun give lesser heat and vertical ones greater heat. This is discussed with reference to the rising of the sun, noon and evening and different places (or latitudes). This shows that during Jain period, the Indians were well known about the heat exchange processes with in-depth technical theories.

## उपसंहार

### Epilogue

अध्याय में प्रस्तुत विभिन्न संदर्भों और चर्चाओं से पता चलता है कि प्राचीन भारतीयों की अपरोधन, अंतःस्पंदन की प्रक्रियाओं के बारे में महत्त्वपूर्ण समझ विकसित थी। वनस्पति द्वारा अपरोधित जल एवं पृथ्वी की सतह के निकट अन्य पदार्थों पर जल की बूंदें, जो कि वायु एवं ऊष्मा द्वारा अदृश्य हो जाती हैं, का भी ज्ञान था। आधुनिक मृदा-विज्ञान हमें बताता है कि मिट्टी परस्पर जुड़े छिद्र



स्थानों से बनी है। इसका प्राचीन भारतीयों द्वारा स्पष्ट रूप से ज्ञान था और उन्होंने इसकी मानव शरीर में नसों के साथ तुलना की थी, जिसके माध्यम से अंतःस्पंदन होता है, जो भूजल का स्रोत है। प्राचीन भारतीयों का वाष्पीकरण और उत्सर्जन के बारे में भी बहुत वैज्ञानिक ज्ञान विकसित था। सूर्य की किरणें, हवा आर्द्रता, वनस्पति इत्यादि वाष्पोत्सर्जन के प्रमुख कारण हैं, यह उन्हें पता था। प्राचीन भारतीयों ने जलविज्ञानीय चक्र, ऊर्जा परिसंचरण और खाद्य उत्पादन और प्राकृतिक पारिस्थितिकी तंत्र को बनाए रखने के लिए वाष्पोत्सर्जन के महत्त्व को माना था। सौर घटना, प्रकाश, हवा, बादल का निर्माण आदि वायुमंडल की निचली परत में होते हैं। वायुमंडल को क्षोभ मंडल, समताप मंडल और आयन मंडल में और ग्लोब को समशीतोष्ण और नाजुक क्षेत्र में विभाजित किया गया था, जो आधुनिक मौसम विज्ञान के लिए तुलनीय है। पौधे जड़ों के माध्यम से पानी पीते हैं जो हवा के संयोजन द्वारा सुगम होता है जो महाभारत में वर्णित है महाभारत पूरी तरह से मिट्टी, पानी और पौधों के संबंध में केशिका की आधुनिक अवधारणा की पुष्टि करता है। यह तथ्य है कि पौधों और वन आदि पानी की हानि पर कुछ प्रभाव रखते हैं, महाद्वीपों और जल निकायों की तापन दर में अंतर, संवहन धाराओं का गठन और उनके प्रभाव अच्छी तरह से ज्ञात थे। हालाँकि, यह प्राचीन जलविज्ञान साहित्य में आगे शोध का विषय है कि अपरोधन, अंतःस्पंदन और वाष्पोत्सर्जन की प्रक्रियाओं को निर्धारित करने के लिए विशिष्ट उपकरण/ तकनीकें उस समय थी या नहीं।

The various references and discussions presented in the chapter show the ancient Indians had developed significant understanding about the processes of interception, and infiltration. The interception of water by

vegetation and hanging of water particles near the surface of Earth on other materials was also observed, which disappear through the activities of wind and heat. The modern soil science tells us that the soil is composed of interconnected pore spaces. This was clearly realized by the ancient Indians and was compared with the veins in the human body, through which infiltration takes place, which is the source of ground water. Ancient Indians also developed a very scientific knowledge about evaporation and transpiration. That sun rays, wind, humidity, vegetation etc. are the major causes of evapotranspiration, was known to them. The ancient Indians had realized the importance of evapotranspiration as an important facet of water cycle, energy circulation and food production and, for maintaining the natural eco-system. Solar phenomena, lightening, wind, cloud formation etc. take place in lower layer of the atmosphere. Atmosphere was divided in troposphere, stratosphere and ionosphere and globe in torrid, temperate and frigid zones which is comparable to modern meteorology. Plants drink up water through roots which is facilitated by the conjunction of air is alluded to in Mahabharata which fully corroborates the modern concept of capillarity in soil, water and plant relationship. The fact that plants and forests have some influence on water loss, differential rate of heating of the continents and water bodies, formation of convection currents and their effects were well understood. However, it is point of further research in the ancient hydrologic literature whether there were specific instruments/ techniques to quantify the processes of interception, infiltration and evapotranspiration.



# भू-आकृति विज्ञान और सतही जल

## GEOMORPHOLOGY AND SURFACE WATER

नदियाँ न केवल मनुष्यों के लिए बल्कि जीवन के सभी रूपों के लिए अमूल्य हैं। नदियाँ लोगों के बसने के लिए उपयोगी जगह ही नहीं हैं अपितु लोग पीने के पानी की आपूर्ति और सिंचाई, बिजली का उत्पादन, माल का परिवहन और भोजन प्राप्त करने के लिए भी नदी के पानी का उपयोग करते हैं। नदियाँ सभी प्रकार के पौधों और पशुओं के लिए प्रमुख जलीय पारिस्थितिकी तंत्र है। यहाँ तक कि नदियाँ अपने नदी तल के माध्यम से पानी को नीचे की ओर निर्वहण करके भूमिगत जलभृत् को जल से भरे हुए रखने में सहायता करती हैं।

Rivers are invaluable not only for humans but to all forms of life. Not only are rivers a great place for people, but people use river water for drinking-water supplies and irrigation, to produce electricity, to transport merchandise and to obtain food. Rivers are major aquatic landscapes for all manners of plants and animals. Rivers even help keep the aquifers underground full of water by discharging water downward through their streambeds.

बांधों जैसी जलीय संरचनाओं के निर्माण के लिए धारा प्रवाह के बारे में ज्ञान नितान्त आवश्यक है। सिंधु घाटी में पहली बड़ी मानव सभ्यताएं (3000–1500 ई. पू.), जिन्हें सिंधु सभ्यता या हड़प्पा सभ्यता कहा जाता है, उच्च स्तर की जलीय

अभियांत्रिकी कौशल का प्रदर्शन करती हैं (पांडे, 2016)। हड़प्पा संस्कृति के अचानक समाप्त होने के बाद, वैदिक युग का प्रारंभ हुआ। वैदिक ज्ञान के अनुसार, इस ग्रह का सारा जीवन आप: (पानी) से विकसित हुआ है। लगभग छठी शताब्दी ईसा पूर्व के बाद के साहित्यिक संदर्भ और पुरातात्विक आंकड़े तटबंधों, नहरों और अन्य जलीय कार्यों का विकास इंगित करते हैं। साहित्य बताते हैं कि मौर्य काल के दौरान भारत के सिंधु गंगा के मैदानों और देश के अन्य हिस्सों में सिंचाई और पीने के पानी के लिए बड़ी संख्या में जलीय संरचनाओं (बांध, नहर और झील) का निर्माण किया गया था (शॉ इत्यादि, 2007, सुटक्लिफ इत्यादि, 2011)। आश्चर्यजनक रूप से, इनमें से कई संरचनाएं बाढ़ सुरक्षा उपायों पर विचार करके उत्प्लव मार्गों से सुसज्जित थी। यह अध्याय संक्षेप में भू-आकृति विज्ञान और सतही जलविज्ञान के क्षेत्र में वेदों और अन्य प्राचीन साहित्य में उपलब्ध प्राचीन ज्ञान के बारे में चर्चा करता है।

The knowledge about stream flow is an essential requirement for construction of hydraulic structures such as dams. The first major human settlements in the Indus Valley (3000-1500 BC); called Indus civilization or Harappan civilization, demonstrated a high degree of hydraulic engineering skills (Pandey, 2016). After the Harappan culture came to its abrupt end, the Vedic age was started. According to the Vedic knowledge,



all life on this planet evolved from Apah (water). Literary references and archaeological data from about 6<sup>th</sup> century BC onwards indicate the development of embankments, canals and other hydraulic works. Literature suggests that there were a large number of hydraulic structures built (dams, canals and lakes) during the Mauryan period in Indo-Gangetic plains and other parts of the country for irrigation and drinking purposes (Shaw et al., 2007; Sutcliffe et al., 2011). Surprisingly, many of these structures were equipped with the spillways to consider the flood protection measures. This chapter briefly discusses about the ancient knowledge in the field of geo-morphology and surface water hydrology as available in the Vedas and other ancient literature.

ऋग्वेदिक भजन (X.बी 2.1 और X.121.1) कहता है कि सृष्टि की उत्पत्ति जल और ब्रह्मांडीय स्वर्ण अण्डे (भ्रूण) (हिरण्य गर्भ) से हुई थी, जो जल युग जूफाइट्स, आदिकालीन मछलियों, सरीसृप, अकशेरुक, कशेरुक और स्तनधारियों की उत्पत्ति के पृथ्वी के भूवैज्ञानिक और जैविक विकास के अनुरूप है।

The Rig Vedic hymns X.B2.1 and X.121.1 state that the creation had started with the origin of water and the cosmic golden egg (embryo) (हिरण्यगर्भ) which very well fits in the geological and biological evolution of the earth with the water age, origin of zoophytes, primeval fishes, reptiles, invertebrates, vertebrates and mammals.

चक्षुषः पिता मनसा हि धीरों घृतमेने अजन्त्रत्रमाने ।

यदेदन्ता अददृहन्त पूर्व आदिद्द्यावापृथिवी अप्रथेताम् ॥ R.V.X,82.1 ॥

हिरण्यगर्भः समवर्तताग्रे भूतस्य जातः पतिरके आसीत् ।

स दाधार पृथिवीं द्यामुतेमां कस्मै देवाय हविषा विधेम ॥ R.V.X,121.1 ॥

ऋग्वेद के अनुसार, पृथ्वी पर प्रचुर मात्रा में ऊचाईयां हैं, यह पहाड़ों का भार उठाती है और मैदान में जंगलों के पेड़ों का आश्रय (क्षमा) है। वह तेज वर्षा से सजीवता लाती है और उसके बादलों की चमक से स्वर्ग की बौछारें छंट जाती हैं।

पृथ्वी (मही) महान है, दृढ़ और चमकदार (अर्जुनी) है।

According to the Rig Veda, the earth abounds in heights, bears the burden of mountains and supports the trees of the forests in the ground (क्षमा). She quickens for she scatters rain, and the showers of heaven are shed from the lightning of its clouds. The Earth is great (मही), firm (दृढ़) and shining (अर्जुनी).

संभवतः ऋग्वेदिक आर्यों को नदियों के माध्यम से क्षेत्रों के ढलान की अवधारणा का भी ज्ञान था जैसा कि नीचे संकेत दिया गया है (ऋग्वेद IX, 88.6) :

Perhaps the Rig Vedic Aryans had the concept of knowing slopes also of a region with the help of rivers as indicated (R.V.IX,88.6) below :

एते सोमा अति वाराण्यव्या दिव्या न कोशासो अभ्रवर्षाः ।

वर्था समुद्रं सिन्धवो न नीचीः सुतासो अभि कलशां असृग्रन ॥ R.V.IV,88.6 ॥

नदी के प्रवाह, जिसकी अशांति समुद्रों के मिलने के बाद खो जाती है, के बारे में बात करते समय ऋग्वेद में कहा गया है :

Talking about the river flow whose turbulence is lost after meeting the oceans, the Rig Veda says:

समन्या यन्त्युप यन्त्यन्याः समानमूर्व नद्यः पृणन्ति ।

तमू शुचिं शुचयो दीदिवांसमपां नपातं परि तस्थुरापः ॥ R.V.II, 35.3 ॥

ऋग्वेद के श्लोक IV, 18.6 और IV, 19.3 में कहा गया है कि नदियाँ सूर्य और बादल की बेटियाँ हैं। वे अपने रास्ते में आने वाली मिट्टी, चट्टानों आदि को तोड़ते हुए महासागरों की ओर भागती हैं। वे टेढ़े-मेढ़े रास्तों से होकर बहती हैं :

In the verses IV,18.6 and IV,19.3 of the Rig Veda, it is said that the rivers are the daughters of sun and cloud. They run towards oceans breaking the soil, rocks etc. coming on their way. They flow in through zig-zap paths:





तीव्र प्रवाहमान पहाड़ी नदी  
Fast flowing mountainous river  
(स्रोत / Source : Wikimedia commons)

एता अर्षन्त्यललाभवन्तीऋतावरीरिव संक्रोशमानाः ।  
एता वि पृच्छ किमिदं भनन्ति कमापो अद्रिं परिधिं रुजन्ति ॥

R.V.IV,18.6 ॥

ऋग्वेद काल के दौरान, आर्य संभवतः अलग-अलग स्थिति में नदी के वेग से परिचित थे। एक श्लोक (VI 24.6) में पहाड़ी नदियों के ढलान से नीचे उच्च गति से बहने का उल्लेख है:—

During the Rig Veda period, Aryans were probably acquainted with the river velocity at different stages. One verse (VI 24.6) mentions the high speed of mountainous rivers flowing down the slope as:

वि त्वदापो न पर्वतस्य पृष्ठादुक्थेभिरिन्द्रानयन्त यज्ञैः ।  
तं त्वाभिः सुष्टुतिभिर्वाजयन्त आजिं न जग्मुर्गिर्वाहो अश्वाः ॥

R.V.VI, 24.6 ॥

सामवेद, यजुर्वेद और अथर्ववेद के समय तक, भारतीयों ने प्राकृतिक भूगोल और भू-आकृति विज्ञान का पर्याप्त ज्ञान अर्जित कर लिया था। यह भौगोलिक तकनीकी शब्द –उपह्वर (पर्वत ढलान, सामवेद, ॥ 5.9), इरिण (फांक या ऊपर), शिला (पथरीली जगह), झयण (रहने योग्य स्थान), काट (कठिन संसार वाले जंगल), हद (झील), लाप (बीहड़ भूमि या खराब भूमि) (सामवेद, IV, 5.9.1)। सामवेद में, हमें नदी के मुंह का एक संक्षिप्त लेकिन ठीक वर्णन मिलता है और नदी के मुंह के विपरीत समुद्र की एक लहर इसमें इसके पानी का एक भाग भेजती है (सामवेद XIV, 4)। अथर्ववेद का पृथ्वी सूक्त (XIII) प्राकृतिक भूगोल— पहाड़, वर्ष से ढके पहाड़, वन भूमि, मैदानी क्षेत्र (सम) और बारहमासी धारा या ढलान (पर्वत) का एक संक्षिप्त विवरण प्रस्तुत करता है। अथर्ववेद के अनुसार यदि पानी का स्रोत पहाड़ों पर है, तो नदी बारहमासी होगी और उच्च गति के साथ बहेगी (अथर्ववेद, 15.3), यथा :

By the time of Sam Veda, Yajur Veda and Atharv Veda, the Indians had come to acquire sufficient knowledge of physiography and



geomorphology. This is established by the geographical technical terms – उपह्वर (mountain slopes, SV. II, 5.9), इरिण (cleft or ऊपर), शिला (stony place), क्षयण (habitable place), काट (forest having a difficult communication), हद् (lake), yksi (rugged lands or bad lands) (TS, IV, 5.9.1). In the Sam Veda, we come across a brief but fine description of a river mouth and a wave of the sea opposite to the mouth of a river sends into it a portion of its water (SV XIV, 4). The prithvi sukta (XII) of the Atharv Veda, furnishes a concise account of physiography – mountains, snowcapped mountains, forest lands, plain areas (सम) and perennial stream or slopes (प्रवत). Following hymn of Atharv Veda illustrates that if the water source is on mountains, then the river formed will be perennial and will flow with high speed (AV.I., 15.3) as:

ये नदीनां संस्रवन्त्युत्सासः सदमक्षिताः ।  
तेभिर्मे सर्वैः संस्रावैर्धनं सं स्रावयामसि ॥ A.V.I., 15.3 ॥

इसी प्रकार, अथर्ववेद के श्लोक ॥, 31.1 में भी इसी तथ्य का वर्णन किया गया है कि हिमखंड पर्वत से निकलने वाली नदियाँ गर्मियों में भी बहती रहेंगी ।

Similarly, verse II,3.1 of the Atharv Veda reveals the same fact saying that the rivers originating from snowclad mountains will keep on flowing in summer also.

अदो यदवधावत्यवत्कमधि पर्वतात् ।  
तत् तें कृणोमि सुभेषजं यथाससि ॥ A.V.II, 3.1 ॥

गोपथ ब्राह्मण में, घूमकर बहने वाली नदी के लिए विपाट नाम है। इसे भी दो प्रकार स्रोत या जलप्रपात से जाना जाता था, जिनके नाम हैं गर्म और शीतल (शीतोष्णाविहात्सौए जी.बी., 8) हैं। प्रसिद्ध महाग्रंथ रामायण में भी विभिन्न प्रकार की भू-आकृति विज्ञान प्रतिमानों के बहुत समृद्ध और सटीक ज्ञान का विवरण है। रामायण में उल्लिखित पानी से संबंधित कुछ भू-वैज्ञानिक प्रतिमान, नदियाँ और अवनालिका और पठार, गुफाएँ और फव्वारे (रामायण ॥, 54.42), समतल भूभाग (रामायण ॥, 56.11) नदियों के रेतीले तट (रामायण ॥, 55.31) हैं :

In the Gopatha Brahmana, the nomenclature for a meandering river is विपाट (II.8). It was also acquainted with two types of springs or falls, namely hot and cold (शीतोष्णाविहोत्सौए G.B.II, 8). The celebrated epic Ramayana also reveals very rich and accurate knowledge of various types of geomorphological patterns. Some of the geomorphological patterns as mentioned in the Ramayana related to water are rivers and rills and plateaus, caverns and fountains (Ramayana II, 54.42.) the plain tracts (Ramayana II, 56.11), sandy banks of rivers (Ramayana II, 55.31):

सरित्प्रस्त्रवणस्थान् दरीकन्दरनिर्झरान् चरतः सीतया सार्धं नन्दिस्यति  
मनस्तव ॥ Ramayana II, 54.42 ॥  
समभूमितले रम्ये द्रुमैर्बहुभिरावृते ।  
पुण्ये रंस्यामहे तात चित्रकूटस्य कानने ॥ Ramayana II, 56.11 ॥  
विचित्रवालुकजलां हंससारसनादिनाम् ।  
रेमे जनकराजस्य सुता प्रेक्ष्य तदा नर्दीम् ॥ Ramayana II, 55.32 ॥

गंगा द्वारा संचित भूमि को घना और पार करने में कठिन बताया गया है (रामायण ॥, 85.4) यथा:—

Those lands watered by the Ganga have been described as dense and hard to track (Ramayana II, 85.4) as:

कतरेण गमिष्यामि भरद्वाजाश्रमं गुह ।  
गहानोयं भृशं देशो गङ्गानूपो दुरत्ययः ॥ Ramayana II, 85.4 ॥

पानी के झरने (॥, 93.13) और एक नदी के अवतरण (Ramayana II, 103.25) का ज्ञान नीचे वर्णित है :

Knowledge of water falls (Ramayana II, 94.13) and descent of a river (Ramayana II, 103.25) is described as below:

जलप्रपातैरुदभेदैर्निष्पन्दैश्च व्वचित्कचित् ।  
स्त्रवदिभर्भत्ययं शैलः स्त्रवन्मद इव द्विपः ॥ Ramayana II, 94.13 ॥



ते सुतीर्था ततः कृच्छ्राद्रपागम्य यशस्वितः ।  
 नर्दी मन्दाकिनी रम्यां सदा पुष्पितकाननाम् ॥ Ramayana II, 103.24 ॥  
 शीघ्र स्त्रोतसमासाघ तीर्थ शिवमकर्दमम् ।  
 सिषिचुस्तूदकं राजे तत एतद् भवत्विति ॥ Ramayana II,103.25 ॥

बर्फ के पिघलने के बाद, एक पहाड़ी स्थलाकृति कितनी आकर्षक हो जाती है, इसे इस प्रकार से वर्णित किया गया है— हिमात्यये नगमिव चारुकन्दरम् (रामायण II, 7.15)। महाकाव्य के लेखक ने “गैर—प्रतिरोधी या नरम खड़े नदी तट पर नदी के कटाव को भी निम्नवत चिह्नित किया है:—

How after melting of snow, a mountainous topography becomes



गोमुख : गंगा नदी का उद्गम स्थल  
 Gomukh : The source of the river Ganga  
 (स्रोत / Source : Commons wikimedia)

charming is spoken of thus – हिमात्यये नगमिव चारुकन्दरम् (Ramayana II, 7.15). The author of the epic has also marked “river erosion on non-resistant or soft steep river bank (Ramayana II, 63.46; V, 34.19; VII,14.18) as:

रुणद्धि मृदु सोत्सेधं तीरमम्बुरयो यथा ॥ Ramayana II,63.46 ॥  
 चित्तं हरसि मे सौम्य नदीकूलं यथा रयः ॥ Ramayana,V,34.19 ॥  
 सीदन्ति च तदा यक्षाः कूला इव जलेन ह ॥ Ramayana,VII,14.18 ॥

रामायण के श्लोक 23.42 में, पहाड़ों पर वर्षा की कटाव—संबंधी विनाशकारी प्रक्रिया के बारे में वर्णन किया गया है। अर्थात् :

In the verse VII,23.42 of the Ramayana, we read about the erosive action of the downpour of rain on mountains. viz.

सायकैश्चापवकभ्रष्टैर्वज्रकल्पैः सुदारुणैः ।  
 दारयन्ति स्म संकुद्वामेघा इव महागिरिम् ॥  
 Ramayana, VII, 23.42 ॥

महाभारत हिमालय पर्वतों को तीन क्षेत्रों में विभाजित करता है। इसमें कई बार मरुस्थल के बड़े भूभागों का उल्लेख किया गया है (I, 70. 2)। कुछ संदर्भ में ‘नदीकच्छ’ शब्द का प्रयोग किया गया है। संभवतः उस भूभाग को बताया है जिस आजकल डेल्टा कहा जाता है।

The Mahabharata divides the Himalayan mountains into three regions. It mentions large tracts of desert several times (I,70.2). In certain context the word नदीकच्छ is used. Most probably it indicates the land form which now-a-days is called delta.

एक एवोत्तमवलः क्षुत्पिपासाश्रमान्वितः ।  
 स वनस्यान्तमासाघ महच्छून्यं समासदत् ॥ M.B.,I,70.2AA  
 नदीकच्छोद्भवं कान्तमुच्छतध्वज संनिभम् ॥ M.B.,I,70.17 ॥



पाणिनी की अष्टाध्यायी (600–700 ई.पू.) में हमें कई महत्वपूर्ण भू-आकृति विज्ञान प्रतिमानों के बारे में पता चलता है भाषा-विज्ञानी, बहती और अपने किनारों को तोड़ती नदी को 'भिन्ध' और जो जल-प्लावन करती है उसे उद्ध्व कहते हैं, (VIII,1.15)। ग्लेशियर को हिमानी (IV, 1.49) कहते हैं, यथा :

In Panini's Astadhyayi (600-700 BC), we come across several important geomorphological patterns. The grammarian calls a river moving and breaking its banks as भिन्ध and that whose water overflows the banks as उद्ध्व (III,1.15). Glacier is named हिमानी (IV,1.49) as:

इन्द्रवरुणभवशर्वरुद्रमृडहिमारण्ययवयवनमातुलाचार्याणमानुक ।।

Astadhya.,IV,1.49 ।।



हिमालयी झरने का विहंगम दृश्य  
Spectacular view of Himalayan spring  
(स्रोत / Source : Indiaclimatedialogue.net)

मौर्यकाल के समय कौटिल्य (4वीं शताब्दी ईसा पूर्व) द्वारा अर्थशास्त्र में स्थलाकृति और भू-आकृति विज्ञान पर बहुत अच्छे प्रकार से चर्चा की गई है। हिमालय और महासागर के बीच भिन्न प्रकार की भूमि जैसे "जंगलों, गांवों, झरनों, समतल मैदानों और असमान जमीन" का उल्लेख किया गया है (अर्थशास्त्र, शामशास्त्री द्वारा अनुवाद पेज 404)। विभिन्न स्थानों पर उन्होंने उपजाऊ, बंजर, कृषि योग्य, अनुपयोगी और व्यर्थ भूमि की बात की है, जिससे पता चलता है कि उस समय उन्हें मृदा विज्ञान का भी अच्छा ज्ञान था।

Topography and geomorphology have been discussed very well in the Arthashastra by Kautilya (4<sup>th</sup> century BC) during the Mauryan period. Various types of lands such as "forests, villages, waterfalls, level plains and uneven ground", stretching between the Himalayas and ocean (Arthashastra, Trans. by Shamshastri P.404) have been mentioned there. At various places he speaks of fertile, infertile, cultivable, uncultivable and waste land, which reveals that he must have possessed good knowledge of the science of soil also at that time.

वायु पुराण में विभिन्न प्रकार की स्थलाकृति अर्थात् झीलों, घाटियों, बंजर पट्टियों (अध्याय 38 (38.36), पहाड़ों के बीच चट्टानी दर्रा (अन्तद्रोणी) (38.36) का उल्लेख किया गया है।

The Vayu Purana refers to various types of topography namely lakes, dales, barren tracks (Chapter 38), rocky through between mountains (अन्तद्रोणी) (38.36).

पश्चिमायां दिशि तथा येन्तरद्रोणिविस्तराः ।  
तान्वर्ण्यमानांस्तत्त्वेन शृणुतेमान्द्विजोत्तमाः ।।  
Vayu., 38.36 ।।



वायु पुराण में अध्याय 38 में पहाड़ी क्षेत्र (38.78) में बड़ी संख्या में गर्म स्रोतों के बारे में भी बताया गया है।

The chapter 38 of Vayu Purana also speaks about the large number of hot springs in a mountainous region (38.78).

तथा हयनलतप्तानि सरांसि द्विजसत्तमाः।  
शैलकुक्ष्यन्तरस्थानि सहस्राणि शतानि च ॥ Vayu.,38.78 ॥



मणिकर्ण स्थित तप्त-कुण्ड  
Hot water spring at Manikaran  
(स्रोत / Source : Wikipedia)

मार्कण्डेय पुराण (53.21–22) में, हमें एक विलक्षण प्रकार की स्थलाकृति, जो “किमपरुसावेरसा और सात अन्य देश” में पाई जाती है जहां पानी जमीन से बुलबुले के रूप में बाहर आता है, के बारे में वर्णन मिलता है यथा :

In the Markandeya Purana (53.21-22), we come across a peculiar type of topography found “in the Kimpurusaversa and seven other countries” where water bubbles up from the ground as:

नवस्वपि च वर्षेषु सप्त सप्तकुलाचलाः।  
एकैकस्मिस्तथा देशे नद्याश्चाद्रि-विनिःसृताः ॥ Markandeya  
P.53.21 ॥

यानि किंपुरुषाद्यानि वर्षण्यष्टौ द्विजोत्तमः।  
तेषूद्भिज्जानि तोयानि नैवं वार्यत्र भारते ॥ Markandeya  
P.53.22 ॥

विष्णु पुराण (II, 5.3) उप-स्थलीय क्षेत्र की मिट्टी को सात वर्गों में वर्गीकृत करता है। (1) काली, (2) सफेद या पीली, (3) नीली या लाल, (4) पीली, (5) बजरीला, (6) पहाड़ी या पथरीली और (7) स्वर्णिम।

The Vishnu Purana (II, 5.3) classifies the soils of subterranean region in seven categories viz. (1) black, (2) white or yellowish, (3) blue or red, (4) yellow, (5) gravelly, (6) hilly or boulder and (7) golden hued, as:

शुक्लकृष्णाः पीताः शर्कराः शैलकाष्ठचनाः।  
भुमयो यत्र मैत्रेय वरप्रासादमाण्डिता ॥ Vishnu.,II,5.3 ॥

वृहस्सेत्रासमसा (600–700 ईस्वी) (त्रिपाठी, 1969) में कई वैज्ञानिक और गणितीय संकेतांक हैं जो कुछ जल-सर्वेक्षण संबंधी या जलविज्ञानीय नियमों के अनुरूप हैं। अंगुतारनिकाय (400 ई.पू. से पहले) ने झीलों को चार श्रेणियों (भाग II, पृष्ठ 105, त्रिपाठ,



1969) में वर्गीकृत किया है।

The Vrhatssetrasamsa (AD 600-700) (Tripathi, 1969) has many scientific and mathematical enumerations conforming to some hydrographical or hydrological laws. Anguttaranikaya (before 400 BC) classifies lakes into four categories (part II, page 105, Tripathi, 1969).

## उपसंहार

### Epilogue

उपरोक्त चर्चाओं से, हम देखते हैं कि प्राचीन भारत में, धारा प्रवाह और भू-आकृति का ज्ञान वैज्ञानिक आधार पर अच्छे प्रकार से विकसित था। सिंचाई और घरेलू उद्देश्यों के लिए उस समय के दौरान कई जलीय संरचनाएँ निर्मित थीं। एक बहती नदी के माध्यम से क्षेत्र के ढलान और भिन्न चरणों में नदी के वेग जानने की तकनीक का विकास किया गया था साथ ही पर्वतीय नदियाँ आमतौर पर बारहमासी होती हैं और उनके द्वारा समय-समय पर बाढ़ के मैदानों में उपजाऊ मिट्टी का निक्षेपण किया जाता है, उस समय पर ज्ञात था जो कि आधुनिक अनुभव के अनुरूप है। बाढ़ से बचाव के लिए बांधों में जलमार्ग की व्यवस्था भी की गई थी। विभिन्न प्रकार की स्थलाकृतियाँ जैसे स्रोत, जल प्रपात, पहाड़, पठार, अपरदित भूमि आदि के साथ-साथ कई भौगोलिक शब्द जैसे शिला, इरिण, क्षयण, लोप उपयोग में थे। भूमि का वर्गीकरण जैसे उपजाऊ,

अनुपजाऊ, कृषि योग्य, बंजर भूमि आदि और मिट्टी वर्गीकरण, जैसे कि काला, पीला, लाल, बजरी, कंकर आदि चौथी शताब्दी ई.पू. से पहले अच्छी प्रकार से प्रचलन में थे। वर्तमान में भी ये प्रचलन में हैं और इसलिए, इस क्षेत्र में प्राचीन भारतीयों की उपलब्धि को महत्त्वपूर्ण माना जा सकता है।

From the above discussions, we see that in ancient India, the knowledge of stream flow and geomorphology was well developed on scientific lines. A number of hydraulic structures were constructed during that time for irrigation and domestic purposes. The techniques of knowing slope of an area by means of a flowing river and dimensions of river at various stages along with velocity were developed. That the mountainous rivers are generally perennial and deposition of fertile soil takes place periodically on flood plains was understood which is in accordance to the modern experiences. The arrangement of sluice gates was also made in the dams for flood protection purposes. Various types of topographies such as springs, water falls, mountainous, plateau, eroded land etc. along with many geographical terms such as शिला, इरिण, क्षयण, लोप were used. Land classification such as fertile, infertile, cultivable, waste land etc. and soil classifications, such as black, yellow, red, gravelly, boulders etc. was well in vogue before 4<sup>th</sup> century BC. These are in vogue even at present and hence, can be regarded as the important achievement of the ancient Indians in this field.



## अध्याय CHAPTER 6

# भूजल GROUNDWATER

एशिया के शुष्क और अर्ध शुष्क क्षेत्रों में, जहाँ मनुष्य की गतिविधियों को जल की उपस्थिति नियंत्रित करती थी, वहाँ पर प्राचीन काल से ही भूजल का विकास और उपयोग बहुत महत्वपूर्ण रहा है इतिहास के प्रारंभ से हाल के समय तक, झरनों और नालों के जल स्रोतों ने विवाद उत्पन्न किया है तथा यह एक बहुत अधिक अटकलों और विवादों का विषय रहा है। मोहन जोदड़ो, कांस्य युग (लगभग 2450 ई.पू.) के दौरान सिंधु सभ्यता का एक प्रमुख शहरी केंद्र था। हाल ही में, एंजेलकिस और ज़ेंग (2015) ने पाया कि शहर को कम से कम 700 कुओं से जल मिल रहा था। इन कुओं का आकार गोलाकार से लेकर पीपल के पत्ते के आकार का था (खान, 2015)। हड़प्पा के प्रमुख स्थल लोथल में (लगभग 2600 ई.पू. निर्मित) खोजे गए कुओं को चित्र में दर्शाया गया है।

Groundwater development and utilization has been of great interest from ancient times in arid and semi arid regions of Asia where the activities of man were controlled by the occurrence of water. From the dawn of history until comparatively recent times the source of water of the springs and streams had constituted a puzzling problem and had been the subject of much speculation and controversy. Mohenjo-Daro was a major urban center of the Indus civilization during the early Bronze Age (around 2450 BC). Recently, Angelakis and Zheng (2015) found that the city was receiving water from at least 700 wells. The design of these wells was varying from circular to pipal leaf shaped (Khan, 2014). Figure shows the wells constructed in about 2600 BC, discovered at Lothal, an important Harappan site.

भूजल का प्राचीन पश्चिमी विज्ञान, जो सामान्यतः पर यह मानता था कि झरनों से आने वाला पानी वर्षा से प्राप्त नहीं किया जा सकता है, उनके विश्वास पर आधारित था कि— (i) वर्षा मात्रा में अपर्याप्त थी और (ii) पृथ्वी सतह वर्षा के पानी को नीचे प्रवेश की अनुमति के लिए बहुत अधिक अभेद्य थी। जो उपरोक्त निराधार सिद्धांतों के विपरीत, प्राचीन भारतीय साहित्य में भूजल पर बहुत मूल्यवान और उन्नत वैज्ञानिक संभाषण हैं।

The ancient western science of groundwater, which generally assumed that the water discharged by the springs could not be derived from the rainfall, was based on their belief that: (i) the rainfall was inadequate in quantity and (ii) the earth was too impervious to permit penetration of the rainwater far below the surface. In contrast to above wild theories, the ancient Indian literature contains the very valuable and advanced scientific discourse on ground water.

ऋग्वेद, सामवेद और यजुर्वेद में हमें जलविज्ञानीय चक्र और कुओं आदि के माध्यम से जल उपयोग की अवधारणाएँ मिलती हैं, जो स्पष्ट रूप से भूजल के उपयोग को दर्शाती हैं। भूजल के क्षेत्र में प्रसिद्ध खगोलशास्त्री, ज्योतिषी और गणितज्ञ, वराह मिहिर (ई. 505–587), वृहत संहिता लेखक, जो ज्ञान की कई महत्वपूर्ण शाखाओं को सीखने के लिए सम्मानित हैं, उनका 'दकार्गलम' नामक 54वाँ अध्याय, भूजल की खोज और विभिन्न सतही विशेषताओं के साथ उपयोग से संबंधित है, जिसका उपयोग किया जाता है। (प्रसाद, 1980)। इस प्राचीन संस्कृत कार्य में वर्णित जलविज्ञानीय संकेतों में विभिन्न पौधों की प्रजातियाँ उनकी





सिंधु घाटी सभ्यता के एक विकसित शहर लोथल में खोजे गए 2600 ईसा पूर्व के कुएं  
Well discover at Lothal, a developed city during Indus valley civilization (2600 BC)  
(स्रोत / Source : <https://rainwaterharvesting.files.wordpress.com>)

आकारिकी और शारीरिक विशेषताएं, दीमक के टीले, भूभौतिकीय विशेषताएं, मिट्टी और चट्टानें सम्मिलित हैं। ये सभी संकेतक और कुछ नहीं अपितु सूक्ष्म वातावरण में जैविक और भूगर्भीय सामग्री के लिए विशिष्ट प्रतिक्रियाएं हैं, जिसके फलस्वरूप शुष्क अथवा अर्धशुष्क क्षेत्र में विकसित भूजल पारिस्थितिक तंत्र में उच्च सापेक्ष आर्द्रता होती है। पानी के जल स्तर में स्थान के अनुसार भिन्नता, गर्म और ठंडे झरनों, कुओं के माध्यम से भूजल उपयोग, कुओं के निर्माण की विधियां और उपकरण दकार्गलम में अच्छी तरह से वर्णित हैं (जैन इत्यादि, 2007)।

In Rig Veda, Sam Veda and Yajur Veda we get concepts of hydrological cycle and water use through wells etc., which clearly imply the use of groundwater. In the area of groundwater renowned astronomer, astrologer and mathematician, Varahmihira (AD 505-587), author of Vrahat

Samhita, which is esteemed for its learning of many important branches of knowledge, in the 54<sup>th</sup> chapter entitled 'Dakargalam', deals with ground water exploration and exploitation with various surface features, that are used as hydrologic indicators to locate sources of ground water, at depths varying from 2.29 m to as much as 171.45 m (Prasad, 1980). The hydrologic indicators, described in this ancient Sanskrit work, include various plant species, their morphologic and physiographic features, termite mounds, geophysical characteristics, soils and rocks. All these indicators are nothing but the conspicuous responses to biological and geological materials in a microenvironment, consequential to high relative humidity in a ground water ecosystem, developed in an arid or semi arid region. Variation in the height of water table with place, hot and cold springs,



groundwater utilization by means of wells, well construction methods and equipment are fully described in the Dakargalam (Jain et al., 2007).

मनु द्वारा दकार्गलम (भूमिगत जलविज्ञान) पर लिखे ग्रंथ का उल्लेख वृहत् संहिता में किया गया है। नवीनतम समय तक उनका समय (400 BC - 200 BC) होना चाहिए। वराह मिहिर का मानना है कि मनु विरचित दकार्गलम स्पष्ट रूप से इस विज्ञान में मनु के योगदान को इंगित करता है। यह भी इंगित करता है कि ईसा से कई शताब्दियों पहले भारत में स्वतंत्र रूप से इसे स्थानीय लोगों द्वारा विकसित किया गया था। वराह मिहिर ने 'सारस्वत' द्वारा विज्ञान पर लिखित एक और ग्रन्थ का उपयोग भूमिगत पानी के स्तर के लिए किया है। निसंदेह किसान (मनु) अपने पूर्व उत्तरवर्ती को मानव दकार्गलम (वृहत् संहिता, 54.99) को वरीयता देते हैं।

The treatise on Dakargalam (science of underground water) by Manu is referred to in the Vrhat Samhita. By the latest his time must be 400 BC - 200 BC. Varahmihira alludes that मनुना विरचितं दकार्गलम which clearly indicates Manu's contribution to this science. This also indicates that the science was cultivated in India several centuries before Christ and that it was developed by indigenous people altogether independently. Varahmihira has utilized to a greater extent another treatise on the science of underground water and water table, written by 'Saraswat'. Rather the farmer (Manu) appears to give a preference to the latter over the Manava Dakargalam (Vrhat Samhita, 54.99).

सारस्वतेन मुनिना दकार्गलं यत् कृतं तलवलोक्य ।  
आर्याभिः कृतमेतद्वृत्तैरपि मानवं वक्ष्ये ॥ Vr.S.54.99 ॥

जहाँ तक भूमिगत जल और जल तालिका का एक विज्ञान के रूप में संबंध है, वृहत् संहिता 54वें अध्याय जो 'दकार्गलम' के रूप में नामित है, का संक्षिप्त सर्वेक्षण नीचे दिया गया है विस्तृत शब्द 'दकार्गलम' के अलावा, दो अन्य तकनीकी शब्दों शिरा और शिराविज्ञान का उपयोग इस अध्याय में किया गया है (श्लोक 54.1, 54.61-62)।

As far as underground water and water table is concerned as a science, a brief survey of chapter 54 of the Vrhat Samhita designated as 'Dakargalam' is furnished below. Apart from the wider term 'Dakargala', there are two other technical terms शिरा and शिराविज्ञान used in this chapter (Verse 54.1, 54.61-62) viz.

धर्म्यं यशंस्यं च वदाम्यतोहं दकार्गलं येन जलोपलब्धिः ।  
पुंसां यथाग्नेषु शिरास्तथैव क्षितावपि प्रोन्नतनिम्न संस्था ॥ Vr.S.54.1 ॥  
मरुदेशे भवति शिरा यथा तथातः परं प्रवक्ष्यामि ।  
ग्रीव करभाणामिव भूतलसंस्थाः शिरा यान्ति ॥ Vr.S.54.62 ॥

शिरा शब्द का तात्पर्य पानी की धमनियों या जलधाराओं से होता है और शिराविज्ञान वास्तव में जल स्तर का अर्थ प्रदान करता है। ऊपर श्लोक 54.1 हमें बताता है कि कुछ स्थानों पर पानी का स्तर अधिक है और दूसरों में से यह कम है तथा यह मानव शरीर में नसों के समान है। श्लोक 54.2 से हमें पता चलता है कि जल तालिका वर्षा जल का एक जटिल प्रकार्य है।

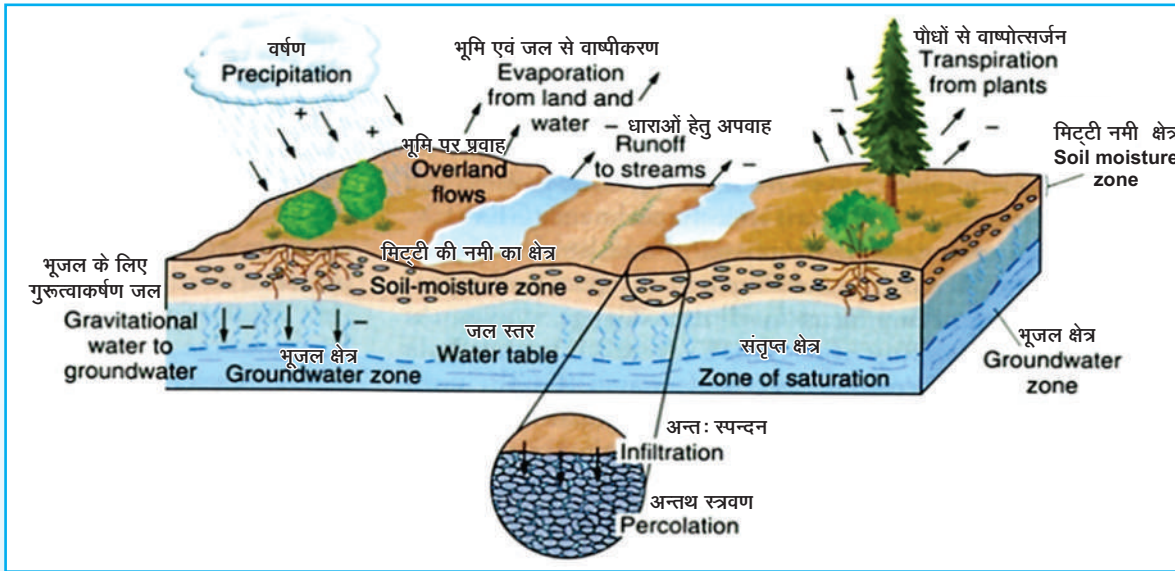
The term शिरा implies arteries of water or streams and the शिराविज्ञान exactly conveys the meaning of water table. Verse 54.1 above tells us that at some places water table is higher and at others it is lower, resembling the veins in the human body. From Verse 54.2 we learn that water table is a complex function of rainwater.

एकेन वर्णेन रसेन चाम्भश्च्युतं नभस्तो वसुधाविशेषात् ।  
ननारसत्वं बहुवर्णतां एवं परीक्ष्यं क्षितितुल्यमेव ॥ Vr.S.54.2 ॥

इसका अर्थ है, जो पानी आकाश से गिरता है, उसमें मूल रूप से एक जैसा ही रंग व स्वाद होता है, लेकिन पृथ्वी की सतह पर नीचे और अन्तःस्रवण के बाद अलग रंग और स्वाद को ग्रहण करता है। चित्र अबाधित जलभृत के लिए विभिन्न क्षेत्रों में जाने वाले भूजल की अंतःस्पंदन और अन्तःस्रवण प्रक्रिया को दर्शाता है।

It means, the water which falls from the sky originally has the same colour





भू-जल क्षेत्र के विभिन्न घटकों, उप क्षेत्रों और प्रक्रियाओं को प्रदर्शित करता चित्र  
Figure showing various components, sub-zones and processes of ground water zone  
(स्रोत / Source : UNO, International programs)

and same taste, but assumes different colour and taste after coming down on the surface of the earth and after percolation. Figure shows infiltration and percolation process for an unconfined aquifer leading to different zones of groundwater.

‘दकार्गलम’ के बाद के श्लोकों में, उप-क्षेत्र में पानी की उपस्थिति और विभिन्न स्थानों पर इसकी गहराई के प्रकार दिए गए हैं। श्लोक 54.3, 54.4 और 54.5 हमें सूचित करते हैं कि उप-क्षेत्रों वाली धाराएँ सभी तिमाहियों में वर्षा के पानी द्वारा पोषित हैं और नौ धमनियों के अलावा, हजारों और भी हैं जो विभिन्न दिशाओं में बहती हैं :

In the later verses of Dakargalam, the modes of occurrence of sub-terrainian water and its depth at different places are given. Verse 54.3, 54.4 and 54.5 inform us that the sub-terrainian streams are rainfed in all the

quarters and also apart from nine arteries, thousands more are present flowing to various directions as:

पुरुहूतानलयमनिऋतिवरुणपवनेन्दुशंकरा देवाः ।  
विज्ञतव्याः क्रमशः प्राच्याघानां दिशां पतयः ॥

VR.S.54.3 ॥

दिक्पतिराज्जा च शिरा नवमी मध्ये महाशिशनाम्बी ।  
एताभयोत्याः शतशो विनिः सृता नाममिः प्रथिताः ॥

Vr.S.54.4 ॥

पातालाटूर्ध्वाशिरा शुभा चतुर्दिक्षु संस्थिता याश्च ।  
कोणदिगुत्था न शुभाः शिरानिमित्तान्यतो वक्ष्ये ॥

Vr.S.54.5 ॥

चट्टान या मिट्टी की संरचना और पृथ्वी की सतह से भौम जलस्तर की गहराई को विभिन्न श्लोकों में सही ढंग से वर्णित किया गया है। श्लोक 54.7 में भेद्य और अभेद्य परतों के साथ जल की उपस्थिति के विभिन्न लक्षणों का वर्णन किया गया है।

Rock or soil structure and depth of water table from the surface of the earth is described correctly in various verses. Verse 54.7 describes the various symptoms of occurrence of water along with pervious and impervious strata.

चिन्हमपि चार्धपुरुषे मण्डूकः पाण्डुरोश मृत पीता ।  
पुटभेदकश्च तस्मन् पाषाणो भवति तोयमधः ॥ Vr.S.54.7 ॥

**भावार्थ :** खुदाई करने पर हमें आधे पुरुषा (1 पुरुषा = सीधे उठे हाथों सहित खड़े व्यक्ति की ऊंचाई = 7.5 फीट) की गहराई पर पीला मेंढक मिलेगा फिर पीली मिट्टी, फिर चट्टान और फिर पर्याप्त मात्रा में पानी ।

**Meaning:** On digging we will get yellow frog at a depth of half purusha (1

purusha = height of man with erected hand = 7.5 feet)  
then yellow soil, then rock and then ample amount of water.

इसी प्रकार कई अन्य श्लोकों में लगभग 70 क्षेत्र स्थितियों या पारिस्थितिक विस्तार का वर्णन किया गया है, जिनसे भूमिगत झरनों की उपस्थिति का विस्तार करना संभव होगा। वास्तव में वराह मिहिर द्वारा वर्णित भूमिगत पानी की खोज की तकनीक, इलाके में प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले विशिष्ट संकेतों के एक करीबी अवलोकन पर निर्भर करती है, जिसमें वनस्पति, जीव-जंतु चट्टानें, मिट्टी और खनिज शामिल हैं, जिनकी स्थिति और भिन्नता तार्किक या अनुभवजन्य रूप से आस-पास के क्षेत्र में भूमिगत झरनों की उपस्थिति से जुड़ी हो सकती है।

Similarly, many other verses describe some 70 odd field situations or ecological spectra from which it would be possible to deduce the presence of underground springs. Actually the technique of underground water exploration as described by Varahmihira depends upon a close observation of naturally occurring specific signs in the terrain, comprising the flora, fauna, rocks, soils and minerals, whose state and variation can be logically or empirically linked up with the presence of underground springs in the vicinity.

वराह मिहिर द्वारा दिए गए विस्तृत विवरण में एक विस्मय उत्पन्न करने वाले कारक भूमिगत जल के सूचक के रूप में दीमक की गांठों की भूमिका है। भूमिगत जल की खोज के अलावा, कुछ अध्यायों के श्लोक, कुओं की खुदाई, प्रचलित हवाओं के संदर्भ के साथ उनके संरक्षण, कठोर पथरीली परतों से निपटना, पत्थर तोड़ने वाली छेनी को तेज करना और मिलाना और उनके गर्मी उपचार, आपत्तिजनक स्वाद, गंध वाले पानी के जड़ी बूटियों से उपचार करना, लकड़ी, लट्ठों और पत्थरों और पेड़ के रोपण के साथ किनारों का संरक्षण और ऐसे अन्य संबंधित मामले से संबंधित हैं।



दीमक टीला : भूमिगत जल-संकेतक  
Termite Hill : Indicator of groundwater  
(स्रोत / Source : Research Matters.in)

One startling factor emphasized in details by Varahmihira is the role of termite knolls as indicator of underground water. Apart from the underground water exploration, some of the verses of the chapter deal with topics such as digging of wells, their alignment with reference to the prevailing winds, dealing with hard refractory stony strata, sharpening and tempering of stone-breaking chisels and their heat treatment, treating with herbs of water with objectionable taste, smell, protection of banks with timbering and stoning and planting with trees, and such other related matters.

वृहत संहिता के लगभग तैंतीस श्लोक, अकेले दीमक या अन्य वनस्पति से संबंधित हैं, तीस अकेले वनस्पति कारकों के साथ और शेष अन्य कारकों का



उपयोग करके अन्वेषण में सहायता करने के लिए हैं।

Some thirty-three verses of the Varahsanhita deal with termite, standing alone by themselves or associated with vegetation, thirty with vegetational factors alone and the remaining using other factors to help in exploration.

जम्बूवृक्षस्य प्राग्वल्मीको यदि भवेत् समीपस्थः ।

तस्माददक्षिपपार्श्वे सलिलं पुरुषद्वेयं स्वादु ॥ Vr.S.54.9 ॥

उदगर्जुनस्य दृश्यो बल्मीको यदि ततोर्जुनाद्वस्तैः ।

त्रिभिरम्बु भवति पुरुषैस्त्रिभिरर्धसमन्वितैः पश्चात् ॥ Vr.S.54.12 ॥

**भावार्थ :** यदि जम्बू वृक्ष के समीप पूर्व में एक दीमक का टीला हो, तो पेड़ के दक्षिण में तीन हाथ की दूरी पर दो पुरुष की गहराई पर, लंबे समय तक प्राप्त होने वाला बहुत सारा मीठा पानी होता है (54.9)। इसी प्रकार, उत्तर में दीमक के टीले वाला अर्जुन के पेड़ के पश्चिम में 3 हाथ की दूरी पर 3.5 पुरुष की गहराई पर पानी मिलता है।

**Meaning:** If there is a termite mound nearby to the east of a Jambu tree, plenty of sweet water, yielding for a longtime occurs at a depth of two purushas, at a distance of three hastas (cubit) to the south of the tree (54.9). Similarly, an Arjuna tree with a termite mound to the north shows water at a depth of 3.5 purushas at a distance of 3 hastas to the west.

चित्कार्षी मिट्टी संरचना जिसे आम भाषा में 'एंट-हिल्स' के रूप में जाना जाता है उस टीले के निर्माण में दीमक की टीले बनाने वाली किस्म जिम्मेदार हैं, इस टीले को वैज्ञानिकों द्वारा दीमक का नोल-माउंड या स्पियर्स कहा जाता है। ये उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय परिदृश्य की सबसे अधिक परिचित विशेषताएं हैं और भूमिगत झरनों की खोज की तकनीक में हमारे लिए रुचिकर है। बिना किसी अपवाद के कीटों की पानी की आवश्यकताएं सामान्यतः बहुत अधिक होती हैं और उन्हें जानलेवा शुष्कीकरण से अपनी रक्षा करने के लिए अपने घोंसलो में भली प्रकार से बंद वातावरण के भीतर या पृथ्वी से ढकी दीर्घाओं के

भीतर रहने और काम करने की आवश्यकता होती है। राव एवं अन्य (1971) के अनुसार व्यवहारिक रूप से घोंसले के भीतर का वातावरण संतृप्ति नमी स्तर (99–100% सापेक्ष आर्द्रता) पर बनाए रखना पड़ता है। यह सामान्य अवलोकन का विषय है कि जब भी दीमक का घोंसला या आने-जाने का रास्ता क्षतिग्रस्त होता है, तो कीड़े तुरंत घोंसले के भीतर क्षतिग्रस्त स्थान पर आ जाते हैं और गीली मिट्टी से मरम्मत करते हैं। साक्ष्य के समग्र विचार से यह निष्कर्ष निकालना सही प्रतीत होता है कि आमतौर पर कीड़े जमीनी सतह के स्रोत के पास आसानी से उपलब्ध प्रत्येक पानी का उपयोग करते हैं, परन्तु गंभीर जलवायु तनाव की स्थितियों के तहत, वे भौम जल स्तर तक उतरते हैं चाहे वह कितना भी गहरा हो। इसलिए, टीले बनाने वाली दीमक की एक अच्छी तरह से विकसित, सक्रिय, दीर्घ स्थायी कॉलोनी को निकटता में भूमिगत झरनों के संकेतक के रूप में लिया जा सकता है।

The mound builder variety of the termites are responsible for the impressive soil structure called 'Ant-hills' in lay terms, but referred to as termite's – knolls – mounds or spires, prominences by the scientists. These are familiar features of most tropical and subtropical landscape and are of interest to us in the technique of exploration of underground springs. Without exception, the water requirements of the insects are generally very high and they need to protect themselves against fatal desiccation by living and working within the climatically sealed environment of their nest or within earth-covered galleries. According to Rao et al. (1971) the atmosphere within the nest has to be maintained practically at saturation moisture level (99-100% relative humidity). It is a matter of common observation that whenever a termite nest or runway is damaged, the insects immediately rush to the breach and repair it with wet soil brought up from within the nest. From an overall consideration of the evidence it seems to be safe to conclude that, while normally the insects use every readily available source of water close to the ground surface, under conditions of severe climatic stress, they can and probably do descend to the water table, no matter how deep it may be. Hence, a well-developed,

active, persistent colony of mould-building termites can be taken as an indication of underground springs in the proximity.

ई.जी.के. राव (1979) ने तटीय मैसूर और साथ ही दक्षिणी पठारी क्षेत्र के शुष्क जंगल के क्षेत्रों में दीमक की गांठों के संरेखण को देखा और उसी से संबंधित वृहद संहिता के श्लोकों के साक्ष्य दिए हैं। वृहद संहिता के आगे के श्लोक से पता चलता है कि लेखक को टीले बनाने वाली दीमक की इस प्रवृत्ति के बारे में पता था।

E.G.K. Rao (1979) observed the alignment of the termite knolls in the dry-jungle uplands of coastal Mysore as well as the Deccan Plateau area, and testified the verses of Vrhat Samhita relating the same. Following verse of Vrhat Samhita suggests that the author was aware of this tendency of mould builders.

बल्मीकानां पक्ङ्गत्यां यघेकोभयुच्छतः शिरा तदधः ॥  
Vr.S.54.95 ॥

**भावार्थ :** यदि दीमक टीलों की एक पंक्ति में कोई ऊपर उठा हुआ (लंबा) पाया जाता है, तो उसके भीतर जल वाहिनी पायी जाती है।

**Meaning:** If in a line of termite-moulds one is found to be raised up (taller), water vein is to be found within it.

इसी तरह, श्लोक 82 में कहा गया है कि यदि एक जगह पर पांच दीमकों का समूह पाया जाता है और उनमें से मध्य वाली सफेद हो, वहाँ पर पचपन पुरुष की गहराई (अर्थात् 7.5' X 55' = 412.5 फीट) पर पानी घोषित किया जाना चाहिए।

Similarly, Verse 82 says that if a group of five

termites are found in a place, and the middle one among them is found white, water should be declared in it at a depth of fifty five purushas (i.e. 7.5' X 55 = 412.5 feet).

यह सामान्य अवलोकन का विषय है कि पेड़ों के बिल्कुल पास कई बार दीमक क्षेत्र मिलते हैं, और यह सामान्य दृश्य है कि ये पूरी तरह से घास या वनस्पति द्वारा ढके रहते हैं। कई बार दीमक का पता लगाने के लिए बहुत गहन अवलोकन की आवश्यकता होती है। प्राचीन भारतीय विद्वानों ने नीचे बताए अनुसार भूमिगत झरनों की खोज में इस सहचर्य का काफी उपयोग किया है:—

It is a matter of common observation that many times termitaries are met with in close association with trees; and it is quite common sight to see termite mounds completely covered over with grass or vegetation. Very close observation is often necessary to detect the termitary. The ancient



दीमक के टीलों के समूह के अवलोकन से भूजल स्तर का आंकलन  
Evaluation of water level by observing group of Termite hill  
(स्रोत / Source : The Wire)



Indian scholar has exploited this association quite extensively in the exploration of underground springs as discussed below:

जम्बूस्त्रिवृता मौर्वी शिशुमारी सारिवा शिवा श्यामा ।  
वीरुधयो वाराही ज्योतिष्मती गरुणवेगा च ॥ Vr.S.54.87 ॥  
सूकरिकमाषपर्णीव्याघ्रपदाश्चेति यघहेर्निलये ।  
वल्मीकादुत्तरतात्स्त्रीभिः करैस्त्रिपुरुषे तोयम ॥ Vr.S.54.88 ॥

**भावार्थ :** यदि जम्बू, त्रिवृत, मौरव, सिसुमारी, सारिवा, शिव, श्यामा, वराहि, ज्योतिष्मति, गरुदेवगा, सुकारीका, मासपर्णी, व्याघ्रा पड़ा के पेड़ और लताएँ दीमक के टीले के पास दिखती हैं, तो इसके 3 हाथ उत्तर में 3 पुरुष की गहराई पर जल है ।

**Meaning :** If Jambu, Trivrt, Maurva, Sisumari, Sariva, Siva, Syama, Varahi, Jyotismati, Garudavega, Sukarika, Masaparni, Vyaghra Pada trees and creepers are seen by a termite mound, there is water 3 hastas to its north at a depth of 3 purushas”.

उपरोक्त श्लोकों में उल्लिखित पेड़-पौधों के वनस्पति नाम हैं— जंबू (यूजेनिया जाम्बोस, एंगोनिया जाम्बोलाना), त्रिवृत (इपोमिया टेरपेथम), मौरवी (संसेवियरिअरेक्सबर्गियाना), सिसुमारी (?), सारिवा (हेमाइडेसमस इंडीकस), सिवा (कई पौधे— कुकुमिस यूटिलिसस, टमिनलिया चेबुला, एम्बेलिका ऑफिसिनैलिस, सिनोडोन डेक्टाइलोन), सयामा (इकनोकारपस फ्रुक्टेन्स – ब्लेक क्रीपर, क्रसना सारिवा, धतूरा धातु, अगलला रोकस—बुर्गीयना, पनिकुम कोलनकम आदि), सुकारिका (ल्यकोपोडियम इम्ब्रिकाटम, आई. क्लोवेटम), मसापर्नी (ग्लाइसिन डेबाइटिस, जी. लैबिअलिस) ।

The botanical names of the flora mentioned in the above verses are: Jambu (Eugenia Jambos, Engenia Jambolana), Trivrt (Ipomea turpethum), Maurvi (Sanservieraroxburgiana), Sisumari (?), Sariva (Hemidesmus indicus), Siva (Several Plants: Cucumis Utilissimus, Terminalia Chebula, Emblica officinalis, Cynodon dactylon), Syama

(Ichnocarpus fructens – black creeper, Krsna Sariva, Datura metal, Agalala rox-burgiana, Panicum coloncum etc.), Sukarika (Lyccopodium imbricatum, I. Clovatum), Masaparni (Glycine debitis, G. Labialis).

इसी प्रकार, वृहत संहिता के अध्याय 54 के विभिन्न अन्य श्लोक विभिन्न लक्षणों के संयोजन के साथ भूमिगत जल की खोज से संबंधित हैं, जैसा नीचे दिया गया है:—

Similarly, various other verses of the chapter 54 of Vraht Samhita are related to the underground water exploration with relation to combination of different symptoms, as below:

अतृणे सदृणा यस्मिन् सतृणे तृणवर्जिस्मिता महीयत्र ।  
तस्मिन् शिरा प्रदिष्टा वक्तव्यं वा धनं वास्यिन ॥ Vr.S.54.52 ॥

**भावार्थ :** यदि किसी घास विहीन स्थान पर, कहीं पर घास हो या घास वाले स्थान पर, घास रहित स्थान हो, तो यह पानी या खजाने का संकेत है ।

**Meaning:** if in a grass less place, there is a patch of grass or in a grassy place, there is a grassless place, water or treasure is indicated.

कण्टक्यकण्टकानां व्यत्यासेम्भास्त्रिभिः करैः पश्चात् ।  
खात्वा पुरुषत्रितयं त्रिभागयुक्तं धनं वा स्यात् । Vr.S.54.53 ॥

**भावार्थ :** गैर—कांटेदार पेड़ों के बीच एक फलता—फूलता काँटेदार पेड़ या इसके विपरीत पश्चिम की ओर 3 हाथों की दूरी पर 3.75 पुरुष की गहराई पर पानी या खजाने को इंगित करता है ।

**Meaning :** A flourishing thorny tree in the midst of non-thorny trees or vice-versa indicates water or treasure at a depth of 3¾ Purushas at a distance of 3 hastas to the west”.

यस्यामूष्मा धात्र्यां धूमो वा तत्र वारि नरयुगले ।  
निर्देष्टव्या च शिरा महता तोयप्रवाहेण ॥ Vr.S.54.60 ॥

**भावार्थ :** जहां जमीन से धारा या धुआं निकलता है, वहाँ 2 पुरुष की गहराई पर प्रचुर मात्रा में पानी की वाहिनी होगी। वराह मिहिर ने मरुस्थलीय क्षेत्र में भी भूमिगत जल होने की चर्चा की है। वह आगे कहते हैं कि उप-भूभाग धारा या भौम जल स्तर रेगिस्तानी क्षेत्र में ऊंट की गर्दन का आकार लेता है और पृथ्वी की सतह से काफी गहराई पर होता है, यथा :

**Meaning :** Where there is stream or smoke issuing from the ground, an abundant water vein will be struck at a depth of 2 Purushes. Varahamihira has also discussed the occurrence of underground water in the desert region. He further says that sub-terranean streams or water table in the desert region takes the shape of the neck of a camel and is at a great depth from the surface of the earth as:

मरुदेशे भवति शिरा यथा तथातः परं प्रवक्ष्यामि।  
ग्रीवा करभाणाभिव भूतलसंस्थाः शिरा यान्ति ॥  
Vr.S.54.62 ॥

आधुनिक उत्स्रुत कुओं की भूगर्भीय परत पद्धति पूरी तरह से इस बात की पुष्टि करती है।

Geological strata scheme of the modern artesian well fully corroborates this.

वृहत संहिता के श्लोक 102 में यह वर्णन किया गया है कि पहाड़ी क्षेत्र में पानी कैसे पाया जाता है।

In the Verse 102 of the Vrhat Samhita , it is described how water occurs in a mountainous region.

विभीतको वा मदयान्तिका वा यत्रास्ति तस्मिन्  
पुरुषत्रयेमभः।  
स्यात्पर्वतस्योपरि पर्वतोन्यस्तत्रापि मूले पुरुषत्रयेम्भः ॥  
Vr.S.54.102 ॥

सशर्करा ताम्रमही कषायं क्षारं धरित्री कपिला करोति।  
आपाण्डुरायां लवणं प्रदिष्टं मृष्टं पयो नीलवसुन्धरायाम् ॥

Vr.S.54.104 ॥

उपर्युक्त श्लोक (54.104) मिट्टी और पानी का संबंध बताते हैं। यह कहता है कि तांबे के रंग की कंकरीली और रेतीली मिट्टी पानी को कसैला बना देती है। भूरे रंग की मिट्टी क्षारीय पानी को जन्म देती है, पीली मिट्टी पानी को नमकीन बनाती है और नीली मिट्टी में भूमिगत पानी शुद्ध और ताजा हो जाता है।



उत्स्रुत कूप (पाताल तोड़ कुंआ)  
Artisen Well  
(स्रोत / Source : Daleswater.com)



Above verse (54.104) explains the relation of soil and water. It says that pebbly and sandy soil of copper colour makes water astringent. Brown-coloured soil gives rise to alkaline water, yellowish soil makes water briny and in blue soil underground water becomes pure and fresh.

रामायण में हमें उत्स्रुत कुओं के बारे में पता चलता है। श्लोक VI, 225.37–38, में कहा गया है कि भगवान राम के तीर द्वारा बनाए गए छेद के माध्यम से गहरी धरती से पानी लगातार वेग से निकलता है, यथा :

In Ramayana we come across the knowledge of artesian wells. The verses VI, 22.37-38 say that the water from deep earth comes out by force continuously through the hole created by arrow of Lord Rama as:

निपातितः शरो यत्र वज्राशनिसमप्रभः ॥ Ramayana, VI,22.36 ॥  
तस्माद व्रणमुखात् तोयमुत्पपात् रसातलात् ॥ Ramayana, VI,22.37 ॥  
स बभूत तदा कूपो व्रण इत्येव विश्रुतः ।  
सततं चोत्थितं तोयं समुद्रस्येव दृश्यते ॥ Ramayana, VI,22.38 ॥

यह वैज्ञानिक रूप से बहुत स्पष्ट है कि उत्स्रुत कुएं बल द्वारा निरन्तर बहते हैं। वायु पुराण में विभिन्न भूमिगत संरचनाओं और स्थलाकृति का भी उल्लेख किया गया है जैसे झीलें, बंजर पथ, घाटी, पहाड़ों के बीच चट्टानी दरार घाटी (अन्दोणी) (38.36)। पुराण के अध्याय 38 में पहाड़ी क्षेत्र में बड़ी संख्या में गर्म झरनों की बात की गई है।

It clearly and very scientifically explains the artesian well flowing continuously with force. The Vayu Purana also refers to the various underground structures and topography such as lakes, barren tracts, dales, rocky rift valley between mountains अन्दोणी (38.36). The chapter 38 of the Purana also speaks of a large number of hot springs in a mountainous region.

तथा ह्यनत्व तप्तानि सरंसि द्विज सत्तमाः ।  
शैलकुक्ष्यन्तरस्थानि सहस्राणि शतानि च ॥ Vayu.38.78 ॥

गोपथ ब्राह्मण भी दो प्रकार के गर्म और ठंडे झरनों या जल प्रपातों से परिचित थे। (II, 8)।

The Gopath Brahmana was also acquainted with two types of springs or falls, namely hot and cold (II, 8).

जैसा कि पिछले अध्याय में उल्लेख किया गया है, मार्कण्डेय पुराण में हमें किमपुरुस्वरस और सात अन्य देशों में पायी जाने वाली एक विलक्षण स्थलाकृति के बारे में पता चलाता है जहाँ पानी जमीन से बुदबुदाते हुए निकलता है (55.21–22)।

As mentioned in the previous chapter, in Markandeya Purana we come across a peculiar type of topography found in the Kimpurusavarsa and seven other countries where water bubbles up from the ground (55.21-22).

नवस्वपि च वर्षेषु सप्त सप्तकुलाचलाः ।  
रुकैकस्मिस्तथा देशे नद्याश्चाद्रि-विनिःसृताः ॥ Markandeya P.53.21 ॥  
यानि किंपुरुषाद्यानि वर्षाण्यष्टौ द्विजोत्तमः ।  
तेषूद्भिज्जानि तोयानि नैवं वार्यत्र भारते ॥ Markandeya P.53.22 ॥

**भावार्थ :** सभी नौ वर्षों में क्रमशः सात-सात कुलाचल (पर्वतों के कुल) हैं। उनके प्रत्येक प्रदेश में पर्वतों से निकली हुई नदियां विद्यमान हैं। हे द्विजोत्तम! जो किंपुरुषादि आठ वर्ष हैं, उनमें जल उद्भिद मात्रा हैं, क्योंकि इस भारतवर्ष में मेघ के जल की अधिकता है।

उपर्युक्त चर्चाओं से पता चलता है कि वृहत संहिता का अध्याय 54 भूजल अन्वेषण पर एक बहुत महत्वपूर्ण ग्रंथ है।

The above discussions reveal that chapter 54 of the Vrhat Samhita is a very important treatise on ground water exploration.

## उपसंहार

### Epilogue

अध्याय में प्रस्तुत चर्चा और संदर्भ बताते हैं कि भूजल उपस्थिति, वितरण, पूर्वक्षण और उपयोग की वैज्ञानिक अवधारणाएँ अच्छी तरह से विकसित थी। यही कारण है कि हड़प्पा सभ्यता के लोग कुओं की खुदाई करने और भूजल के उपयोग करने में सक्षम थे। भूआकृतिक विशेषताओं, दीमक के टीले, भूभौतिकीय विशेषताएं, मिट्टी, वनस्पति, जीव, चट्टानें और खनिज आदि जैसे जलविज्ञानीय संकेतकों के द्वारा भूजल की उपस्थिति का पता लगाया गया था, जो पूरी तरह से वैज्ञानिक है। प्राचीन भारतीयों द्वारा दीमक के टीले को भूजल के एक महत्वपूर्ण संकेतक के रूप में प्रयोग किया गया था। आधुनिक युग में भी इनकी उपस्थिति और भिन्नता भूमिगत झरनों की उपलब्धता के साथ संकेतक के रूप में जुड़ी हुई है। आधुनिक वैज्ञानिकों ने भी यह स्थापित किया है कि टीले के भीतर नमी को व्यावहारिक रूप से संतृप्ति स्तर पर (99–100%) रखा जाता है जो निकट में भूमिगत झरनों की उपस्थिति का संकेत है। ईसा से कई शताब्दियों पूर्व भारतीयों को भूमिगत जल धारक संरचनाओं, विभिन्न स्थानों पर भूजल के प्रवाह की दिशा में परिवर्तन, भिन्न भिन्न स्थान पर उच्च और निम्न भौम जल स्तर, गर्म और ठंडे झरने, कुओं के माध्यम से भूजल उपयोग, कुओं के निर्माण के तरीके और उपकरण, भूमिगत जल की गुणवत्ता और यहाँ तक कि उत्स्रुत कूप प्रणाली के बारे में पता था। भूजल का यह उच्च स्तर का ज्ञान प्राचीन काल में भारत के स्वदेशी लोगों द्वारा पूरी तरह से स्वतंत्र रूप से विकसित किया गया था।

Discussions and the references presented in the chapter show that there were well developed scientific concepts of groundwater occurrence, distribution, prospecting and utilization. It is for this reason that the people of Harappan civilization were able to dig the wells and able to utilize the groundwater. By means of hydrologic indicators such as physiographic features, termite mounds, geophysical characteristics, soils, flora, fauna, rocks and minerals etc., the presence of ground water was detected, which is fully scientific. Termite mounds were used as an important indicator of the groundwater by the ancient Indians. The presence and variation of these indicators have been linked up with the availability of underground springs in modern era too. Modern scientists have also established that the moisture within the mounds is kept practically at saturation level (99-100%) indicating the presence of underground spring in proximity. Well before many centuries of Christ, Indians were aware of underground water bearing structures, change in the direction of flow of ground water, high and low water tables at different places, hot and cold springs, ground water utilization by means of wells, well construction methods and equipment, underground water quality and even the artesian well schemes. This high level of knowledge of groundwater in those ancient times was developed by indigenous people of India altogether independently.



# जल गुणवत्ता और अपशिष्ट जल प्रबंधन

## अध्याय CHAPTER 7

### WATER QUALITY AND WASTE WATER MANAGEMENT

पूरे इतिहास में, पानी के उपयोग ने स्वास्थ्य, बीमारी और कल्याण के विभिन्न अनुभवों और व्याख्याओं और मूल्यों को प्रतिबिंबित किया है। यह विचार कि पानी भौतिक, सामाजिक और पारिस्थितिक वातावरण के बीच एक सामंजस्य को दर्शाता है पहले से ही प्राचीन चिकित्सा में देखा जा सकता है। लगभग 4000 वर्ष पूर्व, भारतीयों को पानी को उबालकर शुद्ध करने का ज्ञान था। बाद में, हिप्पोक्रेट्स पानी की गुणवत्ता को बेहतर बनाने के लिए, पानी को छानने और उबालने, दोनों के उपयोग करने के लिए जाना जाता था (यूनेस्को, आई.एच.पी. 2011)। एक समय में आधुनिक वैज्ञानिक, वर्षा जल को आसुत जल की तरह ही शुद्ध मानते थे। लेकिन बाद के अध्ययनों से पता चला कि ऐसा नहीं है। वर्षा का पानी, अभिलाक्षणिक रूप से जलचक्र में सबसे शुद्ध पानी है, लेकिन फिर भी वातावरण में वर्षा जल के गिरते समय 1 से कई सौ मिलीग्राम घुलित सामग्री प्रति लीटर पानी में एकत्र हो सकती है। वर्षा जल, जब पृथ्वी की ओर गिरता है, उसमें हवा से गैसों और धूल या अन्य वायु जनित सामग्रियों के कणों को घुलने का पर्याप्त अवसर मिलता है। इस प्रकार, वर्षा जल एक मिश्रित इलेक्ट्रोलाइट बन जाता है जिसमें विभिन्न मात्रा में प्रमुख और लघु धनायन तथा ऋणायन होते हैं। सोडियम, पोटेशियम, मैग्नीशियम, कैल्शियम, क्लोराइड, बाइकार्बोनेट और सल्फेट प्रमुख घटक हैं। अमोनिया और विभिन्न नाइट्रोजन यौगिक आमतौर पर

मौजूद होते हैं। औद्योगिक क्षेत्रों, बड़े जनसंख्या केंद्रों और मरुस्थलीय क्षेत्रों में स्थानीय रूप से धूल के कण जुड़ जाते हैं। भूमि आधारित कारकों में जो वर्षा जल की संरचना को बदलने में महत्वपूर्ण हो सकते हैं, ज्वालामुखी, वाष्पमुख, झरने और धूल के कणों द्वारा उत्सर्जित सल्फर हैं। महासागर के आसपास वर्षा के पानी में सामान्यतः 1.0 मिली ग्राम प्रति लीटर से कई दसियों मिलीग्राम प्रतिलीटर तक क्लोराइड होता है लेकिन इसकी मापी गई मात्रा सामान्यतः भूमि की दिशा में तेजी से घटती जाती है।

Throughout the history, the use of water has reflected various experiences and interpretations of and values about health, illness and well being. The idea that water reflects a harmony between the physical, social and ecological environment can already be found in ancient medicine. As long as 4,000 years ago, the Indians were having the knowledge of purifying the water through boiling. Latter, Hippocrates was known to use both water filters and boiling to improve water quality (UNESCO, IHP, 2011). The modern scientists at one time, used to consider rainwater as pure like distilled water. But later studies revealed that it is not so. The water of precipitation is characteristically the purest water in



the hydrological cycle, but even so it may collect from less than 1 to several hundred milligrams of dissolved material per litre of water during its fall through the atmosphere. Rainwater, as it falls to the earth, has ample opportunity to dissolve gases from the air and may also dissolve particles of dust or other air borne materials. Thus, rain water becomes a mixed electrolyte containing varying amounts of major and minor cations and anions. Sodium, potassium, magnesium, calcium, chloride, bicarbonate and sulphate are the major constituents. Ammonia and various nitrogen compounds are generally present. Dust particles are added locally in industrial areas, large population centres and desert areas. Among the land based factors which may be significant in altering the composition of rainwater are the sulphur emitted by volcanoes, fumaroles, springs, and dust particles. Rainwater close to the ocean commonly contains from 1.0 milligram per litre to several tens of milligrams per litre of chloride but the observed concentration generally decreases rapidly in a landward direction.

वेदों में, विशेष रूप से अथर्ववेद में, हमें जल गुणवत्ता के कुछ संदर्भ मिलते हैं। चरक संहिता, सुश्रुत संहिता (दोनों पूर्व या प्रारंभिक बौद्ध युगीन) और अष्टांग हृदय संहिता (9वीं शताब्दी ईस्वी), आयुर्वेद (जीवन के विज्ञान) पर पहले के युग के दौरान संचित ज्ञान के भंडार हैं। इन सभी प्राचीन मानक ग्रंथों में, पानी की गुणवत्ता पर संभाषण आयुर्वेद का महत्वपूर्ण पहलू है। भावमिस्रा का भाव प्रकाश (16वीं शताब्दी ईस्वी), जो करीब-करीब प्राचीन काल के सभी आयुर्वेदिक ग्रंथों का एक संकलन है, भी विस्तृत रूप से पानी की गुणवत्ता से संबंधित है।

In Vedas, we get some references to water quality, especially in Atharv Veda. Charaka Samhita, Susruta Samhita (both of pre or early Buddhist era), and Ashtanga Hridaya Samhita (9<sup>th</sup> century AD) are the repositories of knowledge accumulated on Ayurveda (Science of Life), during the earlier period. In all these ancient standard texts, discourses on water quality constitute an important aspect of Ayurveda. Bhavamisra's Bhava Prakash (16<sup>th</sup> century AD), which is more or less a compilation of all the Ayurvedic

texts of earlier antiquity, also elaborately deals with water quality.

ऋग्वेद में श्लोक V, 83.4 में वृक्षारोपण, वन संरक्षण और यज्ञ के बारे में बताया गया है ताकि मानव जाति की भलाई के लिए शुद्ध और स्वस्थ वातावरण और अच्छी गुणवत्ता के जल का निर्माण हो सके:—

In the Rig Veda, the verse V,83.4 speaks about the tree plantation, forest conservation and yajna (यज्ञ) so as to create pure and healthy environment and good quality of water for well being of mankind as:

प्र वाता वान्ति पतयन्ति विद्युत् उदोषधीर्जिहते पिन्वते स्वः ।  
इरा विश्वस्मै भुवनाय जायते यत्पर्जन्यः पृथ्वी रेतसावति ॥ R.V.,V,83.4 ॥

**भावार्थ :** मनुष्य को चाहिए कि जिस मेघ से सबका पालन होता है उसकी वृद्धि



शुद्ध जल एवं स्वस्थ वातावरण हेतु वृक्षारोपण के महत्व को वेदों में वर्णित किया गया है  
Importance of plantation for pure water and healthy atmosphere is described in Vedas  
(स्रोत / Source : Leek Gardem)



वृक्षों के लगाने, वनों की रक्षा करने और होम करने से सिद्ध करें जिससे सबका पालन सुख से होवे।

इसी तरह, ऋग्वेद के श्लोक VII, 50.4 में भी पानी की शुद्धि के लिए यज्ञ के महत्त्व का पता चलता है। यजुर्वेद में (I, 12), हम पदार्थों के संयोजन के कारण संदूषण और पदार्थ को छोटे-छोटे कणों में तोड़कर, यानी यज्ञ द्वारा अग्नि को शुद्धिकरण के प्रमुख स्रोत के रूप में पढ़ते हैं, गर्मी और सूर्य की किरणें पानी को शुद्ध करने के स्रोत हैं। अर्थात्

Likewise, verse VII, 50.4 of the Rig Veda also reveals the importance of Yajna (यज्ञ) in relation to purification of water. In Yajur Veda (I,12), we read about the contamination due to combination of substances and about fire as the prime source of purification, by breaking the substances into minute particles, i.e. yanja, heat and sunrays are the agents to purify the water. viz.

पावत्रे स्थो वैष्णव्यौ सवितुर्वः प्रसव उत्पुनाभ्यच्छिद्रेण पवित्रेण सूर्यस्य रश्मिभिः ।  
देवीरापोऽअग्नेगुवोऽअग्नेपवोऽग्रऽइममद्य यज्ञं नयताग्रं यज्ञपति सुधातुं यज्ञपतिं  
देवयुम् ॥ YV.I,12 ॥

**भावार्थ :** जो पदार्थ संयोग से विकार को प्राप्त होते हैं वे अग्नि के निमित्त से अतिसूक्ष्म परमाणु रूप होकर वायु के बीच रहा करते हैं और कुछ शुद्ध भी हो जाते हैं परन्तु जैसी यज्ञ के अनुष्ठान से वायु और वृष्टि जल की उत्तम शुद्धि और पुष्टि होती है वैसी दूसरे उपाय से कभी नहीं हो सकती। इससे विद्वानों को चाहिए कि होमक्रिया और वायु अग्नि जल आदि पदार्थ व शिल्प विद्या से अच्छी-अच्छी सवारी बना के अनेक प्रकार के लाभ उठावें अर्थात् अपनी मनोकामना सिद्ध करके औरों की भी कामना सिद्धि करें। जो जल इस पृथ्वी से अन्तरिक्ष को चढ़कर वहां से लौटकर फिर पृथ्वी आदि पदार्थों को प्राप्त होते हैं वे प्रथम और जो मेघ में रहने वाले हैं वे दूसरे कहलाते हैं। ऐसी शतपथ ब्राह्मण में मेघ का वृत्र तथा सूर्य का इन्द्र नाम से वर्णन करके युद्धरूप कथा के प्रकाश से मेघविद्या दिखलाई है।

सामवेद (पिछला II, 187) में हमने पढ़ा है कि सूर्य की किरणें दही जैसी सफेद वर्षा

के शुद्ध रूप में आने का कारण बनती हैं।

In Sam Veda (Previous II.187), we read that the Sun rays cause the rain to come in purest form like white curd as:

इमास्त इन्द्र पृश्नयो घृतं दुहत आशिरम ।  
एनामृतस्य पिप्युषीः ॥ S.V.P,II.187 ॥

अथर्ववेद (ए.वी., 22.5) का एक श्लोक अधिक घास, उच्च वर्षा और खराब जल गुणवत्ता वाले क्षेत्रों में होने वाली बीमारियों के विरुद्ध निवारक उपाय करने का निर्देश देता है। यथा

A verse of Atharv Veda (V, 22.5) directs to take preventive measures against the diseases caused by the areas with much grass, high rainfall and bad water quality, viz.

ओकों अस्य मूजवन्त ओकों अस्य महावृषाः ।  
यावज्जातस्तक्मं स्तावानसि बल्हिकेषु न्योचरः ॥ A.V.V,22.5 ॥

**भावार्थ :** बहुत घास वाले और बहुत वृष्टि वाले देशों में ज्वर आदि रोग अधिक होते हैं, मनुष्य इसका प्रबन्ध रखें।

प्रसिद्ध महाकाव्य महाभारत (XII, 184.31 और 224.42) में हमने पानी के स्वाद के अनुसार उसके विभिन्न गुणों के बारे में पढ़ा है। इस प्रकार, यह स्पष्ट है कि उस समय इसके स्वाद के अनुसार पानी की गुणवत्ता को निर्दिष्ट करने के प्रयास किए गए थे।

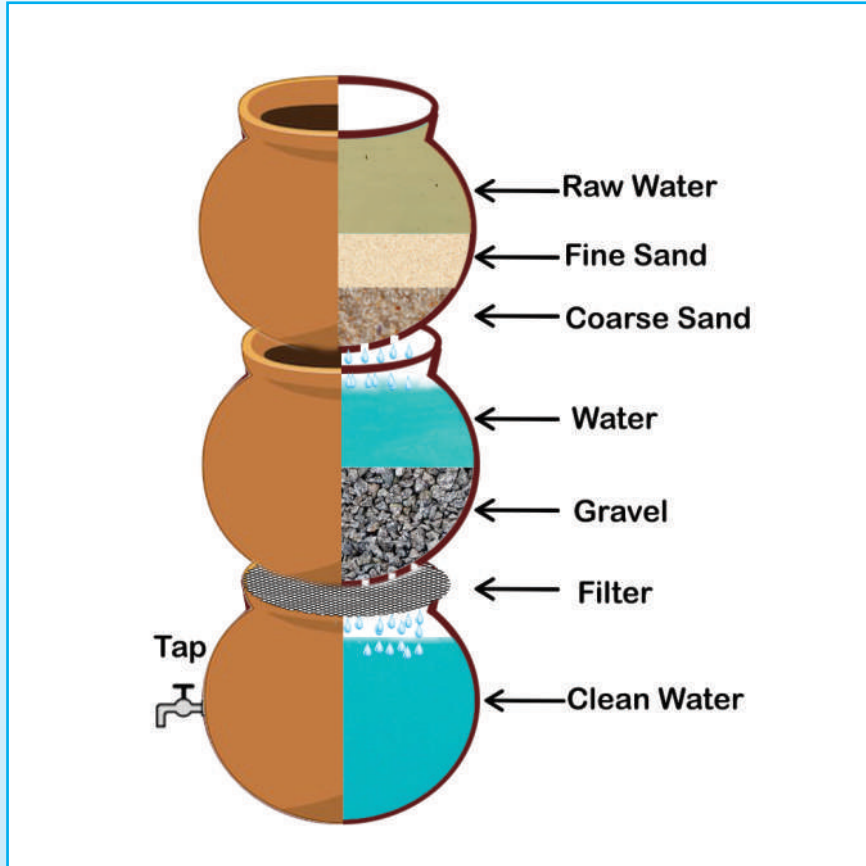
In the celebrated epic Mahabharata (XII,184.31 and 224.42), we read about the various qualities of water according to its taste. Thus, it is clear that during those days efforts were made to specify the water quality according to its taste.

रसो बहुविधः प्रोक्त ऋषिभिः प्राथियात्मभिः ।  
मधुरो लवणस्तिक्तः कषायोम्लः कटुस्तथा ॥ M.B.XII.184.3 ॥



वृहत संहिता के “दकार्गलम” नामक 54वें अध्याय में, हमें पानी की गुणवत्ता के कई संदर्भ मिलते हैं। श्लोक 54.2 में कहा गया है कि भूजल की जांच उसके पर्यावरण के संबंध में की जानी चाहिए।

In the Vrahat Samhita, we find many references to water quality in the 54<sup>th</sup> chapter named “Dakargala”. Verse 54.2 states that groundwater should be investigated in relation to its environment.



जल शोधन की प्राचीन पद्धति  
Traditional technique of water treatment  
(स्रोत / Source : Kiran Enterprise)

एकेन वर्णेन रसेन चाम्बरच्युतं नभस्तो वसुधाविशेषात् ।  
नानारसत्वं बहुवर्णतां च गतं परीक्ष्यं क्षितितुल्यमेव ॥ Vr.S.54.2 ॥  
सशर्करा ताम्रमही कषायं क्षारं धारित्री कपिला करोति ।  
आपाण्डुरायां लवणं प्रदिष्टं मृष्टं प्यो नीलवसुन्धरायाम् ॥ Vr.S.54.104 ॥

वृहत संहिता (54.104) में मिट्टी के रंग को जल गुणवत्ता का सूचक बताया गया है। यह कहता है कि “तांबे युक्त कंकड़मय और रेतीली मिट्टी पानी को कसैला बना देती है। भूरी रंग की मिट्टी क्षारीय पानी को जन्म देती है, पीली सफेद मिट्टी खारे पानी और नीले रंग की मिट्टी पानी को शुद्ध और मीठा बनाती है”। पेयजल की गुणवत्ता में सुधार के लिए एक जल उपचार विधि भी सुझाई गयी थी।

Soil colour has been described as an indicator of water quality in the Vrahat Samhita (54.104). It says that “pebbly and sandy soil containing copper makes water astringent (कसैला). Brown-coloured soil gives rise to alkaline water, pale white soil to salt water and blue coloured soil makes water pure and sweet”. A water treatment method was also suggested to improve the quality of drinking water as:

अज्जनमुस्तोशीरैः शराजकोशातकामलकचूर्णैः ।  
कतकफलसमायुक्तैर्योगः कूपे प्रदातव्यः ॥ Vr.S.54.121 ॥  
कलुषं कटुकं लवणं विरसं सलिलं यदि वाशुभगन्धि भवेत् ।  
तदनेन भवत्यमलं सुरसं सुसुगन्धि गणैरपरैश्च युतम् ॥ Vr.S.54.122 ॥

उपर्युक्त श्लोक कहते हैं कि अंजनम का एक मिश्रण (कोलिरियम, ऑटिमोनी या अमोनियम का अर्क), मस्त कंद (नागरमोथा), उसिरा (खास), राकोसटक का पाउडर (तोरई), और अमलका (आवला) कटका नटस के साथ संयुक्त रूप से एक कुएं में डाला जाना चाहिए। यदि पानी गंदा है, तीखा है, नमकीन, खराब स्वाद और अच्छी गंध का नहीं है, यह स्पष्ट, स्वादिष्ट, सुगंधित और अन्य अच्छे गुण वाला हो जाएगा। इस प्रकार, उस समय वराह मिहिर ने दूषित पानी के स्रोत से पीने योग्य पानी प्राप्त करने के लिए एक सरल विधि प्रस्तुत की थी। उपर्युक्त सभी पौधों की सामग्री औषधीय मूल्य की है और आमतौर पर भारत के लगभग सभी हिस्सों में उपलब्ध है। प्राचीन चिकित्सा ग्रंथों में जैसे कि चरक संहिता,



सुश्रुत संहिता और अष्टांगहृदय संहिता (वाग्भट्ट द्वारा), जिन्हें सामूहिक रूप से ब्रह्मत्रोय (महान त्रय) के रूप में जाना जाता है और तीन अन्य आयुर्वेदिक ग्रंथ माधवनिंदम, सारंगधारा संहिता और भाव प्रकाश, जिसे सामूहिक रूप से लघुत्रेई (छोटी त्रय) के नाम से जाना जाता है, इनमें भी कुछ पानी की गुणवत्ता के संदर्भ उपलब्ध हैं। भाव प्रकाश में कई हिस्से चरक, सुश्रुत, वाग्भट और तांत्रिक के चिकित्सा ग्रंथों से शामिल किये गए हैं। भाव प्रकाश का दसवां अध्याय जिसमें 86 श्लोक हैं, वारी वर्गाह नाम से जाना जाता है, पानी के विभिन्न पहलुओं से संबंधित है। यहाँ उपर्युक्त पाठ (वारी वर्गाह भाग का 10वें अध्याय) में दिये गये पानी की गुणवत्ता के कुछ पहलुओं को दिया गया है और प्रसाद (1979) द्वारा भी इसका विश्लेषण किया गया है। श्लोक 2 में जल के महत्त्वपूर्ण गुण और जीवों के लिए इसकी उपयोगिता बताई गई है, जैसे:—

The above verses say that a mixture of Anjanam (collyrium, autimony or extract of ammonium), Musta tubers (Nagarmodha), Usira (Khas), Powder of Rajkosataka (Torayi), and Amalaka (आंवला), combined with Kataka nuts should be put into a well. If the water is turbid, pungent, saltish, of bad taste and not of good odour, it will be rendered clear, tasty, aromatic, and with other good qualities. Thus, Varahamihira at that time presented a simple method for obtaining potable water from a contaminated source of water. All above plant materials have medicinal value and are commonly available in almost all parts of India. In ancient medical texts such as Charaka Samhita, Susruta Samhita and Astangahradaaya Samhita (by Vagbhata), collectively known as Brahattrayi (Great triad), and three other ayurvedic texts Madhavanidanam, Sarangadhara Samhita and Bhavaprakasha, collectively known as Laghutrayi (small triad), some references to water quality are available. In Bhava Prakash many parts have been incorporated from the medical texts of Charaka, Susruta, Vagbhata and the Tantrik texts. The tenth chapter of Bhava Prakash with 86 verses named as Vari Vargah deals with different aspects of water. Here some aspects of water quality are presented as given in above text (10<sup>th</sup> chapter, Vari Vargah part) and also analyzed by

Prasad (1979). The shloka 2 states the important properties of water and its usefulness for the living beings, as:

पानीयं श्रमनाशनं क्लमहरं मूर्च्छापिपासाहरं तन्द्राच्छर्दिबिबन्धहृद्वलकरं निद्राहरं तर्पणम्।  
हृद्यं गुप्तरसं ह्यजीर्णशमकं नित्यं हितं शीतलं लघ्वच्छं रसकारणं निगदितं  
पीयूषवज्जीवनम्। X.2।।

**भावार्थ :** “पानी शरीर और मन की थकान को दूर करता है, कमजोरी को नष्ट करता है। यह हृदय के लिए अच्छा है, संतुष्टि देता है, कोमल, स्पष्ट, रसों का स्रोत है और उल्टी, नींद की प्रवृत्ति और कब्ज को नष्ट करता है।

**Meaning:** “The water eliminates the fatigue of the body and mind, destroys weakness. It is good for heart, gives satisfaction, soft, clear, origin of rasas, and destroyer of vomiting, sleeping tendency and constipation”.

श्लोक 3 और 4 में, पानी के विभिन्न रूपों का वर्गीकरण और नामकरण इस प्रकार किया गया है:—

In shloka 3 and 4, the classification and nomenclature of different forms of water have been given as:

पानीयं मुनिभिः प्रोक्तं दिव्यं भौममिति द्विधा।। X.3।।  
दिव्यं चतुर्विधं प्रोक्तं धाराजं करकाभवम्।  
तौषारं च तथा हैमं तेषु धारं गुणाधिकम्।। X.4।।

पानी जो आकाश से बरसता है उसे ‘दिव्यम्’ कहा जाता है और जब यह पृथ्वी पर या भूजल के रूप में एकत्र हो जाता है, तो इसे ऋषियों द्वारा ‘भौम’ कहा जाता है। ‘दिव्यम्’ जल को चार श्रेणियों में बांटा गया है— ‘धाराजलम्’ आकाश से निरंतर बौछार के रूप में गिरता है, ‘करकाभवम्’ जब यह पत्थरों के टुकड़ों की तरह गिरता है, ‘तौसारम्’ धुएँ आदि से मुक्त होता है और ‘हेमम्’ हिमालय की बर्फ से बनता है। इसमें ‘धाराजलम्’ बेहतर है, जिसमें गुणों की भरमार है।

Water which rains from sky is called 'Divyam' and when it gets collected



on the earth or as ground water, it is termed as 'Bhaumam' by sages. 'Divyan' water is divided in four categories: 'Dharajalam' falls as continuous shower from sky, 'Karakabhavam' when it falls like the pieces of stones, 'Tausaram' is free from the smoke etc. and 'Haimam' is caused from the snow of Himalayas. Among these 'Dharajalam' is better, having full of qualities.

इसी तरह, श्लोक 25 में स्थलीय जल (भौम जलम्) का वर्गीकरण दिया गया है।

Similarly, shloka 25 gives classification of Terrestrial water (Bhauma Jalam).



हिमालय में हिम आच्छादित क्षेत्र से निकलती जलधारा  
A water stream in the snow clad Himalayas  
(स्रोत / Source : Shutterstock)

भौममम्भो निगदितं प्रथमं त्रिविधं बुधैः।  
जागलं परमानूपं ततः साधारणं क्रमात् ॥ X.25 ॥

इसका अर्थ है, "भौम जलम् तीन प्रकार का है जैसे जांगलम्, अनुपम्, और सुधारनम्। उपर्युक्त जल विभाजन उन क्षेत्रों की विशेषताओं पर आधारित होते हैं जिन्हें उनकी पर्यावरणीय स्थितियों के अनुसार विभेदित किया जाता है, जैसे:-

It means, "the Bhaum Jalam is of three varieties viz. Jangalam, Anupam, and Sudharanam. Above water divisions are based on the characteristics of the regions which are differentiated according to their environmental conditions, as:

अल्पोदकोऽल्पवृक्षश्च पित्तरक्तामयान्वितः।  
ज्ञातव्यो जांगलो देशस्तत्रात्यं जांगलं जलम् ॥  
X.26 ॥

बह्वम्बुर्बहुवृक्षश्च वातश्लेष्मामयान्वितः।  
देशोऽनूप इति ख्यात आनूपं तद्भवं जलम् ॥  
X.27 ॥

मिश्रचिह्नस्तु यो देशः स हि साधारणः स्मृतः।  
तस्मिन्देशे यदुदकं तत्तु साधारणं स्मृतम् ॥  
X.28 ॥

जांगलं सलिलं रुक्षं लवणं लघु पित्तनुत्।  
वह्निकृत्कफहृत्पभ्यं विकारान् हरते बहून् ॥  
X.29 ॥

आनूपं वार्यभिष्यन्दि स्वादु स्निग्धं धनं गुरु।  
वह्निहृत्कफकृद्धृद्यं विकारान्कुरुते बहून् ॥  
X.30 ॥

साधारणं तु मधुरं दीपनं शीतलं लघु।  
तर्पणं रोचनं तृष्णादाहदोशत्रयप्रणुत् ॥  
X.31 ॥



उपर्युक्त श्लोकों के अनुसार, वे देश जिनमें पेड़ और पानी कम हैं जिससे पित्त और वात विकार पैदा होते हैं वे जांगल क्षेत्र हैं और इन क्षेत्रों में उत्पन्न जल को जांगल पानी कहा जाता है। जिस क्षेत्र में पानी और पेड़ प्रचुर मात्रा में हैं और वात और कफ रोगों को रोकने में सक्षम हैं उसके जल को अनुपम जल कहा जाता है। ऊपर के दोनों क्षेत्रों की मिश्रित विशेषताओं वाले क्षेत्र को साधारण क्षेत्र कहा जाता है, और इसके पानी को साधारण जलम् कहा जाता है। जांगल का पानी खारा, नरम है, पित्त और कफ को खत्म करता है, पाचन को बढ़ावा देता है, और रोगों में एक अच्छा आहार है। अनूप पानी स्वादिष्ट, तैलीय, चिपचिपा, कठोर, पाचन को कम करने वाला, कफ को बढ़ावा देने वाला और अन्य विकारों का निर्माता है। साधारण जलम मधुर है, पाचन को बढ़ावा देता है, नरम, ठंडा शांत, सुखद है और त्रिदोष (तीन रोग) को समाप्त करता है। इस प्रकार, हम यहाँ देखते हैं कि पानी के अध्ययन में, पारिस्थितिकी के अनेक कारकों पर भी विचार किया गया है।

According to the above verses, the country having sparse trees and less water and having bad effect of causing pitta and vata disorders are the Jangala region and water originated in this region is termed as Jangala water. The region having plenty of water and abundant trees and able to cause Vata and Kapha diseases is called Anupam and its water as Anupam water. The regions having mixed characteristics of above two types is called Sadharanam region, and its water is called Sadharana Jalam. Jangala water is saltish, soft, eliminates Pitta and Kapha, promotes digestion, and a good diet in diseases. Anupa water is tasty, oily, viscus, hard, retards digestion, promotes Kapha and is a creator of other disorders. Sadharana Jalam is sweet, promotes digestion, soft, cool, pleasant and eliminates tridosa (three diseases). Thus, we see here that in the study of water, a large number of factors of ecology have also been considered.

## जल गुणवत्ता मानक

### Water Quality Standards

ऊपर दिए गए विभिन्न संदर्भों में, विभिन्न स्थानों पर, विशदं (स्पष्ट, स्वच्छ, शुद्ध, पारदर्शी आदि), स्वच्छम (स्पष्ट), निर्दोष (दोष रहित), कलुषम (प्रदूषित) और

निर्मल त्वं (प्रदूषण रहित) जैसे शब्द मिलते हैं।

In the various reference quoted above, at various places, we come across the words such as विशदं (clear, clean, pure, pellucid, etc.), स्वच्छम् (clear), निर्दोष (blemishless), कलुषं (polluted) and निर्मल त्वं (unpolluted).

श्लोक 78–81 दूषित पानी की विशेषताओं का इस प्रकार वर्णन करते हैं:–

Shlokas 78-81 describe the characteristics of the contaminated water as:

पिच्छिलं कृमिलं क्लिन्नं पर्णशैवालदकर्मैः।  
विवर्णं विरसं सान्द्रं दुर्गन्धं न हितं जलम् ॥ X.78 ॥  
कलुषं छन्नमम्भोजपर्णनीलीतृणादिभिः।  
दुःस्पर्शनमसंपृष्टं सौरचान्द्रमरीचिभिः ॥ X.79 ॥  
अनार्त्तवं वार्षिकं तु प्रथम तच्च भूमिगम्।  
व्यापन्नं परिहर्त्तव्यं सर्वदोषप्रकोपणम् ॥ X.80 ॥  
तत्कुर्व्यात्स्नानपानाभ्यां तृष्णाध्मानचिरज्वरान्।  
कासाग्निमांद्याभिष्यन्दकण्डूगण्डादिकं तथा ॥ X.81 ॥

**भावार्थ :** जो जल—पिच्छिल, कृमियुक्त, पत्ते, सिवार तथा कीच से खराब हुआ, बुरे वर्णवाला, रसरहित, गाढ़ा अथवा दुर्गन्ध युक्त हो वह हितकारी नहीं होता। वैसे ही कलुषित (गंदला) कमल के पत्ते, सिवार तथा तृणादिक से आच्छादित, बुरे स्थान का, सूर्य तथा चन्द्रमा की किरणों से रहित, बिना ऋतु पृथ्वी पर प्रथम वर्षा का एकत्रित जल और बिगड़ा हुआ जल त्याग देना चाहिए। कारण कि— उस जल से संपूर्ण दोष कृपित होते हैं। इस प्रकार के जल से स्नान करने तथा पीने से तृषा (प्यास), अफारा (आध्मान), जीर्णज्वार, खाँसी, अग्नि की मन्दता, अभिष्यन्दी, कण्डू, गलगण्ड आदि रोग उत्पन्न हो जाते हैं।

इन श्लोकों के अनुसार “पानी जो चिपचिपी प्रकृति का हो, जिसमें कीड़े हों, और पत्तियों और कीचड़ से खराब हो, खराब गंध का हो, वह स्वास्थ्य के लिए अच्छा नहीं होता है। गन्दा पानी, कमल के पत्तों, घास आदि से ढका पानी और सूर्य या चाँद की रोशनी के बिना, बिना किसी हलचल के, या बिना समय वर्षा के कारण



या पहली वर्षा का पानी जो जमीन में एकत्र हो जाता है, ऐसा पानी कई विकारों का स्रोत है। इस प्रकार, पीने के उपयोग और स्नानादि प्रयोजनों के लिए उन्हें निषिद्ध किया जाना चाहिए क्योंकि इस तरह के पानी के उपयोग से तृषा, आध्यामान, जीर्ण ज्वर, अग्नमान्द, कण्डु, गण्डा आदि रोग होते हैं। अन्य श्लोकों का एक महत्वपूर्ण अध्ययन भी विभिन्न उपयोगों के लिए पानी की गुणवत्ता मानक के लिए प्राचीन भारतीयों के दृष्टिकोण को स्पष्ट रूप से प्रकट करता है।

According to these verses“waters which are of sticky nature, containing worms and spoilt by leaves and mud, of bad colour, thick, of bad smell, are not good for health. Muddy water and water covered by lotus leaves, grass etc., un-illuminated by sunlight or moonlight, lacking movement, caused by untimely rain or the first rain water which gets collected in the ground, such waters are the source of many disorders. Thus, they should be prohibited because the use of such waters for drinking and bathing purposes, cause तृषा, आध्यामान, जीर्णज्वर, अग्नमान्द, कण्डु, गण्डा and so on. A critical study of other shlokas also clearly reveals the approach of ancient Indians for water quality standard for different uses.

विभिन्न स्रोतों एवं ऋतु के अनुसार पानी की गुणवत्ता में भिन्नता को श्लोक 59–67 में समझाया गया है।

Variation in the quality of water with seasons, as also from different sources, has been explained in shlokas 59-67.

हेमन्ते सारसं तोयं ताड़ागं वा हितं स्मृतम् ।  
हेमन्ते विहितं तोयं शिशिरेऽपि प्रशस्यते ॥ X.59 ॥  
वसन्तग्रीष्मयोः कौप वाप्यं वा नैर्झरं जलम् ।  
नादेयं वारि नादेयं वसन्तग्रीष्मयोर्बुधैः ॥ X.60 ॥  
विषवद्वनवृक्षाणां पत्राद्यैर्दूषितं यतः ।

औद्भिदं चान्तरिक्षं वा कौपं वा प्रावृषि स्मतम् ।  
शस्तं शरदि नादेयं नीरमंशूदकं परम् ॥ X.61 ॥  
दिवा रविकरैर्जुष्टं निशि शीतकरांशुभिः ।  
ज्ञेयमंशूदकं नाम स्निग्धं दोषत्रयापहम् ॥ X.62 ॥  
अनभिष्यन्दि निर्दोषमान्तरिक्षजलोपमम् ।  
बल्यं रसायनं मेध्यं शीतं लघु सुधासमम् ॥ X.63 ॥



प्राकृतिक तरीकों द्वारा तालाब जल का शोधन  
Treatment of pond water by natural techniques  
(स्रोत / Source : NIH Roorkee)

शरदि स्वच्छमुदयादगस्त्याखिलं हितम् ॥ X.64 ॥  
 पौषे वारि सरोजातं माघे तत्तु तडागजम् ।  
 फाल्गुने कूपसंभूतं चैत्रे चौञ्ज्यं हितं मतम् ॥ X.65 ॥  
 भाद्रे कौपं पयः शस्तमाश्विने चौञ्ज्यमेव च ।  
 कार्तिके मार्गशीर्षे च जलमात्रं प्रशस्यते ॥ X.67 ॥

**भावार्थ :** हेमन्त और शिशिर ऋतु में सरोवर तथा तड़ाग का जल हितकारी है । वसन्त और ग्रीष्म ऋतु में कुएं, बावड़ी तथा पर्वतों के झरने का जल हितकारी है । बुद्धिमान जन के लिए वसन्त और ग्रीष्म ऋतु में नदी का जल नहीं पीना चाहिए । कारण कि इन दिनों में जंगल के विषैले वृक्षों के पत्तों आदि से जल दूषित होता है । वर्षा ऋतु में औदभिद, आन्तरिक्ष (आकाशीय) अथवा कूप का जल पीना चाहिए । शरद ऋतु में नदी का जल तथा जिस जलाशय के ऊपर संपूर्ण दिन सूर्य की किरणें पड़ती हों तथा रात्रि में चन्द्रमा की किरणें पड़ती हों ऐसे जलाशय का पानी हितकारी है । इस तरह के जो जलाशय हैं उनके जल को अंशूदक कहते हैं ।

**अंशूदक जल :** स्निग्ध, त्रिदोषनाशक, अनभिष्यन्दि, निर्दोष, अन्तरिक्ष (आकाश) जल के सदृश, बलकारक, रसायन रूप, मेघा को हितकारी, शीतल, हल्का और अमृत के समान है । कोई-कोई ऐसा भी कहते हैं कि शरद ऋतु में अगस्त्य का उदय होने पर संपूर्ण जल हितकारी है । वृद्ध सुश्रुत का कथन है कि पौष मास में सरोवर (झील) का जल, माघ में तड़ाग का, फाल्गुन में कुएं का, चैत्र में चौञ्का और कार्तिक तथा मार्गशीर्ष (अगहन) में सभी जलाशयों का जल हितकारी है ।

**Meaning:** “Water belonging to ponds and tanks during the season हेमन्त (winter, i.e. November–January) are good; during शिशिर (the cool season, i.e. January–March) also the same waters are superior. During बसन्त (Spring, i.e., March–May) and ग्रीष्म (summer, i.e. May–July) the water belonging to wells, stepped deep wells and rocky springs are good. During बसन्त and ग्रीष्म seasons waters of rivers should not be used for drinking because during these seasons the river water becomes contaminated with the leaves of poisonous trees etc. During rainy season aubhida water (ground water of artesian character) or antariksha water

(the atmospheric precipitation) are good. During शरद season, waters of the rivers and waters, illuminated by the sun during day time and by the moon during nights, called amsudakam, are good. Ansudak water is destroyer of the Tridosha, not causing abhisya and is free from bad qualities. It is equal to akasodakam, good for brain, soft and cool. During शरद season after the rise of star Agastya in the sky all waters become pure. Vriddha Susruta said that during the month of Pusya waters from lakes or ponds, during Magha waters from tanks, during Phalguna waters from wells, during Chaitra Chaunja (valley stream water), during Vaisakha Nairjara water etc., during the months of Jyestha the water of artesian character, Asadha the well water and in Kartika and Margasira all kinds of waters are good”.

## पानी की गुणवत्ता को प्रभावित करने वाले कारक

### Factors affecting water quality

जैसा कि भाव प्रकाश के उपरोक्त श्लोकों से देखा जा सकता है, हम जल गुणवत्ता को प्रभावित करने वाले कुछ कारकों की पहचान कर सकते हैं, जैसे कि हेम जलम् यानि हिमनद का पानी, भौम जलम् यानि भूजल, नादेय जलम् (नदी का पानी), आदभिद जलम् (भूजल में आर्टिसियन अभिलक्षण के साथ बहने वाला), निर्झर (जल प्रपात वाला जल), तड़ाग जल (तालाब का पानी), कौप जल (कुओं का पानी), चौञ्जय जल (यानि घाटी का जल, श्लोक 65) और उनके गुणों का भाव प्रकाशन में वर्णन किया गया है, जो पानी की गुणवत्ता पर भौगोलिक स्थिति के प्रभाव के ज्ञान को दर्शाता है । जैसा कि श्लोक 26–27–28 में पहले वर्णित है, ये स्थितियाँ पृथ्वी के विभिन्न रूपों, अनूप, जांगल और साधारण में अंतर से संबंधित हैं । पानी गुणवत्ता पर कृषि की जाने वाली मिट्टी का प्रभाव भी (केदार जल, श्लोक 57) वर्णित है । अर्थात् :

As seen from above shlokas of Bhava Prakash, we can identify some factors affecting the quality of water. हेम जलम् i.e. glacial water भौम जलम् i.e. ground water, नादेय जलम् (river water), औदभिद जलम् (ground water





केदारताल : हेम जल का उदाहरण  
Kedartal : An example of glacier water  
(स्रोत / Source : Discovery Hike)

flowing with artesian character), निर्झर (water fall water), तडाग जल (pond Water), कौप जल (wells water), चौज्य जल (i.e. valley stream water, Shloka 65) and their qualities have been described in Bhava Prakasha in details, indicating the knowledge of the effect of geographic condition on the quality of water. These conditions are related to the differences in the earth as अनूप, जांगल and साधारण regions as described before in shlokas 26-27-28. The effect of agricultural soil on water quality (केदार जल, Shloka 57) is also described. viz.

केदारः क्षेत्रमुद्दिष्टं कैदारं तज्जलं स्मृतम् ।  
कैदारं वायुर्यभिष्यन्दि मधुरं गुरु दोषकृत ॥ X.57 ॥

यह पानी की गुणवत्ता पर सड़ने वाली वनस्पति के प्रभाव का भी वर्णन करता है। साथ ही पानी में सूर्य की रोशनी के भेदन की कमी और पानी के ठहराव से पानी की गुणवत्ता पर पड़ने वाले प्रभाव की चर्चा की गई है (श्लोक 78 और 81)। ये श्लोक बताते हैं कि आधुनिक जल गुणवत्ता संबंधी अवधारणाएँ भारत में प्राचीन काल में अच्छी तरह से जानी जाती थी।

It also describes the effect of decaying vegetation on water quality. Also the effect of stagnation and lack of the penetration of sun light in water, on the water quality have been discussed (Shlokas 78 to 81). These verses show that the modern water quality related concepts were well known during ancient times in India.

पानी को कठोरता का ज्ञान कई श्लोकों (7, 19, 21, 24, 29 और 43) में वर्णित किया गया है, जो मूल के अनुसार विभिन्न जल के गुणों को उद्धृत करते हैं :

The knowledge of the hardness of water has been described in many shlokas (7,19,21,24,29 and 43) quoting the properties of various waters according to origin as:

धारनीरं त्रिदोषघ्नमनिर्देश्यकरं लघु ।  
सौम्यं रसायनं बल्यं तर्पणं ह लादि जीवनम् ॥ X.7 ॥

**भावार्थ** : धराज जल त्रिदोषनाशक, अपूर्व रस वाला, हल्का, सौम्य, रसायन, बलदायक, तृप्तिकारक, आनन्ददायक, जीवन रूप, पाचन, बुद्धिवर्धक और मुर्च्छा, आलस्य दाह, परिश्रम, ग्लानि तथा तृषानाशक है।



करकाजं जलं रुक्षं विशदं गुरु च स्थिरम् ।  
दारुणं शीतलं सान्द्रं पित्तहृत्कफवातकृत् ॥ X.19 ॥

**भावार्थ :** दिव्य वायु और अग्नि के संयोग से पत्थर के टुकड़ों सदृश जो जल गिरता है, उसको करकाभव जल (ओला) कहते हैं ।

यहाँ, सौम्य का अर्थ है मृदु और रुक्ष या दारुणम का अर्थ है कठोर पानी ।

Here, सौम्यम् (Saumayam) means soft and रुक्षं (ruksam) or दारुणं (darunam) means hard water.

पानी के संबंध में रोगों का वर्णन किया गया है । यह श्लोक X27–31, X78–81 और कुछ अन्य श्लोकों से स्पष्ट है । पानी की गुणवत्ता और संबंधित विषयों पर यह कथन काफी वैज्ञानिक है और प्राचीन भारतीयों के व्यापक दृष्टिकोण को दर्शाता है ।

Diseases in relation to water have been described. This is clear from the verses X.27-31, X.78-81 and some other verses. This discourse on water quality and related subjects is quite scientific and shows broad outlook of ancient Indians.

## जल उपचार

### Water Treatment

श्लोक 5 और 6, पानी को कपड़े से छानने के बाद सोने, चांदी, तांबे और कांच के बर्तन या मिट्टी के बर्तन में संग्रह का सुझाव देते हैं । इससे शुद्ध जल प्राप्त करने के लिए उनके द्वारा दिए गए ध्यान का पता चलता है ।

Shlokas 5 and 6 suggest collection of water in golden, silver, copper and glass vessels or earthen pots, after filtrating from cloth. It reveals the attention paid to get clear water.

धाराभिः पतितं तोयं गृहीतं स्फीतवाससा ।  
शिलायां वसुधायां वा धौतायां पतितं च तत् ॥ X.5 ॥  
सौवर्णं राजते ताम्रे स्फाटिके काचनिर्मिते ।  
भाजने मृग्मये वापि स्थापितं धारमुच्यते ॥ X.6 ॥

**भावार्थ :** धराज जल की परिभाषा— धरा—रूप से गिरा हुआ जल स्वच्छ पत्थर पर गिरा हुआ हो, अथवा धुली हुई पृथ्वी पर गिरा हो । उसको वस्त्र से छानकर सुवर्ण, चांदी, ताँबा, स्फटिक, काँच अथवा मिट्टी के पात्र में भरकर जो रख दिया जाता है वही धराज जल कहलाता है ।

श्लोक 82 में, हमें बताया गया है कि पीने के पानी का उपचार गर्म करके या उबालकर और छानकर किया जाना चाहिए । श्लोक 83 में गर्म रेत, पत्थरों आदि



मिट्टी के बर्तनों में पीने के पानी का संग्रहण  
Storage of drinking water in earthen pots  
(स्रोत / Source : Dreamstime)



की सहायता से और सुगंधित पदार्थों के साथ पानी के उपचार का पता चलता है। यथा :

In shloka 82, we are told that water treatment for drinking purpose should be done by heating or boiling and filtration. Shloka 83 reveals the treatment of water with the aid of heated sand, stones etc. and aromatic materials viz.

निंदितं चापि पानीयं क्वथितं सूर्यतापितम् ।  
सुवर्णं रजतं लोहं पाषाणं सिकतामपि ॥ X.82 ॥  
भृशं सन्ताप्य निर्वाप्य सप्तधा साधितं तथा ।  
कर्पूरजातिपुन्नागपाटलादिसुवासितम् ॥ X.83 ॥  
शुचि सांद्रपटस्रावि क्षुद्रजन्तुविवर्जितम् ।  
स्वच्छं कनकमुक्ताद्यैः शुद्धं स्याद्दोषवर्जितम् ॥ X.84 ॥  
पर्णमूलबिसग्रंथिमुक्ताकनकशैवलैः ।  
गोमेदेन च वस्त्रेण कुर्याद्बुप्रसादनम् ॥ X.85 ॥

**भावार्थ :** “दूषित पानी को उबालने से, सूर्य की किरण के संपर्क में लाने से या गर्म सोने, चांदी, लोहा, पत्थर या रेत से बुझाकर शुद्ध किया जा सकता है और इसे कैम्फर, जैती (चमेली, जासमीनम ग्रेडफ्लोरम), पुन्नागा (नागकेसर), कैलोफ्यल्लुम इनोफ्यल्लुम), पाताल (पधार, कसेक्यलविपिश्स बंडूकेल्ला) आदि से सुगंधित कर और फिर साफ कपड़े से छानकर छोटे कीटाणुओं से मुक्त पानी बनाया जाता है। इसे सोने, मोती आदि से शुद्ध करके भी प्रदूषण मुक्त किया जाता है। पानी को पत्तियों, जड़ों, कमल के पत्तों के डंटल, सोना, मोती, कपड़े आदि से मुक्त किया जाना चाहिए।”

**Meaning:** “Contaminated water can be purified by boiling, by exposure to the sun's ray or by quenching with fire heated gold, silver, iron, stone or sand and flavouring it with the smell of Camphor, jati (Chameli; Jasminum grandiflorum), Punnaga (Nogkesar; Calophyllum inophyllum), Patala (Padhar; cocalpinia banducella) etc. and then filtration through clean cloth makes water free from small germs. Purifying it with gold, pearl, etc.

also makes it free from pollution. Water should be made free from leaves, roots, stalks of lotus leaves, gold, pearls, cloth etc.”

उपर्युक्त उपचार प्रक्रिया से हमें पता चलता है कि तेज धूप, ताप, छानने, वातन और सुगंधित घटकों के मिलाने के सकारात्मक प्रभावों का ग्रंथों में स्पष्ट रूप से वर्णन है। पानी के ठहराव, पत्तियों द्वारा पानी के दूषित होने, शैवाल आदि के बुरे प्रभावों का भी वर्णन किया गया है। दी गई उपचार विधियों में किसी महंगी वस्तु की आवश्यकता नहीं है और पानी के कोई वांछनीय गुण परिवर्तित नहीं होंगे, जो आधुनिक जल उपचार के रासायनिक तरीकों की एक बड़ी कमी है।

From above treatment procedure we gather that the positive effects of intense sunlight, heating, filtration, aeration and addition of aromatic components are clearly revealed in the treatise. The bad effects of stagnation of water, contamination of water by leaves, algae etc. are also described. The treatment methods given need no costly inputs and no desirable qualities of water will be changed, which is a major drawback of the modern chemical methods of water treatment.

## अपशिष्ट जल प्रबंधन तकनीक

### Waste water Management Techniques

स्वच्छता की कमी मानव विकास को उसी या उससे भी अधिक सीमा तक प्रभावित करती है जितना कि स्वच्छ जल की कमी। जबकि अपशिष्ट जल उपचार पर चर्चा करते समय एक अतिरिक्त लांछन हो सकता है, स्वच्छता को व्यापक रूप से वित्तीय और राजनीतिक संसाधनों के साथ-साथ मानव जाति के विकास पर एक महत्वपूर्ण दावे के रूप में माना जाता है। विक्टर ह्यूगो (1892) के अनुसार, ‘मानव का इतिहास सीवर के इतिहास में परिलक्षित होता है’। यह कहावत स्वच्छता और अपशिष्ट प्रबंधन के महत्त्व को पर्याप्त रूप से इंगित करती है।

Lack of sanitation affects human development to the same or even greater extent as the lack of clean water. While there may be an added stigma to discussing waste treatment, sanitation is widely perceived as



meriting a significant claim on financial and political resources as well on the evolution of mankind. According to Victor Hugo (1892), 'The history of men is reflected in the history of sewers'. This proverb adequately indicates about the importance of sanitation and wastewater management.

स्वच्छता शब्द का उपयोग मुख्य रूप से मानव मलमूत्र के साथ-साथ अन्य अपशिष्ट उत्पाद से सुरक्षित/सही तरीके से निपटने और निपटान के लिए किया जाता है (अवन्नावर और मणि, 2008)। सर्वविदित है कि मनुष्यों, जल और स्वच्छता के बीच के संबंधों में, सांस्कृतिक, सामाजिक और धार्मिक कारकों के प्रभाव के कारण हमेशा से पर्याप्त परिवर्तन देखे गए हैं (सोरसिनेल्ली, 1998, वोल्फ, 1999, डी फियो और नेपोली, 2007, अवन्नावर और मणि, 2008, लोफरानो और ब्राउन, 2010)। हालांकि हमेशा से, अपशिष्ट जल को गंदा समझा गया है। अपशिष्ट जल प्रबंधन के विकास की प्रक्रिया की दुनिया भर में कई लेखकों द्वारा चर्चा की गई जैसे कि तार्र (1985), मैनेग्लियर (1994), सोरसिनेल्ली (1998), वियाल (2000), सोरी (2001) और नेरी सर्नेरी (2007)। अभी हाल में, लोफरानो और ब्राउन (2010) ने मानव जाति के इतिहास में अपशिष्ट जल प्रबंधन की गहन समीक्षा प्रस्तुत की है। इस समीक्षा कार्य में उन्होंने स्पष्ट रूप से दुनिया की विभिन्न सभ्यताओं में, प्राचीन सिंधु सभ्यता सहित, स्वच्छता के विकास के विषय में चर्चा की है।

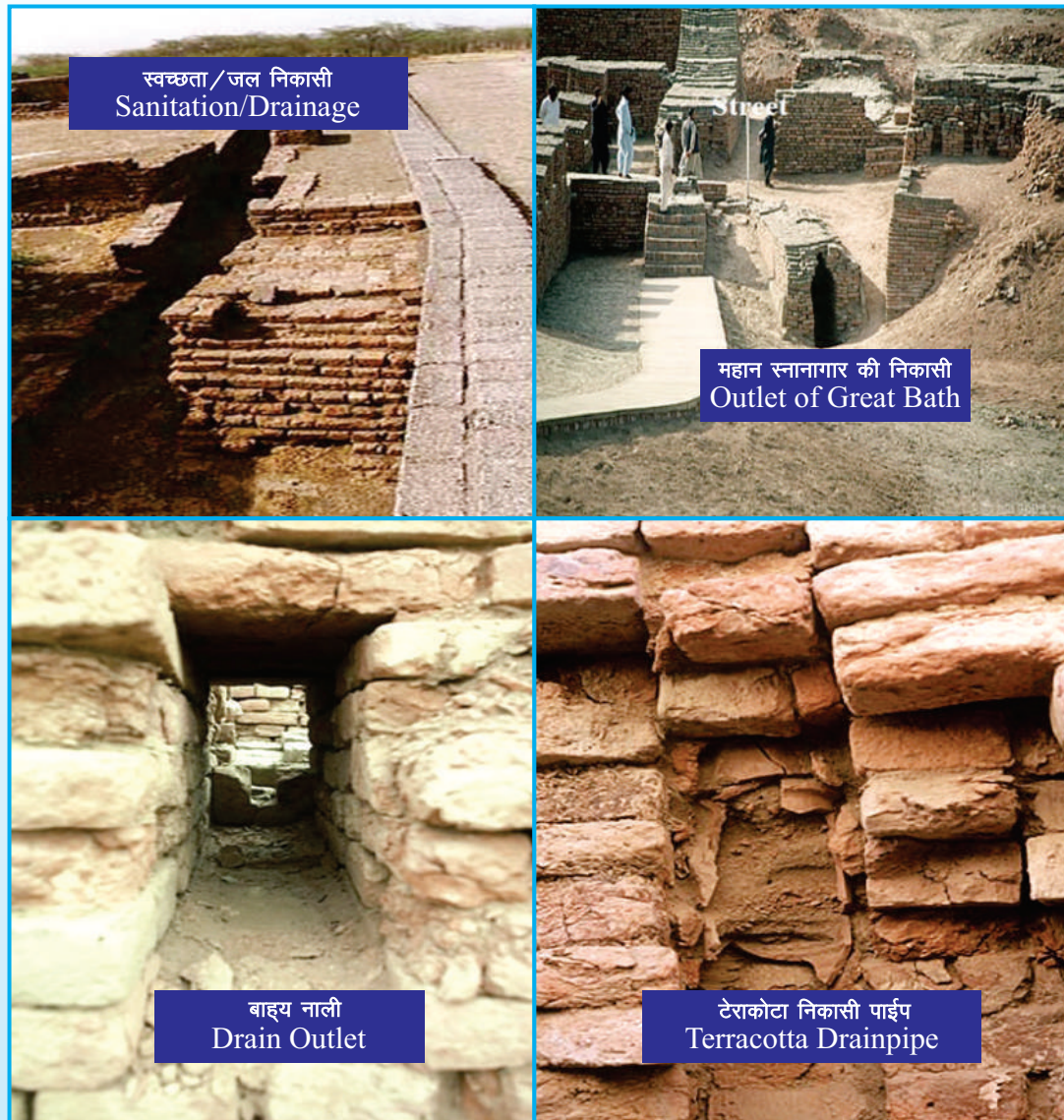
The term sanitation is primarily used to characterize the safe/sound handling and disposal of human excreta as well as other waste products (Avannavar and Mani, 2008). It is well known that the relationship between humans, water and sanitation has seen substantial changes, due to the influence of cultural, social and religious factors throughout the ages (Sorcinelli, 1998; Wolfe, 1999; De Feo and Napoli, 2007; Avannavar and Mani, 2008; Lofrano and Brown, 2010). However, all through the ages, wastewater has been considered filthy (Maneglier, 1994; Lofrano and Brown, 2010). The process of evolution of wastewater management through the ages has been discussed by

several authors worldwide such as Tarr (1985), Maneglier (1994), Sorcinelli (1998), Viale (2000), Sori (2001), and Neri Seneri (2007). More recently, Lofrano and Brown (2010) have presented an in-depth review of wastewater management in the history of mankind. In this review work they have categorically discussed about the evolution of sanitation through different civilizations of the world, including the ancient Indus civilization.

सिंधु सभ्यता की नई ऊंचाइयों के बारे में केनॉय (1997) का उल्लेख करना उचित होगा कि सिंधु शहरों में सबसे पहले विकसित की गई कई प्रौद्योगिकियों ने दक्षिण एशिया और दुनिया के अन्य पुराने क्षेत्रों में बाद में उपयोग की जाने वाली तकनीकों के लिए नींव प्रदान की। अपशिष्ट जल प्रबंधन और स्वच्छता हड़प्पा सभ्यता के पहले शहरी स्थलों की प्रमुख विशेषताएं थीं (केनोयर, 1991)। इसके अतिरिक्त, लोफरानो और ब्राउन (2010) को रिकॉर्ड मिले हैं कि 'प्राचीन काल में, सिंधु सभ्यता सबसे पहले उचित अपशिष्ट उपचार प्रणाली थी'। सीवेज और जल निकासी जटिल नेटवर्क से बनी थी, विशेष रूप से मोहन जोदड़ो और हड़प्पा के अंदर। शौचालय, सोखने वाले गड्ढे, हौदी, पाइप और चैनल अपशिष्ट निपटान के मुख्य तत्व थे। चित्र में सिंधु घाटी सभ्यता के दो शहरों मोहन जोदड़ो और लोथल की जल निकासी और सफाई व्यवस्था को दर्शाया गया है।

It would be appropriate to mention Kenoyer (1997) about the new heights of the Indus civilization, 'that many of the technologies first developed in the Indus cities provided the foundation for later technologies used in South Asia and other regions of the Old World'. Wastewater management and sanitation were the major characteristics of the first urban sites of the Harappan civilisation (Kenoyer, 1991). Adding to this, Lofrano and Brown (2010) found on records that 'the Indus civilization was the first to have proper wastewater treatment systems' in the ancient times. Sewage and drainage were composed of complex networks, especially in Mohenjo-Daro and Harappa. Latrines, soak-pits, cesspools, pipes and channels were the main elements of wastewater





सिंधु घाटी सभ्यता के शहरों मोहन जोदड़ो और लोथल की जल निकासी और सफाई व्यवस्था  
 Drainage and sanitation systems of Mohenjo-daro and Lothal cities of Indus Valley Civilization  
 (स्रोत / Source : Khan, 2011 : Kenoyer, 1998)

disposal. Figure shows drainage and sanitation systems of Mohenjo-Daro and Lothal cities of Indus valley civilization.

घरों को जल निकासी चैनलों से जोड़ा गया था और अपशिष्ट जल को बिना किसी उपचार के सीधे सड़क के सीवर में डालने की अनुमति नहीं थी। सबसे पहले, अपशिष्ट जल को टेरा-कोटा के पतले पाइप के माध्यम से एक छोटी हौदी में डाला जाता था। ठोस पदार्थ स्थिर होकर हौदी में जमा हो जाते थे, तब हौदी 75% भरी होती थी, तरल पदार्थ सड़क पर जल निकासी चैनलों में बहा दिए जाते थे (लोफरानो और ब्राउन, 2010)। जल निकासी चैनलों को ईंटों और कटे पत्थरों द्वारा ढका जा सकता था, जो शायद रखरखाव और सफाई गतिविधियों के दौरान हटा दिए जाते थे (वोल्फ, 1999)। इसके अलावा, कई नालियों के संधि-स्थल पर या जहाँ लंबी दूरी के लिए नाले को बढ़ाया गया था, वहाँ कूड़े के गड्ढे बनाये गए थे ताकि जल निकासी प्रणालियों को अवरुद्ध होने से बचाया जा सके (राइट, 2010)। फार्दिन और अन्य (2013) ने पाया है कि मोहन जोदड़ो की लगभग सभी बस्तियाँ निकासी नेटवर्क से जुड़ी हुई थीं।

The houses were connected to drainage channels and wastewater was not permitted to flow directly to the street sewers without first undergoing some treatment. First, wastewater was passed through tapered terra-cotta pipes into a small sump. Solids settled and accumulated in the sump, while the liquids overflowed into drainage channels in the street when the sump was about 75% full (Lofrano and Brown, 2010). The drainage channels could be covered by bricks and cut stones, which probably were removed during maintenance and cleaning activities (Wolfe, 1999). Further, cesspits were fitted at the junction of the several drains or where a drain was extended for a long distance in order to



avoid the clogging of the drainage systems (Wright, 2010). Fardin et al. (2013) found that almost all the settlements of Mohenjo-Daro were connected to the drain network.

जोरवे में, वर्तमान महाराष्ट्र में, यह प्रदर्शित किया गया है कि जल निकासी प्रणाली 1375–1050 ई.पू. तक प्रयोग में थी (किर्क, 1975, फार्डिन इत्यादि, 2013)। बाद में (लगभग 500 ई.पू.) उज्जैन की जल निकासी प्रणाली में मिट्टी के बर्तनों से बने सोखने वाले गड्ढे या छेद वाले बर्तन शामिल थे (किर्क, 1975), और यह माना गया है कि अपशिष्ट जल के निपटान के लिए भंवर वाले कुओं का प्रयोग किया गया था (मेट, 1969)। तक्षशिला में तीसरी शताब्दी ईसा पूर्व में, घरेलू अपशिष्ट जल को मिट्टी के ड्रेन पाइपों द्वारा घरों से बाहर निकाल कर सोखने वाले गड्ढों में डालते थे (सिंह 2008)। पहली शताब्दी ईसा पूर्व के दौरान भारत के दक्षिणी भाग के अरीकेमेडु में सीवेज निपटान के लिए नालियों का उपयोग किया जाता था (कासल, 1949)। इसके अलावा, 150 ईस्वी के आसपास अपवाहित नालियों के उपयोग से अपशिष्ट जल प्रणालियों में सुधार किया गया। (बेगली 1983)। भारद्वाज (1997) ने पाया कि यह प्रणाली उन क्षेत्रों से पानी की निकासी कर रही थी, जो कपड़ा और रंगाई उद्योग वाले बेसिन का हिस्सा माना जाता था। शेष भारत की तुलना में, यह इस प्रणाली से जुड़ी एक अनूठी विशेषता थी, जहाँ अपशिष्ट जल निपटान केवल घरेलू अपशिष्ट प्रवाह के लिए लागू किया गया था।

In Jorwe, in present day Maharashtra, it has been demonstrated that the drainage system was implemented from 1375–1050 BC (Kirk, 1975; Fardin et al., 2013). Later (around 500 BC), Ujjain's 'drainage system included soak-pits built of pottery-ring or pierced pots' (Kirk, 1975), and it has been supposed that ring-wells were used for the disposal of wastewater (Mate, 1969). In the 3rd century BC at Taxila, domestic wastewater was canalized out from the houses through earthenware drain-pipes into soak-pits (Singh, 2008). During 1<sup>st</sup> century BC, drains were being used for sewage disposal in Arikamedu, the southern part of India (Casal, 1949). Further, the wastewater systems were improved around 150 AD with the use of corbelled drains (Begley, 1983). Bhardwaj

(1997) found that this system was draining water from basins supposed to be a part of a textile and dye industry. This was the unique feature associated with this system as compared to the rest of ancient India, where the wastewater disposal was implemented for domestic effluents only.

## उपसंहार

### Epilogue

उपर्युक्त चर्चाओं से यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि प्राचीन काल के दौरान, जल गुणवत्ता, स्वच्छता और अपशिष्ट जल प्रबंधन प्रौद्योगिकी की आधुनिक अवधारणाएं बहुत अच्छी तरह से ज्ञात थी और उसके बाद के समय में अपने उन्नत चरणों में थी। जल वर्गीकरण और पर्यावरण के संबंध में इसकी गुणवत्ता को देखना पारिस्थितिकी की आधुनिक अवधारणा को संतुष्ट करता है। जल गुणवत्ता मानकों, पानी की गुणवत्ता को प्रभावित करने वाले कारक, क्षय सामग्री का पानी की गुणवत्ता पर प्रभाव, स्थिर और गहरे जल निकायों के वातन की कमी आदि आधुनिक विज्ञान के अनुसार ज्ञात थे। जल उपचार विधियों हेतु निस्पंदन का उपयोग करना, मिट्टी, चांदी, सोना आदि जैसी विभिन्न सामग्रियों के बर्तन, गर्म पत्थरों से बुझाना, धूप ताप, वातन, सुगन्धित यौगिकों को जोड़ना आदि को अपनाया गया था। ये तरीके आज भी बारम्बार इस्तेमाल किये जाते हैं और रासायनिक कीटाणुनाशक दवाओं की तुलना में बेहतर हैं क्योंकि इनसे पानी के वांछनीय गुणों और गंधों में परिवर्तन नहीं होता है। केंद्रीकृत तथा विकेंद्रीकृत अवधारणा के साथ-साथ सिंधु घाटी सभ्यता के दौरान अपशिष्ट जल उपचार तरीकों के आधार पर अपशिष्ट जल प्रणाली निपटान पद्धतियों के आधुनिक तरीके समकालीन दुनिया में उपयोग किए जाने वाले तरीकों से भी अधिक उपयुक्त थे।

From the above discussions it can be concluded that during the ancient times, modern concepts of water quality, sanitation and waste water management technology were very well known to the Indians and were in their advanced stages during the Indus valley civilization and later periods. Water classification and viewing its quality in relation to



environment satisfies the modern concept of ecology. Water quality standards, factors affecting water quality, effect of decaying materials on quality of water, lack of aeration in stagnating and deep water bodies etc. were known which are in accordance to modern science. Water treatment methods using filtration, pots of different materials like earthen, silver, gold etc., quenching with hot stones, sun heating, aeration, addition of aromatic compounds etc. were adopted. These methods are frequently

used even now-a-days and are better than the chemical disinfectants as there is no change in the desirable qualities and odours of water. Modern methods of wastewater disposal systems based on centralized and decentralized concept as well as methods for wastewater treatments during Indus valley civilization were even better than those used in the contemporary world.



हर-की-पौड़ी, हरिद्वार में सूर्योदय का मनोरम दृश्य  
Panormic view of Sunrise at Har-ki-Pauri, Haridwar  
(स्रोत / Source : Wikipedia)



# जल संसाधन उपयोग, संरक्षण और प्रबंधन

## अध्याय CHAPTER 8

### WATER RESOURCES UTILIZATION, CONSERVATION AND MANAGEMENT

विश्व के कई हिस्सों की तरह, भारत में भी सभ्यता नदियों और डेल्टाओं के आसपास विकसित हुई और नदियाँ राष्ट्रीय संस्कृति का एक प्रतीक बनी हुई है। जैसा कि पहले उल्लेख किया गया है कि सिंधु घाटी सभ्यता, जो सबसे प्राचीन सभ्यताओं में से एक थी, विश्व की सबसे विस्तृत सभ्यता थी जिसमें सार्वजनिक और निजी स्नान गृह वाले संबद्ध एवं पूर्णरूप से योजनाबद्ध शहर थे, ईंटों से निर्मित भूमिगत नालियों के माध्यम से सीवरेज प्रणाली, और कई जलाशयों और कुओं की एक कुशल जल प्रबंधन प्रणाली थी। सिंचाई के लिए नहरों के व्यापक नेटवर्क के साथ कृषि की जाती थी, उस समय व्यापक स्तर पर पूरे क्षेत्र में सिंचाई प्रणाली, विभिन्न प्रकार के कुएँ, जल भंडारण प्रणालियाँ और कम लागत और टिकाऊ जल संचयन वाली तकनीक विकसित की गई थी (नायर, 2004)। ऋग्वेद में उस समय की जीवन शैली, सामाजिक संरचना, कृषि और समाज द्वारा उगाई गई फसलों के बारे में स्पष्ट उल्लेख है। सिंचाई चैनल और कच्चे एवं पक्के कुओं का उल्लेख भी विभिन्न स्तोत्रों (ऋग्वेद 19.4.2/आर.एक्स 2.9.4) (बागची और बागची, 1991) में किया गया है। जैन और बौद्ध धर्म के दौरान कृषि और पशुधन पालन की प्रमुख भूमिका थी एवं चैनल सिंचाई प्रचलित थी (बागची और बागची, 1991)। मैकलीन III और डॉर्न (2006) कहते हैं कि मौर्य साम्राज्य पहली एवं महत्वपूर्ण महान हाइड्रोलिक सभ्यता थी। यह उस समय के दौरान समाज के

कल्याण के लिए जल संसाधनों के कुशल उपयोग तथा उनके संरक्षण के बारे में ज्ञान के स्तर को दर्शाता है।

As in many other parts of the world, civilization in India also flourished around rivers and deltas, and rivers remain an enduring symbol of national culture. As has been mentioned earlier, the Indus Valley civilization, one of the earliest civilizations, was the world's largest in extent, had great and well planned cities with public and private baths, sewerage through underground drains built with precisely laid bricks, and an efficient water management system with numerous reservoirs and wells. Agriculture was practised on a wide scale, with extensive networks of canals for irrigation. Irrigation systems, different types of wells, water storage systems and low cost and sustainable water harvesting techniques were developed throughout the region at that time (Nair, 2004). The Rig Veda clearly mentions about the life style, social structure, agriculture and crops grown by the society at that time. Irrigation channels and kuccha and pucca wells are also mentioned in different hymns (R.V. 19.4.2/RX2.9.4) (Bagchi and Bagchi, 1991). Agriculture and livestock rearing occupied a prominent role during



Jainism and Buddhism period and channel irrigation was in vogue (Bagchi and Bagchi, 1991). McClellan III and Dorn (2006) state that 'the Mauryan empire was first and foremost a great hydraulic civilization'. This shows the degree of knowledge about efficient utilization of water resources and their conservation for the welfare of the society during that time.

मौर्य काल के दौरान, देश के विभिन्न हिस्सों में वर्षा की क्षेत्रीय जानकारी रखने के लिए वर्षामापक स्थापित किए गए थे और प्राप्त की गई जानकारी के आधार पर, 'कृषि अधीक्षक' द्वारा देश के विभिन्न हिस्सों में बीज बोने के निर्देश दिए जाते थे



प्राचीन काल में जल संरक्षण हेतु प्रयुक्त तकनीक  
Water conservation technique used in ancient era  
(स्रोत / Source : Pinterest)

(श्रीनिवासन, 1975)। पुरातन काल से ही विकास के लिए पानी के महत्त्व को समझते हुए, लगभग सभी प्राचीन सभ्यताएँ जल संसाधनों के क्षेत्रों तक ही सीमित थीं। ऋग्वेद के समय में, हमें कृषि, घरेलू और अन्य उद्देश्यों के लिए नदियों, कुओं, तालाबों आदि के माध्यम से पानी के उपयोग के कई संदर्भ मिलते हैं। ऋग्वेद के श्लोक 1, 121.8 में इसी प्रकार के तथ्य का पता चलता है :

During Mauryan period, raingauges were installed in different parts of the country to have areal information of the rainfall and based on the information supplied, the 'Superintendent of Agriculture' gave directions for sowing the seeds in different parts of the country (Srinivasan, 1975).

Almost all ancient civilizations were confined to the areas of reliable water resources, revealing the importance of water for development from very ancient days. During the time of Rig Veda, we get many references to water use by means of rivers, wells, ponds etc. for agriculture, domestic and other purposes. Verse I, 121.8 of Rig Veda reveals the same fact as:

अष्टा महो दिव आदो हरी इह घुम्नासाहमभि योधान उत्सम् ।  
हरि यत्ते मन्दिनं दुक्षन् वृधे गोरभसमद्रिभिर्वाताप्यम् ।।  
R.V.I,121.8 ।।

**भावार्थ :** हे मनुष्यों! जैसे सूर्य अपने प्रकाश से सब जगत् को आनन्द देकर अपनी आकर्षण शक्ति से भूगोल का धारण करता है वैसे ही नदी, सोता, कुंआ, बावरी, तालाब आदि को बनाकर वन व पर्वतों में घास आदि को बढ़ा, गौर और घोड़े आदि पशुओं की रक्षा और वृद्धि कर दूध आदि के सेवन से निरन्तर आनन्द को प्राप्त होओ ।

इसी प्रकार पद (I, 23.18 और V, 32.2) कहता है कि कुओं, तालाबों आदि के पानी का उपयोग समझदारी और कुशलता से करके कृषि को आगे बढ़ाया जा सकता है। ऋग्वेद के श्लोक (VIII, 3.10) में मरुस्थलीय क्षेत्रों को भी सिंचित करने के लिए कृत्रिम नहरों के



निर्माण के बारे में कहा गया है, जो कि केवल कुशल व्यक्तियों (रिभस/अभियंता) के प्रयासों से संभव है:

Similarly verses (I,23.18 and V, 32.2) state that the agriculture can be progressed by use of water from wells, ponds etc. wisely and efficiently. The verse (VIII,3.10) of Rig Veda says about the construction of artificial canals to irrigate desert areas also, which is possible only by efforts of skilled persons (Ribhus/engineer) as:

येना समुद्रमसृजो महीरपस्तदिन्द्र वृष्णि ते शवः ।  
सद्यः सो अस्य महिमा न सन्नशे यं क्षोणीरनुचक्रदे ॥  
R.V.VIII,3.10 ॥

**भावार्थ :** इस मंत्र में कर्मयोगी की महिमा का वर्णन किया गया है कि वह कृत्रिम नदियों द्वारा मरू देशों में भी जलों को पहुंचाकर पृथ्वी को उपजाऊ बनाकर प्रजा को सुख पहुंचाता और धर्मपथयुक्त तथा अभ्युदायकारक होने के कारण कर्मयोगी के ही आचरणों का पृथ्वीभर के सब मनुष्य अनुकरण करते हैं ।

उत नो दित्या इषं उत सिन्धुरहर्विदा ।  
अप द्वारे व वर्षथः ॥ R.V.VIII,5.21 ॥

**भावार्थ :** हमारे लिए उत्तमोत्तम पदार्थ प्रदान करें जिनके सेवन से विद्या, बल तथा बुद्धि की वृद्धि हो । हे भगवन्! हमारे लिए नहरों का सुप्रबन्ध कीजिए जिससे कृषि द्वारा अन्न अधिकता से उत्पन्न हो तथा जल संबंधी अन्य कार्यों में सुविधा हो अर्थात् मनुष्य तथा पशु अन्न और जल से सदा संतुष्ट रहें ऐसी कृपा करें ।

पद (VIII, 49.6, X 64.9) सिंचाई के लिए पानी के महत्त्व का गुणगान करते हैं । पृथ्वी पर कुओं, नदियों, वर्षा और किसी भी अन्य स्रोत से प्राप्त जल का उपयोग बुद्धिमानी से किया जाना चाहिए क्योंकि जल सभी के कल्याण के लिए प्रकृति का उपहार है ।

Verses (VIII,49.6; X64.9) speak about the importance of water for irrigation. The water from wells, rivers, rain and from any other sources on the earth should be wisely used as it is a gift of nature for well-being of all.

उग्रं न वीरं नमसोप सेदिम विभूतिमक्षितावसुम् ।  
उद्रीव वज्रिन्नवतो न सिंचते क्षरन्तीन्द्र धीतयः ॥ R.V.,VIII,49.6 ॥

**भावार्थ :** जल से भरे कुएं से खेत सींचे जाते हैं, विविध रूप में सब को बसाने वाले बलिष्ठ परमेश्वर नाना पदार्थ देकर सुख रूपी जल से हमारे अन्तःकरणों को सींचकर तृप्त करते हैं, इसीलिए हमारा ध्यान उनकी ओर जाता है ।



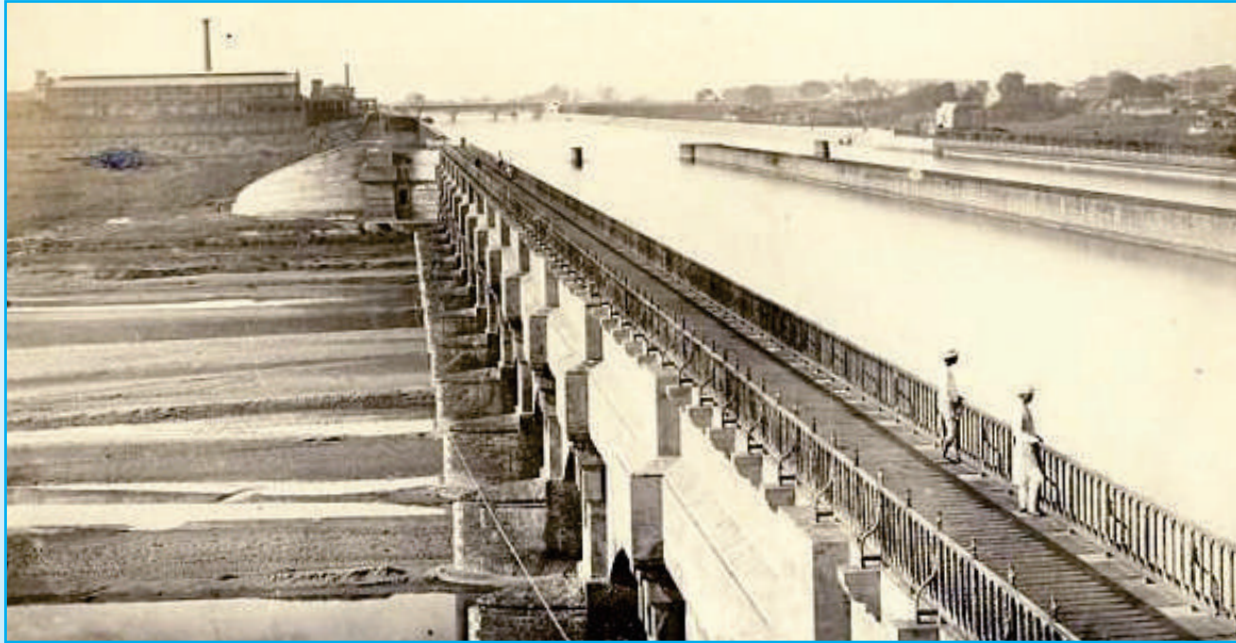
रहट : भारत की प्राचीन सिंचाई पद्धति  
Rahat : Ancient irrigation technique used in India  
(स्रोत / Source : Wikipedia)



सरस्वती सरयुः सिन्धुरुर्मिभिर्महो महीरवसा यन्तु वक्षणीः ।  
देवीरापो मातरः सूदयित्त्वो घृतवत्पयो मधुमन्नो अर्चत ॥ R.V.,X.,64.9 ॥

**भावार्थ** : बड़ी से बड़ी और ऊर्मियों से युक्त शब्दों को करती हुई उत्तम जलों वाली, बहाव वाली और अत्यधिक स्यन्दनशील नदियां हमारे रक्षार्थ चारों ओर जाती हैं। उत्तम गुणों से युक्त माता के समान सुखकारिणी स्फूर्तिदायक जल हमें माधुर्ययुक्त और तेजोयुक्त रसात्मक तत्व देती हैं।

ऋग्वेद के समान, यजुर्वेद भी जनमानस को कुओं, तालाबों, बांधों के माध्यम से वर्षा और नदी के जल का उपयोग करने के लिए और कृषि और अन्य प्रयोजनों के लिए पानी की आवश्यकता वाले विभिन्न स्थानों पर वितरित करने का निर्देश देता है।



ऊपरी गंगा नहर पर रुड़की क्षेत्र में निर्मित सोलानी एक्वाडक्ट  
Solani Aqueduct on Upper Ganga Canal in Roorkee region  
(स्रोत / Source : Civil Engineering Portal)

Similar to Rig Veda, Yajur Veda also contains references, directing the man to use rain and river water by means of wells, ponds, dams and distribute it to various places having need of water for agriculture and other purposes as:

नमः स्रुत्याय च पथ्याय च नमः काट्याय च नीप्याय च नमः  
कुल्याय च सरस्याय च नमो नादेयाय च वैशन्ताय च ॥ Y.V.,16.37 ॥

**भावार्थ** : मनुष्यों को चाहिए कि नदियों के मार्गों, बम्बों, कूपों, जलप्रायदेशों, बड़े और छोटे तालाबों के जल को चला जहां कहीं बांध और खेत आदि में छोड़ के पुष्कल अन्न, फल, लता, गुल्म आदि को अच्छे प्रकार बढ़ावें।

अथर्ववेद में, हमारे पास उपलब्ध जल संसाधनों और जल संरक्षण के कुशल उपयोग के माध्यम से सूखा प्रबंधन के संदर्भ हैं। नदी, कुएं आदि का जल, अगर कुशलता से उपयोग किया जाए, तो सूखे की तीव्रता कम हो जाएगी।

In the Atharva Veda, we have references to drought management through efficient use of available water resources and water conservation. It clearly says that the water of river, well etc., if used efficiently, will reduce the intensity of drought, viz.

आपो यद् वस्तपस्तेन तं प्रति तपत यो स्मान् द्वेष्टि यं  
वयं द्विष्मः ॥ A.V.II,23.1 ॥

**भावार्थ** : वृष्टि, नदी, कूप आदि का जल अनावृष्टि दोषों को मिटाकर अन्न आदि पदार्थों को उत्पन्न करके प्राणियों को बल और सुख देता है, और वही कुप्रबन्ध से दुःख का कारण होता है।

अथर्ववेद के छठे, 100.2 और सातवें, 11.1 श्लोक



बताते हैं कि विद्वान लोग कुएं, तालाब, नहरों आदि के माध्यम से मरुस्थलीय क्षेत्रों में जल लाते हैं (VI, 100.2)। इस बात पर बल दिया गया कि मनुष्य को सूखे, बाढ़ और प्राकृतिक आपदाओं के बारे में पहले से सोचना चाहिए और तदनुसार निवारक उपाय करना चाहिए:

Verses VI, 100.2 and VII,11.1 of the Atharva Veda explains that the learned men bring water to desert areas by means of well, pond, canals etc. (VI,100.2). It also stresses that the man should think about the drought, flood and like natural calamities in advance and take preventive measures accordingly as:

यद् वो देवा उपजीका आसिष्ठचन् धन्वन्द्युदकम् ।  
तेन देवप्रसूतेनदं दूषयता विषम् ॥ A.V.VI,100.2 ॥

**भावार्थ :** जिस प्रकार विद्वान लोग मरुस्थल में कूप, तड़ाग, जल-नाली आदि द्वारा जल लाकर सुख पाते हैं, वैसे ही मनुष्य विज्ञान द्वारा आत्मिक दोष मिटाकर सुखी होंगे।

अथर्ववेद के श्लोक XII, में बताया गया है कि जो लोग नौ परिवहन, मनोरंजन, कृषि आदि के प्रयोजनों के लिए नदी, कुएं, नहरों आदि के माध्यम से वर्षा जल का बुद्धिमानी से उपयोग करते हैं, वे हर समय समृद्ध होते हैं :

Verse XII,1.3 of the Atharva Veda explains that those who use rainwater wisely by means of river, well, canals etc. for the purposes of navigation, recreation, agriculture etc., prosper all the time as:

यस्यां समुद्र उत सिन्धुरापो यस्यामन्नं कृष्टयः संबभूवुः ।  
यस्यामिदं जिन्वति प्राणदेजत् सा नो भूमिः पूर्व पेयं दधातु ॥ A.V.XII,1.31 ॥  
शं त आपो हैमवतीः शमु ते सन्तूत्स्याः ।  
शं ते सनिष्यदा आपः शमु ते सन्तु वर्ष्याः ॥ A.V.2.1 ॥

**भावार्थ :** "व्यक्ति को पीने, कृषि, उद्योगों आदि में उपयोग के लिए पहाड़ों, कुओं, नदियों और वर्षा जल से पानी के संरक्षण के लिए उचित प्रबंधकीय कार्रवाई

करनी चाहिए"।

**Meaning:** "That one should take proper managerial action to use and conserve the water from mountains, wells, rivers and also rainwater for use in drinking, agriculture, industries, etc."

इसी प्रकार, अथर्ववेद (XX,77.8) का एक श्लोक राजा को निर्देश देता है कि वे कृषि, उद्योग आदि हेतु जल उपलब्ध कराने के लिए एवं दो क्षेत्रों के बीच नौ-परिवहन की सुविधा प्रदान करने के लिए पहाड़ों पर उपयुक्त नहरों का निर्माण करें।

Similarly, one verse of the Atharva Veda (XX,77.8) directs the king to construct suitable canals across mountains to provide water for his subject for agriculture, industry etc. and to facilitate navigation between two areas as:

अपो यदद्रि पुरुहूत दर्दराविर्भुवत् सरमा पूर्यं तं ।  
स ना नेता वाजमा दर्षि भूरि गोत्रा रूजन्नग्दिरोभिर्गृणानः ॥ A.V.XX,77.8 ॥

**भावार्थ :** जब राजा उत्तम नीति से पहाड़ों से नदी नाले निकाल कर प्रजा को खेती शिल्प आदि व्यवहारों से प्रसन्न रखता है, वह विद्वानों के साथ आने-जाने के लिए मार्गों को खोलकर आदर के साथ सामर्थ्य बढ़ाता है।

## जल संसाधन प्रबंधन

### Water Resources Management

भारत में भूमि और जल के संरक्षण की एक आकर्षक और महत्त्वपूर्ण परंपरा है और आज भी स्थानीय लोग कई ऐसे पारंपरिक संरक्षण प्रथाओं का पालन करते हैं। जिसकी इस अध्याय के आरम्भ में चर्चा की गई है कि कृषि की आवश्यकता के अतिरिक्त भी प्राचीन भारत में जल प्रबंधन के विज्ञान को काफी महत्त्व दिया गया था। मौर्य युग के समय, मगध क्षेत्र में अहार और पाइन बाढ़ के जल हेतु संग्रहण तंत्र थे। अहार तीन ओर से तटबंधों वाले जलाशय थे, जो जल निकासी लाइनों



जैसे कि छोटी नाली या कृत्रिम पाइनस के अंत में निर्मित होते थे। सिंचाई के उद्देश्य और अहारों में पानी की आवक के लिए पाइन एक प्रकार के डायवर्जन चैनल थे जो नदी से दूर होते थे। निरूपण के तौर पर अहार पाइन प्रणाली को चित्र में दिखाया गया है।

India has a fascinating and significant ancient tradition of conserving land and water and even today, local people follow several such traditional conservation practices. As discussed in the beginning of this chapter, out of the agricultural necessity, the science of water management was given



दक्षिण बिहार के गया क्षेत्र में प्राचीन अहार पाइन सिंचाई प्रणाली  
Ancient Ahir Pine irrigation system used in Gaya, South Bihar  
(स्रोत / Source : Hindi Water Portal)

considerable importance during ancient India. During Mauryan era, the Pynes and Ahars (the combined irrigation and water management system) in Magadh region were effective water engineering tools. Ahars were reservoirs with embankments on three sides, built at the end of drainage lines such as rivulets or artificial works like Pynes. Pynes were diversion channels led off from the river for irrigation purposes and for impounding water in the Ahars. As a representation, the Pyne-Ahar system is shown in Figure.

वर्षा की अधिकता या कमी का प्रबंधन करने के लिए कृषि नियोजन सामान्य था। यह अर्थशास्त्र में बहुत अच्छी तरह से वर्णित है— “वर्षा के अनुसार (कम या ज्यादा) कृषि अधीक्षक को उन बीजों को बोना चाहिए जिन्हें या तो अधिक या कम जल की आवश्यकता होती है”। कौटिल्य का कहना है कि “राजा को जल से भरे बांध, जलाशय आदि निर्माण या तो बारहमासी स्रोत से करना चाहिए या किसी अन्य स्रोत से खींचना चाहिए या अर्थशास्त्र (अर्थशास्त्र, समशास्त्री द्वारा अनुवादित पुस्तक भाग 2, अध्याय 1 पृष्ठ 46) के अनुसार उन्हें स्वयं के जलाशयों का निर्माण करने वालों को स्थल, सड़क, लकड़ी और अन्य आवश्यक चीजें प्रदान कर सकते हैं। वह आगे कहता है कि राजा जलाशयों या झीलों (सेतुषू) में मछली पकड़ने, नौकायन और व्यापार करने के संबंध में अपने सही स्वामित्व (स्वाम्यम) का प्रयोग करेगा।

Agricultural planning was common so as to manage the rainfall excess or deficit. It is very well elaborated in Arthasastra as: “according to the rainfall (more or less) the superintendent of agriculture shall sow the seeds which require either, more or less water”. Kautilya says that “king should construct dams, reservoir etc. filled with water either perennial or drawn from some other



source or he may provide with sites, roads, timber and other necessary things to those who construct reservoir of their own accords (Arthashastra, Tras. By Samsastry, Book II, Chapt. 1, page. 46). He further says that the king shall exercise his right ownership (स्वाम्यम) with regard to fishing, ferrying and trading of vegetables in Reservoirs or lakes (सेतुषू)।

इस समय जल धारण क्षमता को बढ़ाने के लिए खेतों के आसपास तटबंधों का निर्माण किया गया था। उचित विनियमन सुविधाओं के साथ नदी के जल का उपयोग करने के लिए स्लूस गेट के साथ सामरिक बिंदुओं पर बांधों का निर्माण किया गया था। सिंचाई (बागची और बागची, 1991) में उत्तम दक्षता प्राप्त करने के लिए उस समय कंड्यूट्स का भी निर्माण किया गया था। चित्र में चंद्रगुप्त मौर्य के शासनकाल के दौरान निर्मित जूनागढ़ की सुदर्शन झील को दर्शाया गया है जिसे प्रांतीय गवर्नर, वैश्व पुष्यगुप्त द्वारा निर्मित किया गया था और बाद में अशोक के शासनकाल के समय प्रांतीय गवर्नर, यवन राजा तुसस्पा (शॉ और सुक्लिफ, 2010, किल्हॉर्न 1905–6 पृष्ठ 41) द्वारा संशोधित किया गया।

During this period, embankments were constructed surrounding the fields to increase the water holding capacity. Dams were constructed at strategic points with sluice gates to harness river water with proper regulation facilities. Conduits were also constructed at that time to attain better efficiency in irrigation (Bagchi and Bagchi, 1991). Figure shows the Sudarsana lake, Junagadh constructed during the reign of Chandragupta Maurya, by the provincial governor, the Vaisya Pusyagupta; and subsequent improvements involving the addition of conduits during the reign of Asoka, by his provincial governor, the Yavana king Tusaspha (Shaw and Sutcliffe, 2010; Kielhorn 1905-6, p. 41).

हाल ही में, शटक्लिफ और शॉ (2011) ने मध्य प्रदेश में बेतवा नदी उप-बेसिन (गंगा बेसिन में यमुना की एक सहायक नदी) में सांची साइट (एक प्रसिद्ध बौद्ध स्थल एवं यूनेस्को की एक विश्व विरासत स्थल) पर अनुसंधान किया। उन्हें स्पिलवेज से लैस कई बांध मिले। उन्होंने पाया कि ये बांध पानी के संतुलन के सिद्धान्तों के एक ध्वनि ज्ञान के आधार पर बनाए गए होंगे। जलाशयों के डिजाइन के अलावा, बड़े बांधों में से कम से कम दो पर स्पिलवेज की उपस्थिति, जो लगभग 50 वर्षों की बाढ़ वापसी अवधि के लिए बनाए गए थे यह दर्शाता है कि बाढ़ से बचाव का भी ध्यान दिया गया था। कौटिल्य का अर्थशास्त्र हमें उन बाँधों और बंधों का भी विस्तृत विवरण देता है जो मौर्य साम्राज्य काल में सिंचाई के लिए बनाए गए थे। पानी की आपूर्ति प्रणालियों को सख्त नियमों और विनियमों के ढांचे



चन्द्रगुप्त मौर्य कालीन सुदर्शन झील, गिरनार, जूनागढ़ (गुजरात) का एक दृश्य  
A view of Chandragupta Maurya era Sudarshan Lake, Girnar, Junagarh (Gujarat)  
(स्रोत / Source : Junagarh.gujarat.gov.in)



के भीतर अच्छी तरह से प्रबंधित किया गया था। विशेष रूप से, एक संगठित जल मूल्य निर्धारण प्रणाली, जो जल प्रबंधन का एक महत्वपूर्ण हिस्सा है, को भी इसी समय विकसित किया गया था, जैसा कि अर्थशास्त्र की निम्नलिखित पंक्तियों द्वारा स्पष्ट किया गया था— “जो लोग हाथ से श्रम करके (कंधों पर पानी ढो कर) सिंचाई करते हैं, वे उपज का 1/5 हिस्सा पानी का मूल्य देंगे जो लोग बैलगाड़ियों द्वारा जल का प्रयोग करते हैं वो उपज का तीसरा या चौथा हिस्सा जल कर के रूप में देंगे (अर्थशास्त्र, समशास्त्री द्वारा अनूदित पुस्तक 2, अध्याय 14 पृष्ठ 131) XXIV पृष्ठ 131”।

Recently, Sutcliffe and Shaw (2011) explored the Sanchi site (a well-known Buddhist site and a UNESCO World Heritage site) in the Betwa river sub-basin (a tributary of Yamuna in Ganga basin) in Madhya Pradesh. They found a number of dams equipped with spillways. They found that these dams would have been built on the basis of a sound knowledge of the principles of water balance. In addition to the design of the reservoirs, the presence of spillways on at least two of the larger dams, which would pass floods of about 50 years' return period, suggests that flood protection was also taken into account. The Arthashastra of Kautilya also gives us an extensive account of dams and bunds that were built for irrigation during the period of the Mauryan Empire. The water supply systems were well managed within the framework of strict rules and regulations. Specifically, an organized water pricing system, which is an important part of water management, was also developed during this period as evidenced by following lines of Arthashastra: “those who cultivate irrigating by manual labour (हस्ताप्रवर्तिमाम्) shall pay 1/5 the produce as water rate (उदकाभागम्); by carrying water on shoulders (स्कन्धाप्रवर्तिमाम्) = (water lift worked by bullocks), 1/4<sup>th</sup> of the produce; by water lifts (स्त्रोतोयंत्राप्रवर्तिमाम्) 1/3<sup>rd</sup> of the produce; and by raising water from rivers, lakes, tanks and wells (नदिसरासततकाकुपदाहाटम्) 1/3<sup>rd</sup> or 1/4<sup>th</sup> of the produce (Arthashastra, Tras. By Samasastry, Book II, Chapt. XXIV page 131)”.

वृहत संहिता में, हमें तालाबों के अभिविन्यास के बारे में कुछ संदर्भ मिलते हैं ताकि जल को कुशलतापूर्वक संग्रहित और संरक्षित किया जा सके, जलाशय की रक्षा के लिए वृक्षारोपण के प्रकार और जलाशय को किसी भी संभावित नुकसान से बचाने के लिए निम्न प्रकार है :

In Vrhata Samhita, we get a few references regarding the orientation of ponds so as to store and conserve water efficiently, plantation types for bank protection and proper sluicing to protect reservoir from any possible damage as:

पाली प्रागपारायताम्बु सुचिरं धत्ते न याम्योत्तरा  
कल्लोलैखदारमेति मरुता सा प्रायशः प्रेरितैः।  
तां चेदिच्छति सारदारुभिरपां सम्पातमावारयेत  
पाषाणदिभरेव वा प्रतिचयं क्षुण्णं द्विपाशवादिभिः ॥ Vr. S. 54.118 ॥

**भावार्थ :** पूर्व से पश्चिम दिशा की ओर स्थित एक तालाब में लंबे समय तक पानी रहता है, जबकि उत्तर से दक्षिण की ओर स्थित तालाब हवाओं द्वारा उठाई गई लहरों द्वारा खराब हो जाता है। इसे स्थिर करने के लिए, दीवारों को लकड़ी के साथ या पत्थर के साथ या इसी तरह और आस-पास की मिट्टी को हाथियों और घोड़ों आदि द्वारा रौंदवा कर मजबूत करना पड़ता है।

**Meaning:** A pond laid east to west retains water for a long time while one from north to south is spoilt invariably by the waves raised by the winds. To render it stable, the walls have to be lined with timber or with stone or the like and the adjoining soil strengthened by stamping and trampling of elephants, horses etc.

ककुभवटाम्नप्लक्षकदम्बैः सनिचुलजम्बूवेतसनीपैः।  
कुरबकतालाशोकमधूकैर्बकुलविमिश्रैश्चावृततीराम ॥ Vr.S.54.119 ॥

**भावार्थ :** नदी तटों को काकुभा वात, अमरा, प्लास, कदंब, निकुला, जम्बू, वेतसा, निपा, कुरावका, ताला, अशोका, मधुका और बकुला आदि पेड़ों से आच्छादित



करना चाहिए।

**Meaning :** The banks must be shaded by Kakubha Vata, Amra, Plasa, Kadamba, Nicula, Jambu, Vetasa, Nipa, Kuravaka, Tala, Asoka, Madhuka and Bakula trees.



भोज-ताल : राजा भोज द्वारा 11वीं शताब्दी में निर्मित झील  
Bhoj-Tal : A lake constructed by Raja Bhoj during 11<sup>th</sup> Century  
(स्रोत / Source : Inspirock)

अगला पद (पद S 54.120), यह स्पिलवे के निर्माण का निर्देशन करता है:-

In next verse (Vr.S.54.120), it directs the construction of spillway as:

द्वारं च नैर्वाहिकमेकदेशे कार्यं शिलासिञ्चतवारिमार्गम्।  
कोशास्थितं निर्विवरं कपाटं कृत्वा ततः पांशुभिरावपेत्तम् ॥ Vr.S.54.120 ॥

**भावार्थ :** पानी की निकासी के लिए पत्थरों से एक मार्ग एक ओर बनाया जाना चाहिए। एपर्चर के बिना एक पैनल को एक फ्रेम में बद्ध किया जाता है, जो मिट्टी और चिकनी मिट्टी के साथ भूमि के साथ जकड़ा हुआ होता है।

**Meaning:** An outlet for the water has to be made on a side with the passage being laid with stones. A panel without apertures has to be fixed in a frame, which is fastened to the earth with mud and clay.

इस लेख से, हम समझ सकते हैं कि प्राचीन भारत में जल प्रबंधन को उचित महत्व मिल रहा था और यहाँ तक कि तटों के संरक्षण, स्पिलवे इत्यादि और अन्य छोटे पहलुओं पर भी ध्यान दिया गया था।

From this discourse, we can realize that the water management was getting due importance in ancient India and even bank protection, spillway etc. and other minor aspects were given due consideration.

प्राचीन भारत में कृत्रिम टैंकों के उचित स्थान पर ध्यान दिया जाता था। विभिन्न तकनीकों को लागू किया गया था और समान रूप से विभिन्न सामग्रियों का



उपयोग कार्यों के निर्माण के लिए किया गया था। ऐसा प्रतीत होता है कि जलविज्ञान पर ग्रंथ के लिए विशेष कार्य दक्षिण भारत में अस्तित्व में आए होंगे। वर्ष 1369 ई० के भास्करा भवदुरा के पोरुमिला टैंक के शिलालेख दक्षिण भारत में टैंक और बांधों के निर्माण की विस्तृत विधि पर प्रकाश डालता है।

In ancient India much attention was also paid to the proper location of artificial tanks. Various techniques were applied and equally different materials were utilized for the construction of works. It appears that special works for treatise on science of hydrology must have existed in south India. The Porumamilla tank inscription of Bhaskara Bhavadura dated A.D. 1369 throws an abundant light on the elaborate method of construction of tanks and dams in the south India.

प्राचीन साहित्य में एक अच्छे टैंक के घटकों का अच्छी तरह से वर्णन किया गया है। शास्त्र (एपीग्राफिया इंडिका, वॉल्यूम, पीपी. 108, हेमाद्रि से उद्धरण, 37–38, श्रीनिवासन टी.एम., 1970) के अनुसार, एक अच्छे टैंक की निम्नलिखित 12 आवश्यकताएँ हैं— (i) एक राजा नीतिपरायणता से संपन्न, अमीर, खुश और स्थायी धन और प्रसिद्धि की इच्छा रखने वाला होना चाहिए, (ii) ब्राह्मण ने जलविज्ञान (पथस—शास्त्र) सीखा होना चाहिए, (iii) कठोर मिट्टी से सजी जमीन होनी चाहिए, (iv) स्रोत से तीन योजन दूरी पर बहने वाली नदी मीठे पानी की होनी चाहिए। (v) पहाड़ी, जिसके कुछ हिस्से टैंक के संपर्क में होने चाहिए। (vi) (पहाड़ी के इन भागों के बीच में) कठोर पत्थर की दीवार का एक बांध (निर्मित), बहुत लंबा नहीं, लेकिन दृढ़ होना चाहिए, (vii) बाहर की तरफ फल देने वाली भूमि (फल—स्थिरा) की ओर इशारा करते हुए दो चरम (श्रीमगा) होने चाहिए, (viii) तल, व्यापक और गहरा होना चाहिए, (ix) सीधी और लंबी पत्थरों वाली एक खदान होनी चाहिए, (x) पड़ोसी क्षेत्र फल और स्तर में समृद्ध होना चाहिए, (xi) एक पानी का रास्ता (यानी, स्लुइस) जिसमें पहाड़ के हिस्से (आद्रि स्थान) के मजबूत किनारे होना चाहिए और (xii) (बांध निर्माण की कला में कुशल) पुरुषों का एक दल होना चाहिए। इन 12 अनिवार्य अपेक्षाओं से इस पृथ्वी पर आसानी से एक उत्कृष्ट टैंक बनाया जा सकता है।

Constituents of a good tank are well described in ancient literature. According to the Sastra (Epigraphia Indica, Vol, PP. 108, Quotes from Hemadri, Verses 37-38, Srinivasan T.M., 1970), the following are the 12 essentials of a good tank as: (i) A king endowed with righteousness, rich, happy and desirous of the permanent wealth and fame; (ii) Brahmana learned in hydrology (Pathas-Sastra); (iii) Ground adorned with hard clay; (iv) A river conveying sweet water (and) three Yojanas distance from its source; (v) The hill, parts of which are in contact with tank; (vi) Between (these portions of the hill) a dam (built) of a compact-stone wall, not too long but firm; (vii) Two extremes (Srimga) pointing away from fruit (giving) land (Phala-Sthira) outside; (viii) The bed, extensive and deep; (ix) A quarry containing straight and long stones; (x) The neighbouring fields, rich in fruit and level; (xi) A water course (i.e., the sluice) having strong eddies on account of the portion of the mountain (adri-sthana); and (xii) A gang of men (skilled in the art of its construction). With these 12 essentials, an excellent tank is easily attainable on this earth.

इन बिंदुओं से बांधों और जलाशयों के निर्माण के संबंध में जल प्रबंधन के आधुनिक, विज्ञान के साथ तुलना में हम पाएंगे कि जहाँ तक सामान्य आवश्यकताओं का संबंध है उन दिनों की तकनीक आधुनिक परिष्कृत अभियांत्रिकी के बराबर थी। इन 12 अनिवार्यताओं के साथ—साथ छह दोषों को भी पहचाना गया जो जलाशय की उपयोगिता को कम कर देंगे और जल संरक्षण मुश्किल हो जाएगा। ये दोष (एपीग्राफिया इंडिका, वॉल्यूम XIV, PP. 108, हिमाद्रि से उद्धरण, श्लोक 39, श्रीनिवासन टी.एम. 1970) निम्नानुसार हैं :

- (I) बांध से पानी का निकलना
- (ii) लवणीय मिट्टी
- (iii) दो राज्यों की सीमा पर स्थिति
- (iv) मध्य (टैंक के) में ऊँचाई (कुर्मा)
- (v) पानी की कम आपूर्ति और सिंचित भूमि का व्यापक विस्तार
- (vi) अपर्याप्त मैदान और पानी की अधिकता



From these points on comparison with the modern, science of water management regarding construction of dams and reservoirs, we will find that the technique in those days was just comparable to the modern sophisticated engineering, as far as general requirements are concerned. Along with these 12 essentials, six faults were also recognized which will reduce the usefulness of the reservoir and water conservation will become difficult. These faults (Dosas) are as follows (Epigraphia Indica, Vol. XIV, PP.108, Quotes from Hemadri, Verse 39, through Srinivasan T.M. (1970) as:

- (i) Water oozing from the dam
- (ii) Saline soil
- (iii) Situation at the boundary of two kingdoms
- (iv) Elevation (Kurma) in middle (of the tank) bed
- (v) Scanty supply of water and extensive stretch of land (to be irrigated)
- (vi) Scanty ground and excess of water

## उपसंहार

### Epilogue

उपर्युक्त चर्चा से पता चलता है कि कुओं, तालाबों, टैंकों और नहरों के माध्यम से पानी का उपयोग प्राचीन काल में प्रचलित था, साथ ही मरुस्थलों में भी पानी की आपूर्ति के प्रयास किए गए थे। संगठित जल मूल्य निर्धारण प्रणाली प्रचलित थी और बाढ़, सूखा आदि प्राकृतिक आपदाओं के निवारक उपाय उपलब्ध थे। बांध और तालाबों की निर्माण विधियाँ और सामग्री, आवश्यक स्थल और अच्छी टंकियों की अन्य आवश्यकताएं, नदी तटबंध सुरक्षा, स्पिलवेज आदि पर पर्याप्त ध्यान दिया गया था। टैंकों के समुचित स्थान और अभिविन्यास, नदी तटबंध के अस्तर,

वाष्पीकरण नियंत्रण, सूखा प्रबंधन आदि के क्षेत्रों में उच्च स्तर का विकास प्राप्त किया गया था। इस प्रकार, प्राचीन भारत सिंचाई और जल संरक्षण में अभियांत्रिकी के क्षेत्र में विकास के उच्च स्तर पर था। लोगों के लिए बेहतर पेयजल आपूर्ति के अलावा कृषि उपज बढ़ाने के लिए भारत में प्राचीन समय के दौरान अत्याधुनिक सिंचाई सुविधाओं की स्थापना की गई थी। प्राचीन भारत जल प्रबंधन के क्षेत्र में अत्यधिक प्रगतिशील था। प्राचीन काल के वैज्ञानिक उपकरणों के अभाव में इस तरह का उल्लेखनीय विकास पाठकों में आश्चर्य और प्रशंसा के भाव भर देता है।

The above discussion brings out that water use by means of wells, ponds, tanks and canals was prevalent during the ancient times, alongwith the efforts to supply water in deserts also. Organized water pricing system was prevalent and preventive measures against natural calamities such as floods, drought etc. was common. Construction methods and materials of dam and ponds, essential site and other requirements of good tanks, bank protection spillways etc. were paid sufficient attention. High level of development was achieved in the areas of proper location and orientation of tanks, lining of banks, evapotranspiration control, drought management, etc. Thus, ancient India was at a high plane of development in the field of engineering in irrigation and water conservation. State-of-the-art irrigational facilities were established during the ancient times in India for increasing agricultural produce apart from improved drinking water supplies for the people. Ancient India was highly progressive in the area of water management. Such remarkable development in the absence of scientific instruments of the ancient times invokes astonishment and admiration of the readers.



सभी प्राणियों के जीवित रहने के लिए जल सर्वाधिक बहुमूल्य और महत्वपूर्ण प्राकृतिक संसाधन है। यह इतनी मजबूती से हमारे अस्तित्व तथा सामाजिक और सांस्कृतिक विकास से जुड़ा हुआ है कि यह समृद्ध प्रतीकवाद, परंपराओं, अनुष्ठानों और धार्मिक विश्वासों का स्रोत बन गया है। विश्व की महान सभ्यताओं के लोगों के जीवन और जीवन-स्तर को आकार देने में जल की एक महत्वपूर्ण भूमिका रही है। पूरे इतिहास में, जल से हमारे संबंध कितने महत्वपूर्ण हैं इसका भौतिक प्रमाण यह है कि हमने जल का उपयोग, प्रबंधन कैसे किया है और यह हमारे लिए कितना मूल्यवान है। जल के प्रवाह को नियंत्रित करने का पहला सफल प्रयास मुख्य रूप से सिंचाई प्रयोजनों के लिए कृषि की आवश्यकताओं से प्रेरित था। जलविज्ञानीय चक्र, सतही जल, भूजल और वर्षा जल की प्रकृति की अधिक विस्तृत समझ के साथ, सहस्रों वर्षों से सभी सभ्यताओं में मजबूत और स्थायी जल प्रबंधन प्रणाली विकसित की गई थी।

Water is most precious and critical natural resource for survival of all the living beings. It has been so intimately linked to our very existence and societal and cultural developments that it has become the source of rich symbolism, traditions, rituals and religious beliefs. Water played a pivotal role in shaping the life and living standards of the people of the great civilizations of the world. Throughout history, our vital relationships to water have led to material testimonials of how water was used, managed and valued. The first successful efforts to control the flow of water were mainly driven by agricultural needs for irrigation purposes. With a more

detailed understanding of the hydrologic cycle, nature of surface water, ground water and rain water; robust and sustainable water management systems were also evolved in all the civilizations that prospered for thousands of years.

आध्यात्मिक विकास के अतिरिक्त, प्राचीन भारत ने विज्ञान के विकास का भी प्रदर्शन किया है। विश्व की सबसे बड़ी तथा प्रारंभिक व विकसित सभ्यताओं में से एक सिंधु घाटी सभ्यता है जो कि इतिहासोन्मुख भारतीय उप महाद्वीप में विज्ञान और समाज के विकास के स्तर को दर्शाती है। जैसा कि जेन्सन (1989) ने ठीक ही देखा था कि सिंधु लोग जल के प्रति अपने जुनून के लिए जाने जाते थे। उन्होंने प्रतिदिन नदियों की प्रार्थना की और उन्हें एक दिव्य स्थान दिया। वेदों के समय से लेकर प्राचीन भारतीय साहित्य में विज्ञान के इस विकास का (जलविज्ञान सहित) उल्लेख है। वैदिक साहित्य, अर्थशास्त्र, पुराणिक स्रोत, वृहत्संहिता, मयूराचरित्रिका, मेघमाला, जैन, बौद्ध और अन्य प्राचीन साहित्यों में ऐसे अनेक संदर्भ उपलब्ध हैं जो प्राचीन भारत में जलविज्ञान और जल संसाधनों के ज्ञान की स्थिति का वर्णन करते हैं।

Besides the spiritual growth, ancient India also exhibited the growth of science. The Indus Valley Civilization, one of the earliest and most developed civilizations, was the world's largest in extent and epitomises the level of development of science and societies in proto-historic Indian sub-continent. As rightly observed by Jansen (1989), the Indus people were known for their obsession with water. They prayed to the rivers



everyday and gave them a divine status. Ancient Indian literature, dating back from the age of the Vedas, further witnesses this development of sciences (including the water science). Numerous references exist in Vedic literature, Arthashastra, Puranic sources, Vrhatsamhita, Mayuracitraka, Meghmala, Jain, Buddhist and other ancient Indian literature which illustrate the status of the knowledge of hydrology and water resources in ancient India.

जैसे-जैसे हम भारतीय पौराणिक कथाओं में जलविज्ञान संबंधी संदर्भों की विस्तार से पड़ताल करते हैं, मानव जाति के प्रारंभिक वैज्ञानिक प्रयासों के कई आकर्षक आयाम उभरते हैं। सौभाग्य से उनमें प्राचीन भारतीयों के कार्यों को अच्छी तरह से प्रलेखित किया गया है जो मानव इतिहास का सामान्य रूप से, और विशेष रूप से भारत में जलविज्ञान के विकास के संकेत प्रदान करते हैं। प्राचीन भारत में जल से संबंधित विज्ञान के विकास के अनुसंधान कार्यों को बड़ी संख्या में राष्ट्रीय और अंतरराष्ट्रीय समुदाय द्वारा भी प्रकाशित किया गया है। इस पुस्तक को प्रकाशित करते समय बड़ी संख्या में आधुनिक राष्ट्रीय और अंतरराष्ट्रीय शोध पत्रों और विभिन्न राष्ट्रीय और अंतरराष्ट्रीय संस्थानों द्वारा प्रकाशित तकनीकी पुस्तकों को इसमें सम्मिलित करने का प्रयास किया गया है। अवधारणाओं को स्पष्ट और घटनाओं की स्पष्ट मानसिक छवि बनाने में सहायता करने के लिए, विभिन्न अवधारणाओं को दर्शाने वाले आंकड़े, जलविज्ञानीय प्रक्रियाओं और जल अभियांत्रिकी तकनीकों को भी सम्मिलित किया गया है।

As we investigate deeper into hydrologic references in Indian mythology, many fascinating dimensions of the early scientific endeavours of mankind emerge. Fortunately, the ancient Indian works have been well documented and provide us with pointers to the human history in general, and growth of water sciences in India in particular. Number of research works related to water science developments in ancient India have been also published by national and international research community. While updating this book, an attempt has been made to incorporate a number of recent national as well as international research

papers and technical book published by various national and international institutions. Figures illustrating various concepts, hydrological processes and water engineering techniques have also been included to clarify the concepts and help forming clear mental image of the developments.

यद्यपि, जो कम ज्ञात है, वह है वैदिक साहित्य और अन्य प्राचीन भारतीय साहित्य में जलविज्ञानीय प्रक्रियाओं और जल संसाधन विकास और प्रबंधन पद्धतियों के कई पहलुओं पर गहन चर्चा, जैसा कि हम आज उन्हें समझते हैं। वैदिक साहित्य और अन्य प्राचीन भारतीय साहित्य में उक्त विषय पर उससे विस्तृत चर्चा की गयी है। यह उचित समय है कि हम अनुभव करें और जल संसाधनों के उपयोग और प्रबंधन की हमारी वर्तमान प्रणालियों पर प्रश्न उठाएं और हमारे पारंपरिक ज्ञान और व्यवहार को स्वीकार करें और उन्हें आधुनिक संदर्भ में लागू करें। इसलिए, आधुनिक समय की और प्राचीन काल की जल-प्रौद्योगिकियों की एक तुलना की आवश्यकता है। हालांकि कुछ हद तक, वर्तमान में उपयोग में लाए जाने वाले उपकरणों तकनीकों और अनुप्रयोगों के पैमाने में अंतर है, तब भी मूल सिद्धांतों में कोई अंतर नहीं है। यहाँ तक कि किसी सभ्यता की जीवन शैली से संबंधित स्वच्छता मानकों का विकास हाल ही में नहीं हो सकता है। उदाहरण के लिए, वर्तमान में प्रयुक्त सीटों से सुसज्जित और सीवरों से जल निकालने वाली शौचालय प्रणाली प्राचीन काल के दौरान भी अस्तित्व में थी।

What is less known, however, is the rigorous discussion in the Vedic literature and other ancient Indian literature on several aspects of hydrologic processes and water resources development and management practices as we understand them today. It is high time that we realize and question our current systems of water resources utilization and management and acknowledge our traditional wisdom and practices and apply them to the modern context. Hence, a comparison of hydro-technologies in ancient times to that of the modern times is required. Although to some extent, there are differences in the tools and techniques used today and the scale of applications, still there are no



differences in the fundamental principles used. Even the lifestyle related to the hygienic standards of a civilization may not be a recent development. For example, flushing toilets equipped with seats resembling present-day toilets and drained by sewers has existed during ancient times.

अंत में, जलविज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हमारे अपार पारंपरिक ज्ञान के

आलोक में, यह महत्वपूर्ण और उपयोगी है कि जल और मानव के बीच के संबंध का अध्ययन प्राचीन काल की भांति गहनतापूर्वक किया जाए।

Finally, in view of our immense traditional knowledge in water science and technology, it is important and helpful to study and represent the connection between water and humans more deeply as was prevalent in India during ancient times.



कल्लानी बांध (ग्रैंड एनिकट) : त्रिची (तमिलनाडु) में स्थित चौल राजा करिकाला चौल द्वारा 150 ईसा पूर्व निर्मित भारत का प्रथम बांध  
Kallani Dam (Grand Anicut) : The 1<sup>st</sup> Dam of India build by Chaul King Karikala Chaul in 150 AD located at Tiruchi (Tamilnadu)  
(स्रोत / Source: Pinterest)



# ग्रंथ सूची

## ए. प्राथमिक स्रोत

1. ऋग्वेद संहिता (3000 ई.पू.), (i) महर्षि दयानंद सरस्वती (हिंदी) द्वारा भाष्य, दयानंद संस्थान, नई दिल्ली-5 द्वारा प्रकाशित (ii) स्वामी सत्यप्रकाश (अंग्रेजी) द्वारा भाष्य, वेद प्रतिष्ठान, नई दिल्ली द्वारा प्रकाशित।
2. सामवेद (3000 ई.पू.) स्वामी दयानंद सरस्वती द्वारा भाष्य, दयानंद संस्थान, नई दिल्ली-5 द्वारा प्रकाशित।
3. यजुर्वेद (ऋग्वेद के बाद), स्वामी दयानंद सरस्वती द्वारा भाष्य, (हिंदी) दयानंद संस्थान, नई दिल्ली-5.
4. यजुर्वेद (तैत्तिरिया संहिता) (ऋग्वेद के बाद) पं. श्रीपाद दामोदर सतवलेकर द्वारा संपादित। स्वाध्याय मंडल, मराठी, जिला बालसोड़, गुजरात।
5. श्वेत यजुर्वेद (वाजसनेय संहिता) (ऋग्वेद के बाद) आर.टी.एच. ग्रिफिथ द्वारा अंग्रेजी में अनूदित, मुंशीराम मनोहर लाल प्रकाशक, रानी झांसी रोड़, नई दिल्ली, 1987.
6. अथर्ववेद (नवीनतम वेद), पं. खेमकरण दास त्रिवेदी द्वारा भाष्य, सर्वदेशिक आर्य प्रतिनिधि सभा, महर्षि दयानंद भवन, रामलीला मैदान, नई दिल्ली।
7. शतपथ ब्राह्मण (2000 ई.पू.), पं. गंगा प्रसाद उपाध्याय द्वारा संपादित, प्राचीन संस्कृत अनुसंधान अध्ययन संस्थान, नई दिल्ली-8.
8. गोपथ ब्राह्मण (1000 ई.पू. के पश्चात) पं. खेमकरण दास त्रिवेदी द्वारा भाष्य, डॉ. प्रजना देवी और मेधा देवी द्वारा संपादित, अथर्ववेद कार्यालय, 34 लुकरगंज, इलाहाबाद, 1977 द्वारा प्रकाशित।

## महाकाव्य

9. वाल्मीकि रामायण (800 ई.पू. से 200 ई.पू.), गीता प्रेस, गोरखपुर, दो खण्डों में हिंदी अनुवाद सहित।
10. महाभारत (400 ई.पू. से 400 ई.) पं. रामनारायण दत्त शास्त्री, पाण्डेय राम द्वारा छः खंडों में अनूदित गीता प्रेस गोरखपुर।

## स्मृति

11. मनु स्मृति (200 ई.पू. या उससे पहले), पं. हरगोविंद शास्त्री द्वारा संपादित, चौखम्बा संस्कृत श्रृंखला कार्यालय, वाराणसी-221 001, 1984.

## दर्शन प्रणाली

12. कणाद की वैश्विका सूत्र (पूर्व-बौद्ध, 600-700 ई.पू.) ए.ई. गफ द्वारा अनूदित, ओरिएंटल बुक्स रीप्रिंट कॉर्पोरेशन, 54, रानी झांसी रोड़, नई दिल्ली - 110 055, 1975.

## व्याकरण

13. पाणिनी की अष्टाध्यायी (700 ई.पू.) ब्रह्मदत्त जिज्ञासु द्वारा भाष्य, रामलाल कपूर ट्रस्ट, नाहलगढ़, सोनीपत, हरियाणा द्वारा दो खंडों में प्रकाशित, 1985.

## राज्य व्यवस्था

14. अर्थशास्त्र (कौटिल्य, 400 ई.पू.) आर. शमाशास्त्री द्वारा अंग्रेजी में अनूदित, मैसूर मुद्रण और प्रकाशन हाउस, मैसूर, 1967. पुराण (6वीं शताब्दी ई.पू. से 700 ई.स्वी)।



15. ब्रह्माण्ड पुराण (तृतीय, चतुर्थ शताब्दी ईस्वी) डॉ. चमन लाल गौतम द्वारा दो खंडों में प्रकाशित, संस्कृत संस्थान वेद नगर, बरेली—243 003, 1988.
16. गरुड़ पुराण, तेज कुमार बुक डिपो प्राइवेट लिमिटेड, लखनऊ—260001 द्वारा प्रकाशित, 1989.
17. कर्म पुराण, पं. श्री राम शर्मा, संस्कृत संस्थान वेद नगर, बरेली द्वारा दो खंडों में संपादित, 1986.
18. लिंग पुराण, उपरोक्त, 1987.
19. मार्कंडेय पुराण, डॉ. धर्मदेनाथ शास्त्री द्वारा हिंदी में अनूदित, साहित्य भंडार, सुभाष बाजार, मेरठ— 250002, प्रथम संस्करण, 1983.
20. मत्स्य पुराण (6वीं शताब्दी ई.पू. से 4वीं शताब्दी ईसवी), पं. श्री राम शर्मा, वेद नगर, बरेली (उ.प्र.) द्वारा दो खंडों में संपादित, 1989.
21. नारद पुराण, उपरोक्त, 1984.
22. पद्म पुराण, उपरोक्त, 1986.
23. स्कंद पुराण, (7वीं शताब्दी ईस्वी), उपरोक्त 1988.
24. वायु पुराण, राम प्रताप त्रिपाठी शास्त्री द्वारा हिंदी में अनूदित, हिंदी साहित्य सम्मेलन प्रयाग, 12, सम्मेलन मार्ग, इलाहाबाद, 1987.
25. विष्णु पुराण: उक्त 24 के जैसा, 1989.

### खगोलीय कार्य

26. वराह मिहिर द्वारा वृहत्संहिता (550 ईस्वी), पं. अच्युत्यानन्द झा द्वारा संपादित और भाष्य, चौखंबा विद्या भवन, वाराणसी—221001, 1988.
27. मयूरचित्रिका (नारदिया), पांडुलिपि नं. 34332, सम्पूर्णानंद संस्कृत विश्वविद्यालय, वाराणसी के सरस्वती भवन पुस्तकालय में रखा गया है।
28. मेघमाला (लगभग 900 ईस्वी), पांडुलिपि नं. 37202, सम्पूर्णानंद संस्कृत विश्वविद्यालय, वाराणसी के सरस्वती भवन पुस्तकालय में रखा गया है।

### अन्य

29. कालीदास के मेघदूतम (100 ई.पू.) मलिनाथ द्वारा भाष्य, डॉ. जय शंकर त्रिपाठी द्वारा संपादित, देवभाषा प्रकाशन, इलाहाबाद—6.

30. कालिदास ग्रंथावली : सीताराम चतुर्वेदी द्वारा संपादित, चौखम्बा प्रकाशन, वाराणसी, 1980.
31. सुद्रका की मृच्छकटिका (6वीं शताब्दी ईस्वी), डॉ. श्रीनिवास शास्त्री द्वारा हिंदी में अनूदित, साहित्य भवन, सुभाष बाजार, मेरठ (यूपी), 1980.
32. भव मिश्र (16 वीं शताब्दी ईस्वी) द्वारा भावप्रकाश निघंटु, पं. विश्वनाथ द्विवेदी शास्त्री की टीका सहित, मोतीलाल बनारसी दास प्रकाशक, दिल्ली—7, 1988.

### बी. माध्यमिक स्रोत

33. बेकर, बी.एन. और हॉर्टन, आर.ई (1936), हिस्टोरिकल डैवलपमेंट ऑफ आइडिया रिगार्डिंग दि ओरिजन ऑफ स्पिंग्स एंड ग्राउंड वाटर, ट्रांस आफ अमेरिकन जियोग्रिकल यूनियन, वॉल्यूम 17, पेज 395—400.
34. बिस्वास, ए के (1967), हाईड्रोलॉजिकल इंजीनियरिंग (600 बी.सी. से पहले), जर्नल ऑफ हाईड्रोलॉजिक डिजीजन, ए.एस.सी.ई. वॉल्यूम 93, पेज 115—135.
35. बिस्वास, ए.के. (1969), साईंस इन इंडिया, फिरमा के.एल. मुखोपाध्याय, कलकत्ता पेज 154.
36. बिस्वास, ए.के. (1969), हिस्ट्री ऑफ हाईड्रोलॉजी, नॉर्थ हॉलैंड पब. ii . कं., एम्स्टर्डम, लंदन, पेज 336.
37. चाउ, वी.टी. (1964), हैंड बुक ऑफ एप्लाइड हाईड्रोलॉजी मैकगू—हिल कंपनी, न्यूयार्क।
38. लॉ. बी.सी. (1984), हिस्टोरिकल ज्योग्राफी ऑफ एनसिएंट इंडिया, मुंशीराम मनोहरलाल, नयी दिल्ली।
39. पणिककर रायमुंडो, (1977), दि वैदिक एक्सपीरियेंस मंत्र—मंजरी मोतीलाल बनारसीदास, दिल्ली।
40. पारखे, एम.एस. और वसंत, (1989), यज्ञ कृषि, रासायनिक खेती का विकल्प, स्थायी विकास, पत्रिका, नंबर 1, खंड 3, 1989 पेज 9—11.



41. प्रकाश, एस (1965), फाउण्डर्स ऑफ साइसेज इन एनसिएंट इंडिया, द रिसर्च इंस्टीट्यूट ऑफ एनसिएंट साइंटिफिक स्टडीज, नई दिल्ली।
42. प्रसाद, ई.ए.वी. (1979), वाटर क्वालिटी इन भावमिश्राज भाव प्रकाश, MASSLIT श्रृंखला नं. 2 एन.जे. प्रकाशन, तिरुपति।
43. प्रसाद, ई.वी. (1980), ग्राउण्ड वाटर इन वराह मिहिर्स वृहत संहिता, MASSLIT श्रृंखला नं. 1 श्री वैकटेश्वर यूनिवर्सिटी प्रेस, तिरुपति, भारत।
44. प्रसाद, वी.टी. बी.एस. कुमार और एस. कुमार (1987), वाटर रिसोर्सज डैवलपमेंट इन इंडिया— इट्स सेन्ट्रल रोल इन दि पास्ट एंड क्रूशियल सिग्निफिकेन्स फॉर फ्यूचर, प्रो. ऑफ दि इंटरनेशनल सिम्पोजियम ऑन वाटर फॉर फ्यूचर, IAHR, रोम, पेज 19–34.
45. राव, ई.जी.के. कोटेकर, पी.ओ. (1971), एक्सप्लोरेशन ऑफ अंडर ग्राउंड वाटर स्प्रिंग्स एकांडिंग टू दि एनसियंट हिन्दूज, इंडियन जर्नल ऑफ हिस्ट्री ऑफ साइंस, वॉल्यूम 6, नंबर 2, पेज 139–146.
46. सील, बी.डब्ल्यू (1918), पॉजिटिव साइंस ऑफ इनसियंट इंडिया, मोतीलाल बनारसीदास, नई दिल्ली।
47. सिरकार, डी.सी. (1971), स्टडीज इन दि जियोग्राफी ऑफ एनसियंट एंड मेडीवल इंडिया, मोतीलाल बनारसीदास, नई दिल्ली।
48. श्रीनिवासन, टी.एम. (1970), ए ब्रीफ एकाउंट ऑफ दि एनसियंट ईरीगेशन इंजीनियरिंग सिस्टम्स प्रिवैलेंट इन साउथ इंडिया, इंडियन जर्नल ऑफ हिस्ट्री ऑफ साइंस, वॉल्यूम 5, नंबर 2, पेज 315–325.
49. त्रिपाठी, एम.पी. (1969) डैवलपमेंट ऑफ जियोग्राफिकल नॉलेज इन एनसियंट इंडिया भारतीय विद्या प्रकाशन, वाराणसी-1, भारत।
50. वार्ष्णेय, आर.एस. (1979) इंजीनियरिंग हाइड्रोलॉजी, नेमचंद एंड ब्रदर्स, रुड़की (उ.प्र.)।
51. शिरसाथ, पी.बी. (2009), ईरीगेशन डैवलपमेंट इन इंडिया: हिस्ट्री एण्ड इम्पैक्ट, वाटर टैक्नोलॉजी सेंटर, आईएआरआई, नई दिल्ली [http://indiairrigation.blogspot.com/2009/01/history-of-irrigation-developmentin\\_01.html](http://indiairrigation.blogspot.com/2009/01/history-of-irrigation-developmentin_01.html).
52. मैकक्लेन-III, जे.ई. और डॉन, एच. (2006), साइंस एंड टैक्नोलॉजी इन वर्ल्ड हिस्ट्री: एन इंट्रोडक्शन IInd एडिशन, दि जॉन्स हॉपकिन्स यूनिवर्सिटी प्रेस 2715, नार्थ चार्ल्स स्ट्रीट, बाल्टीमोर, मैरीलैंड 21218–4363.
53. वुओरिनन, एच.एस. जुती, पी.एस., और काटको, टी.एस. (2007), हिस्ट्री ऑफ वाटर एंड हैल्थ फ्रॉम एनसियंट सिविलाईजेशन टु मॉडर्न टाइम्स, वाटर साइंस एंड टैक्नोलॉजी, वाटर सप्लाई वॉल्यूम 7 नंबर 1 पेज 49–57.
54. योनोपोलोस, एस.आई लाइबेरटोस, जी, थियोडोसिउ, एन.ली. डब्ल्यू. वैलीपोर, एम टैम्बुरिनो, ए. और एंजेलकिस, ए.एन. (2015), इवॉल्यूशन ऑफ वाटर लिफ्टिंग डिवाइसेज (पम्प्स) ओवर दि सेच्युरीज वर्ल्ड वाइड वाटर 2015, 7, 5031–5060, डीओआई, 10.3390 / w 7095031.
55. स्काबोरो, वी.एल. (2003), दि फ्लो ऑफ पावर: एनसियंट वाटर सिस्टम्स एंड लैंडस्केप्स: स्कूल ऑफ अमेरिकन रिसर्च प्रेस: सांता फे, एन.एम, यू.एस. ए. पेज 204.
56. ऑटॉल्फ, सी.आर. (2009), वाटर इंजीनियरिंग इन एनसियंट वर्ल्ड – ऑक्योलॉजिकल एंड क्लाइमेट पर्सपेक्टिव्स ऑन सोसाइटीज ऑफ एनसियंट साउथ अमेरिका, मिडिल ईस्ट एंड साउथ अमेरिका, मिडिल ईस्ट एंड साउथ ईस्ट साउथ एशिया: ऑक्सफोर्ड यूनिवर्सिटी प्रेस: न्यूयार्क, एन.वाई., यू.एस.ए. पेज 433.
57. जेरिट्स ए.एम.जे. (2010), द रोल ऑफ इंटरसैप्शन इन दि हाइड्रोलॉजिकल साइकल। डिजर्टेशन एट द वाटर्स रिसोर्सज सैक्शन फैंकल्टी ऑफ सिविल इंजीनियरिंग एंड जियोसाइसेज, डेल्ट यूनिवर्सिटी ऑफ टैक्नोलॉजी, एंड एट द गैब्रियल लिप्मान रिसर्च सेंटर, लक्समबर्ग।
58. हॉर्टन, (1933), द रोल ऑफ इन्फिल्ट्रेशन इव दि हाइड्रोलॉजिक साइकल, ट्रांस अमेर जियोफिजिक, यूनिशन, 14–446–460.
59. पांडे, ए (2016), सोसायटी एंड एन्वायर्नमेंट एन एनसियंट इंडिया (स्टडी ऑफ हाइड्रोलॉजी) इंटरनेशनल जर्नल ऑफ ह्यूमिनिटीज एंड सोशल साइंस इन्वेन्शन, वॉल्यू 5 (2), पेज 26–31.



60. शॉ, जे. सिटक्लिफ, जे. लॉयड-स्मिथ, एल. श्वेनिंगर, जे-एल. और चौहान, एम.एस. (2007) एनसियंट ईरीगेशन एंड बुद्धिष्ट हिस्ट्री इन सेंट्रल इंडिया- ऑप्टिकली स्टिमुलेटेड ल्यूमिनेसीन डेट्स एंड पॉल्लन सीकर्वेशेज फ्रॉम द सांची डैम्स। एशियन पर्सपेक्टिव, वाल्यूम. 46, नंबर 1.
61. एंजेलिस, ए.एन. और झोंग, एक्स.वाई. (2015) इवॉल्यूशन ऑफ वाटर सप्लाई, सैनिटेशन, वेस्टवाटर, एंड स्टॉर्म वाटर टैक्नोलॉजीज ग्लोबली। वाटर 2015, 7, 455-463, डीओई:10.3390/w7020455.
62. हसन, एफ (2011)। वाटर हिस्ट्री फॉर अवर टाइम्स। पब्लिशड बाई दि यूनाइटेड नेशनस एजुकेशनल, सांइटिफिक एंड कल्चरल ऑर्गेनाइजेशन (यूनेस्को), इंटरनेशनल हाइड्रोलॉजी प्रोग्राम (आईएचपी) 7, प्लेस फॉटेनॉय, 75352 पेरिस 07 एसपी, फ्रांस।
63. ह्यूगो, वी. (1982), लेस मिसरेबल्स, ट्रांस नॉर्मन डेनी, पेंगुइन क्लासिक्स, न्यूयॉर्क, 2001.
64. अब्बन्नावर, एम.एस. और मणि, एम.ए. (2008), कॉन्सेप्टुअल मॉडल ऑफ पीपुल्स एप्रोच टु सैनिटेशन। सांइ. टोटल एन्वा. वॉल्यूम. 390, पेज 1-12.
65. सोरिनसेली, पी. (1998), स्टोरिआ सोशल डेली'क्यूक्वा। रीति ई कल्चर। मिलानो: मोंडाडोरी।
66. डी फियो, जी और नेपाली, आर.एस.ए. (2007), हिस्टोरिकल डेवलपमेंट ऑफ द ऑगस्टान एक्वाडक्ट इन साउथर्न इटली: 20 सेंचरीज ऑफ वर्क्स फ्रॉम सेरिनो टु नेपल्स। वाटर सांइस टैक्नो, वॉल्यूम. 7: 131-8.
67. लोफ्रेनो, जी और ब्राउन, जे. (2010), वेस्ट वाटर मैनेजमेंट थ्रो एजेज: ए हिस्ट्री ऑफ मैनकांड। सांइस ऑफ द टोटल एन्वायर्नमेंट, वॉल्यूम. 408, पेज 5254-5264.
68. मेनेग्लियर, एच. (1994), स्टोरिया डेल्कक्वा, मिलानो: सूगर कं.।
69. तर्र, जे.ए. (1985)। हिस्टोरिकल पर्सपेक्टिव्स ऑन हजार्डियस वेस्ट इन दि यूनाइटेड स्टेट्स। वेस्ट मैनेजरिस. 3:95-113.
70. वायले, जी. (2000)। उन मन्डो हमा ई गेटटा। मिलानो: फेल्ट्रिनेली।
71. सोरी, ई। (2001)। La citta e i rifiuti - इकोलोगिया urbana dal Medioevo al primo Novecento। सग्गी, बोलोग्ना: इल मुलिनो।
72. नेरी सर्नेरी, एस (2007)। द कन्स्ट्रक्शन ऑफ द मॉडर्न सिटी एंड द मैनेजमेंट ऑफ वाटर रिसोर्सेज इन इटली 1880-1920। जे. अर्बन हिस्ट, वॉल्यू. 33, पेज 813-27.
73. केनोयर, जे.एम. (1997), ट्रेड एंड टैक्नोलॉजी ऑफ इंडस वैली: न्यू इनसाइट फ्रॉम आर्क्योलॉजी, पाकिस्तान, वर्ल्ड आर्क्योलॉजी 29 (2), 262-280.
74. केनोयर, जे.एम. (1991)। द इंडस वैली ट्रेडिशन ऑफ पाकिस्तान एंड वेस्टन इंडिया, जर्न. वर्ल्ड प्रिहिस्ट 5, 331-385.
75. केनोयर, जे.एम (1998)। एनसियंट सिटीज ऑफ दि इंडस वैली सिविलाइजेशन: ऑक्सफोर्ड यूनिवर्सिटी, प्रेस, अमेरिकन इंस्टीट्यूट ऑफ पाकिस्तान स्टडीज : कराची, पाकिस्तान, पेज 1-260.
76. खान, एस (2014)। सैनीटेशन एंड वेस्टवाटर टैक्नोलॉजीज इन हडप्पा/इंडस वैली सिविलाइजेशन (CA 2600-1900 बी.सी)। बुक चैप्टर इन "इवॉल्यूशन ऑफ सैनीटेशन एंड वेस्टवाटर टैक्नोलॉजीज थ्रो दि सैन्चुरीज" (एडि.: ए.एन. एंजेलकिस और जे.बी. रोज) IWA पब्लिशिंग अलायंस हाउस, 12 कैक्सटन स्ट्रीट लंदन SW1H0QS, यूके पेज 25-40.
77. वोल्फ, पी. (1999), हिस्ट्री ऑफ वेस्टवाटर। वर्ल्ड ऑफ वाटर 2000-द पास्ट, प्रजेन्ट एंड फ्यूचर। वाटर वर्ल्ड/वाटर एंड वेस्ट वाटर इंटरनेशनल सप्लीमेंट टु पेन वेल मैगजीन, तुलसा, ओएच, यूएसए, 1999.
78. राइट, आर.पी. (2010), द एनसियंट इंडस: अर्बनेज्म, इकॉनॉमी एंड सोसायटी, केंब्रिज यूनिवर्सिटी प्रेस, न्यूयॉर्क, 396.
79. फार्डिन, एच.एफ. होले, ए. गौटियर, ई. हौरी, जे. (2013), वेस्ट वाटर मैनेजमेंट टैक्नीक्स फ्रॉम एनसियंट सिविलाइजेशंस टु मॉडर्न एजेज: एकजाम्पल ऑफ साउथ एशिया वाटर सांइस टैक्नोल, 13, 719-726.
80. किर्क, डब्ल्यू (1975), दि रोल ऑफ इंडिया इन दि डिपयूजन ऑफ अर्ली कल्चर्स, द जियोग्राफिकल जर्न. 141 (1), 19-34.



81. मेट, एम.एस (1969), बिल्डिंग ऑफ एनसियंट इंडिया, वर्ल्ड आर्क्योलॉजी 1 (2), 236–246.
82. सिंह यू. (2008), हिस्ट्री ऑफ एनसियंट एंड अर्ली मेडीवल इंडिया—फ्रॉम स्टोन एज टु 12वीं सैचुरी. पियर्सन एजुकेशन/डोरलिंग किंडरस्ले, नई दिल्ली, पेज 704.
83. कासल, जे.एम. (1949)। लेस फौलीस डे विरापटनम—एरीकेमेडु। कोम्पटेसरेन्डस डेस सेशन्स del'Acadpmie des insults et Belles-Letters, 93<sup>rd</sup> वर्ष, 2, पृष्ठ 142–147.
84. बेगली, वी. (1983), एरिकेमेडु रिकन्सीडर्ड, अमेरिकन जर्नल ऑफ आर्कियोलॉजी 87 (4), 461–481,
85. बेगली, वी. (2004), द डेटिंग ऑफ एरिकेमेडु एंड इट्स बीयरिंग ऑन दि आर्क्योलॉजी ऑफ अर्ली हिस्टोरिकल साउथ इंडिया। इन: साउथ इंडिया होराइजंस (जे. एल. चेलविलार्ड और ई. वाइल्डर, एडि.)। इंस्टीट्यूट फ्रेंच डी पांडिचेरी/इकोल फ्रंकाइसे डी'एक्स्टूरमे—ओरिएंट, पॉन्डिचेरी, पेज 513–537.
86. भारद्वाज, एच.सी. (1997), टाउन प्लानिंग, बिल्डिंग एंड बिल्डिंग मटीरियल्स इन: हिस्ट्री ऑफ टैक्नोलॉजी इन इंडिया। (ए.के. बाग, एडि.)। इंडियन नेशनल साइंस एकेडेमी, नई दिल्ली, वॉल्यूम 1, पेज 498–523.
87. नायर, के.एस. (2004) रोल ऑफ वाटर इन द डैवलपमेंट ऑफ सिविलाइजेशन इन इंडिया—ए रिव्यू ऑफ एनसियंट लिटरेचर, ट्रेडिशनल प्रैक्टिसेज एंड बिलीफ्स। द बेसिस ऑफ सिविलाइजेशन – वाटर साइंस? (प्रोसीडिंग ऑफ द यूनेस्को/आईएएचएस/आईडब्ल्यूआई) (ए सिम्पोजियम हैल्ड इन रोम दिसंबर 2003)। आईएएचएस पब्लि. 286.
88. बागची, के.एस और बागची, एस.एस. (1991) हिस्ट्री ऑफ ईरीगेशन इन इंडिया। पार्ट—। : ईरीगेशन इन एनसियंट इंडिया। (फ्रॉम 2295 बी.सी. अप टु 11<sup>th</sup> सैचुरी)। ईरीगेशन एंड पावर, पेज 69–76.
89. श्रीनिवासन, टी.एम. (1976)। मैजरमेंट ऑफ रेनफाल इन एनसियंट इंडिया, आई जे एच एस 11.2, 148–57.
90. शॉ, जे. और स्टिक्लिफ, जे. (2003) वाटर मैनेजमेंट, पेट्रोनेज नेटवर्क्स एंड रिलीजियस चेंज: न्यू इवीडेंस फ्रॉम दि सांची डैम कॉम्प्लेक्स एंड काउंटर पार्ट्स इन गुजरात एंड श्रीलंका, साउथ एशियन स्टडीज, 19: 1, 73–104, डीओआई: 10.1080 / 026666030.2003.9628622.
91. कीलहॉन, एफ. (1906), "जूनागढ़ रॉक्स इन्सक्रिप्शन्स ऑफ रुद्रादमन: द ईयर 72", एपिग्राफिका इंडिया VIII, पेज 36–49.
92. शॉ, जे. और सुतक्लिफ, जे. (2001) एनसियंट ईरीगेशन वर्क्स इन द सांची एरिया: एन आर्क्योलॉजिकल एंड हाइड्रोलॉजिकल इन्वेस्टिगेशन, साउथ एशियन स्टडीज 17: 1, 55–75, डीओआई: 10.1080 / 026666030.2001.9628592.
93. सुटक्लिफ, जे. शॉ, जे. और ब्राउन, ई. हिस्टोरिकल वाटर रिसोर्सेज इन साउथ एशिया: द हाइड्रोलॉजिकल बैकग्राउंड, हाइड्रोलॉजिकल साइंसेज जर्नल, 56 (5): 775–88.
94. जिनसेन एम. (1985), मोहन जोदड़ो, सिटी ऑफ द इंडस वैली, एंडेवर, न्यू सिरीज, वॉल्यूम 9, नंबर 4, पेरगामन प्रेस, प्रिंटेड इन द ग्रेट ब्रिटेन, लंदन, यूके।
95. जिनसेन एम. (1989), वाटर सप्लाय एंड सीवेज डिस्पोजल एट मोहन जोदड़ो, वर्ल्ड आर्कियोलॉजी 21 (2), 177–192,
96. मजूमदार, पी.पी. और जैन, एस. (2018), हाइड्रोलॉजी इन एनसियंट इंडिया: सम फैस्सीनेटिंग फैक्ट्स, जियोफिजिकल रिसर्च एबस्ट्रैक्ट्स, ईजीयू जनरल एसेम्बली, वॉल्यूम 20, ईजीयू 2018, 8690.
97. नायर, के.एस. (2004)। रोल ऑफ वाटर इन दि डैवलपमेंट ऑफ सिविलाइजेशन इन इंडिया—ए रिव्यू ऑफ एनसियंट लिटरेचर, ट्रेडिशनल प्रैक्टिसेज एंड बिलीफ्स, द बेसिस ऑफ सिविलाइजेशन—वाटर साइंस? (प्रोसीडिंग ऑफ द यूनेस्को/आईएएचएस/ आईडब्ल्यूएचए, ए सिम्पोजियम हैल्ड इन रोम दिसम्बर 2003), आईएएचएस पब्लि. 280.



# BIBLIOGRAPHY

## A Primary Sources

1. Rig Veda Samhita (3000 B.C.), (i) Bhasya by Maharshi Dayananda Saraswati (Hindi), Published by Dayananda Sansthan, New Delhi-5.  
(ii) Bhasye by Swami Satyaprakash Saraswati (English), Published by Veda Pratisthan, New Delhi.
2. Sam Veda (3000 B.C.) Bhasya by Swami Dayananda Saraswati, Published by Dayananda Sansthan, New Delhi-5.
3. Yajur Veda (later than Rig Veda), Bhasya by Swami Dayananda Saraswati, (Hindi) Dayananda Sansthan, New Delhi-5.
4. Black Yajur Veda (Taithiriya Sanhita) (Later than Rig Veda), Edited by Pt. Shripad Damodar Satvlekar, Swayadhya Mandal, Maradi, Disit. Balsod, Gujara.
5. White Yajur Veda (Vajasaney Sanhita) (Later than Rig Veda, English Trans. By R.T.H. Griffith, Munsiram Manohar Lal Publishers, Rani Jhansi Road, New Delhi, 1987.
6. Atharva Veda (the latest Veda), Bhasya by Pt. Khem Karan Das Trivedi, Sarvadeshik Arya Pratinidhi Sabha, Maharshi Dayananda Bhavan, Ramlila Maidan, New Delhi.
7. Satapatha Brahmana (2000 B.C.), Edited by Pt. Ganga Prasad Upadhyaya. The Research Institute of Ancient Sanskrit Studies, New Delhi-8.

8. Gopatha Brahmana (much later than 1000 B.C.), Bhasya by Pt. Khem Karan Das Trivedi, Edited by Dr. Prajna Devi and Medha Devi, Published by Atharvaveda office, 34, Lukarganja, Allahabad, 1977.

## Epics

9. The Vaimiki Ramayana (800 B.C. to 200 B.C.), Gita Press, Gorakhpur, in two volumes with Hindi translation.
10. The Mahabharata (400 B.C. to 400 A.D.) Translated by Pt. Ramanarayana Datta Shastri, Pandeya 'Ram" Gita Press, Gorakhpur in six volumes.

## Smriti

11. Manusmriti (200 B.C. or earlier than that), Edited by Pt. Haragovinda Shastri, Chowkhamba Sanskrit Series Office, Varanasi -221 001, 1984.

## Philosophica System

12. Vaisesika Sutra of Kanada (Pre-Buddhist, 600-700 B.C.), Translated by A.E. Gough, Oriented Books Reprint Corporation. 54, Rani Jhansi Road, New Delhi-110 055, 1975.

## Grammer

13. Panini's Astadhayayi (700 B.C.), Bhasya by Brahmadata Jijnasu, published by Ramlal Kapoor Trust, Nahalagarh, Sonipat, Haryana, 1985 two volumes.



## Polity

14. Arthashastra (Kautilya, 400 B.C.), Ed by R. Shamashastri, Eng. Trans: Ibid. Mysore printing and publishing House, Mysore, 1967.

## Puranas (6<sup>th</sup> century B.C. to 700 A.D.)

15. Brahmanda purana (3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup> century A.D.) Edited by Dr. Chamana Lal Goutam, Published by Sanskrit Sansthan Ved Nagar, Bareilly-243 003, two volumes, 1988.
16. Garuda Purana, published by Tejkumar Book Depot Pvt. Ltd. Lucknow-26001, 1989.
17. Kurma Purana, Edited by Pt. Shri Ram Sharma, Sanskrit Sansthan, Ved Nagar, Bareilly, two volumes, 1986.
18. Linga Purana, Ibid. 1987.
19. Markandeya Purana, Hindi Trans. By Dr. Dharmendranath Shastri, Sahitya Bhandu, Subhash Bazar, Meerut-250 002, First Edition, 1983.
20. Matsya Purana (6<sup>th</sup> century B.C. to 4<sup>th</sup> century A.D.), Edited by Pt. Shri Ram Sharma, Veda Nagar, Bareilly (UP), two volumes, 1989.
21. Narada Purana, Ibid., 1984.
22. Padma Purana, Ibid., 1986.
23. Skanda Purana, (7<sup>th</sup> century A.D.), Ibid. 1988.
24. Vayu Purana, Hindi Trans. By Rama Pratap Tripathi Sastri, Hindi Sahitya Sammelan Prayag, 12, Sammelan Marg., Allahabad, 1987.
25. Visnu Purana: Same as 24<sup>th</sup> above, 1989.

## Astronomical Works

26. Vrhat Sanhita (550 A.D.) by Varahamihira, Edited and Bhasya by Pt. Achyutananda Jha, Chow Khamba Vidyabhawan, Varanasi=221 001 1988.

27. Mayurcitarka (Nardiya), Manuscript No. 34332, Kept at Saraswati Bhavan Library of Sampurnananda Sanskrit University, Varanasi.
28. Meghamala (around 900 A.D.), Manuscript No. 37202, Kept at the Saraswati Bhavan Library of above University.

## Others

29. Meghadutam of Kalidas (100 B.C.), Bhasya by Malinath, Edited by Dr. Jaya Shankar Tripathi, devabhasa Prakashan, Allahabad-6.
30. Kalidas Granthavall: Edited by Sitaram Chaturvedi, Chowkhamba Prakashan, Varanasi, 1980.
31. Mrcchakatika of Sudraka (6th Century A.D.), Hindi Trans. By Dr. Shrinivasa Shastri, Shahitya Bhavana, Subhash Bazar, Meerut (UP), 1980.
32. Bhava Prakasha Nighantu by Bhava Mishra (16th century A.D.), with Commentary of Pt. Vishvanath Dwivedi Shastri, Motilal Banarasi Das publishers, Delhi-7 1988.

## B Secondary Sources

33. Baker, B.N. and Horton, R.E. (1936). Historical Development of Ideas Regarding the Origin of springs and Ground Water, Trans of American Geophysical Union, Vol. 17, pp. 395-400.
34. Biswas, A.K. (1967). Hydrologic Engineering prior to 600 B.C. Jr. of the Hydraulic Division, ASCE, Vol. 93, Hy. 5, pp. 115-135.
35. Biswas, A.K. (1969). Science in India, Firma K.L. Mukhopadhyaya, Calcutta, 154 p.
36. Biswas, A.K. (1969). History of Hydrology, North Holland Pub ii. Co., Amsterdam, London, 336 p.
37. Chow, V.T. (1964). Hand Book of Applied Hydrology Mcgrew-Hill Company, New York.



38. Law, B.C.(1984). Historical Geography of Ancient India, Munshiam Manoharlal, New Delhi.
39. Pannikar Raimundo, (1977). The Vedic Experience Mantra-Manjari Motilal Banarsidas, Delhi.
40. Parkhe, M.S. and Vasant, (1989). Yajna Krishi, Rasayanik Kheti ka Vikalp, Sthayi Vikas, Patrika, No. 1, Vol.3, 1989, pp.9-11.
41. Prakash, S.(1965). Founders of Sciences in Ancient India, The Research Institute of Ancient Scientific Studies, New Delhi.
42. Prasad, E.A.V. (1979). Water Quality in Bhavamsira's Bhava Prakasa, MASSLIT Series No.2, N.J. Publications, Tirupathi.
43. Prasad, E.A.V.(1980). Ground water in Varahamihira's Vrhata Sanhita. MASSLIT series No.1, Sri Venkateswara University Press, Tirupathi, India.
44. Prasad, V.T. B.S. Kumar, and S. Kumar,(1987). Water Resources Development in India – Its Central Role in the past and Crucial Significance for Future, Proc. Of the International Symposium on Water for Future, IAHR, Rome, pp. 19-34.
45. Rao, E.G.K. Kotekar, P.O.(1971). Exploration of Underground Water Springs According to the Ancient Hindus, Indian Jr. of History of Science, Vol. 6, No.2, P.139-146.
46. Seal, B.W.(1958) Positive Sciences of Ancient India, Motilal Banarasidass, New Delhi.
47. Sircar, D.C.(1971). studies in the Geography of Ancient and Medieval India, Motilal Banarasidass, New Delhi.
48. Srinivasan, T.M.(1970). A Brief Account of the Ancient Irrigation Engineering Systems Prevalant in South India, Indian Jr. of History of Science, Vol.5, No.2 1970, pp. 315-325.
49. Tripathi, M.P. (1969). Development of Geographical Knowledge in Ancient India, Bhartiya Vidya Prakashan, Varanasi-1, India.
50. Varshney, R.S. (1979) Engineering Hydrology, Nemchand and Bros., Roorkee (UP).
51. Shirsath, P.B. (2009). Irrigation Development in India: History & Impact, Water Technology Centre, WTC, IARI, New Delhi, [http://indiairrigation.blogspot.com/2009/01/history-of-irrigation-developmentin\\_01.html](http://indiairrigation.blogspot.com/2009/01/history-of-irrigation-developmentin_01.html).
52. McClellan, III. J.E. and Dorn, H. (2006). Science and Technology in World History: An Introduction. II<sup>nd</sup> Edition, the Johns Hopkins University Press 2715 North Charles Street Baltimore, Maryland 21218-4363.
53. Vuorinen, H.S. Juuti, P.S., and Katko, T.S. (2007). History of water and health from ancient civilizations to modern times. Water Science & Technology: Water Supply Vol. 7 No. 1 pp. 49–57.
54. Yannopoulos, S. I. Lyberatos, G. Theodossiou, N. Li. W., Valipour, M. Tamburrino, A. and Angelakis, A.N. (2015). Evolution of Water Lifting Devices (Pumps) over the Centuries Worldwide. Water 2015, 7, 5031-5060; doi:10.3390/w7095031.
55. Scarborough, V.L. (2003). The Flow of Power: Ancient Water Systems and Landscapes; School of American Research Press: Santa Fe, NM, USA, p.204.
56. Ortloff, C.R. (2009). Water Engineering in the Ancient World—Archaeological and Climate Perspectives on Societies of Ancient South America, the Middle-East and South-East Asia; Oxford University Press: New York, NY, USA, p.433.
57. Geritts, A.M.J. (2010). The role of interception in the hydrological cycle. Dissertation at the Water Resources Section, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology, and at the Gabriel Lippmann Research Center, Luxembourg.
58. Horton, (1933). The role of infiltration in the hydrologic cycle. Trans. Amer. Geophys. Union, 14, 446-460.



59. Pandey, A. (2016). Society and Environment in Ancient India (Study of Hydrology). *International Journal of Humanities and Social Science Invention*, Vol. 5(2), pp.26-31.
60. Shaw, J. Sutcliffe, J. Lloyd-Smith, L. Schwenninger, J-L. and Chauhan, M. S. (2007). Ancient Irrigation and Buddhist History in Central India: Optically Stimulated Luminescence Dates and Pollen Sequences from the Sanchi Dams. *Asian Perspectives*, Vol. 46, No.1.
61. Angelakis, A.N. and Zheng, X.Y. (2015). Evolution of Water Supply, Sanitation, Wastewater, and Stormwater Technologies Globally. *Water* 2015, 7, 455-463; doi:10.3390/w7020455.
62. Hasan, F. (2011). *Water History for Our Times*. Published by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), International Hydrology Programme (IHP), 7, place Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France.
63. Hugo, V. (1982). *Les Misérables*, Trans. Norman Denny. Penguin Classics, New York, 2001.
64. Avvannavar, M.S. and Mani, M. A. (2008). Conceptual model of people's approach to sanitation. *Sci. Total Environ.* Vol. 390, pp. 1-12.
65. Sorcinelli, P. (1998). *Storia sociale dell'acqua. Riti e Culture*. Milano: Mondadori.
66. De Feo, G. and Napoli, RMA. (2007). Historical development of the Augustan Aqueduct in Southern Italy: twenty centuries of works from Serino to Naples. *Water Sci Technol.* Vol. 7:131-8.
67. Lofrano, G. and Brown, J. (2010). Wastewater management through the ages: A history of mankind. *Science of the Total Environment*, Vol. 408, pp. 5254-5264.
68. Maneglier, H. (1994). *Storia dell'acqua*. Milano: Sugar Co.
69. Tarr, JA. (1985). Historical perspectives on hazardous wastes in the United States. *Waste Manage Res.*; 3:95-113.
70. Viale, G. (2000). *Un mondo usa e getta*. Milano: Feltrinelli.
71. Sori, E. (2001). *La città e i rifiuti — Ecologia urbana dal Medioevo al primo Novecento*. Saggi, Bologna: Il Mulino.
72. Neri Seneri, S. (2007). The construction of the modern city and the management of water resources in Italy, 1880-1920. *J Urban Hist.*, Vol. 33, pp. 813-27.
73. Kenoyer, J. M. (1997). Trade and technology of the Indus Valley: new insights from Harappa, Pakistan. *World Archaeology* 29 (2), 262-280.
74. Kenoyer, J.M. (1991). The Indus valley tradition of Pakistan and Western India. *J. World Prehist.* 5, 331-385.
75. Kenoyer, J.M. (1998). *Ancient Cities of the Indus Valley Civilization*; Oxford University Press/American Institute of Pakistan Studies: Karachi, Pakistan, pp. 1-260.
76. Khan, S. (2014). Sanitation and wastewater technologies in Harappa/Indus valley civilization (ca. 2600-1900 BC). Book Chapter, in 'Evolution of Sanitation and Wastewater Technologies through the Centuries' (Editors: A. N. Angelakis and J. B. Rose), IWA Publishing Alliance House, 12 Caxton Street London SW1H 0QS, UK, pp. 25-40.
77. Wolfe, P. (1999). History of wastewater. *World of water 2000—the past, present and future*. Water World/Water and Wastewater International Supplement to Penn Well Magazines, Tulsa, OH, USA; 1999.
78. Wright, R. P. (2010). *The Ancient Indus: Urbanism, Economy, and Society*. Cambridge University Press, New York, 396.
79. Fardin, H.F. Hollé, A. Gautier, E. Haury, J. (2013). Wastewater management techniques from ancient civilizations to modern



- ages: Examples from South Asia. *Water Sci. Technol.* 13, 719–726.
80. Kirk, W. (1975). The role of India in the diffusion of early cultures. *The Geographical Journal* 141 (1), 19–34.
  81. Mate, M. S. (1969). Building in ancient India. *World Archaeology* 1(2), 236–246.
  82. Singh, U. (2008). *History of Ancient and Early Medieval India: From the Stone Age to 12th Century*. Pearson Education/Dorling Kindersley, New Delhi, 704 p.
  83. Casal, J. M. (1949). Les fouilles de Virapatnam-Arikamedu. *Comptesrendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, 93rd years, 2, pp. 142–147.
  84. Begley, V. (1983). Arikamedu reconsidered. *American Journal of Archaeology* 87 (4), 461–481.
  85. Begley, V. (2004). The dating of Arikamedu and its bearing on the archaeology of early historical South India. In: *South Indian Horizons* (J. L. Chevillard & E. Wilder, eds.). Institut Français de Pondichéry/Ecole Française d'Extrême-Orient, Pondicherry, pp. 513–537.
  86. Bharadwaj, H. C. (1997). Town planning, building and building materials. In: *History of Technology in India* (A. K. Bag, ed.). Indian National Science Academy, New Delhi, Vol. 1, pp. 498–523.
  87. Nair, K.S. (2004). Role of water in the development of civilization in India—a review of ancient literature, traditional practices and beliefs. *The Basis of Civilization ~ Water Science?* (Proceedings of the UNESCO/IAHS/IWI [a symposium held in Rome. December 2003]). IAHS Publ. 286.
  88. Bagchi, K.S. and Bagchi, S.S. (1991). *History of Irrigation in India. Part I: Irrigation in Ancient India (from 2295 BC up to 11th Century)*. Irrigation and Power, pp. 69-76.
  89. Srinivasan, T. M. (1976). Measurement of Rainfall in Ancient India, *IJHS* 11.2, 148-57.
  90. Shaw, J. and Sutcliffe, J. (2003) *Water Management, Patronage Networks and Religious Change: New evidence from the Sanchi dam complex and counterparts in Gujarat and Sri Lanka*, *South Asian Studies*, 19:1, 73-104, DOI:10.1080/02666030.2003.9628622.
  91. Kielhorn, F. (1906). "Junagadh rock inscription of Rudradaman: the year 72", *Epigraphica Indica* VIII, pp. 36-49.
  92. Shaw, J. and Sutcliffe, J. (2001) *Ancient irrigation works in the Sanchi area: an archaeological and hydrological investigation*, *South Asian Studies*, 17:1, 55-75, DOI: 10.1080/02666030.2001.9628592.
  93. Sutcliffe, J. Shaw, J. and Brown, E. (2011). Historical water resources in South Asia: the hydrological background. *Hydrological Sciences Journal*, 56(5): 775–88.
  94. Jansen M. (1985). *Mohenjo-Daro, city of the Indus Valley*, Endeavour, New Series. Volume 9, No. 4, Pergamon Press, Printed in Great Britain, London, UK.
  95. Jansen M. (1989). Water supply and sewage disposal at Mohenjo-Daro. *World Archaeology* 21(2), 177–192.
  96. Majumdar, P.P. and Jain, S.K. (2018). *Hydrology in Ancient India: Some Fascinating Facets*. Geophysical Research Abstracts, EGU General Assembly, Vol. 20, EGU2018-8690.
  97. Nair, K.S. (2004). Role of water in the development of civilization in India—a review of ancient literature, traditional practices and beliefs, *The basis of Civilization-Water Science?* (Proceedings of the UNESCO/IAHS/IWHA, symposium held in Rome December 2003), IAHS Publ. 286.



# पारिभाषिक शब्दावली

एल्बेडो	: कुल आने वाले विकिरण का वह भाग जो अंतरिक्ष में वापस परावर्तित होता है, इसे परावर्तित विकिरण एवं आपतित विकिरण के अनुपात के रूप में व्यक्त किया जाता है।	बोल्डर	: तलछटी चट्टानों में सबसे बड़ी इकाई। आमतौर पर मिट्टी आदि आकार में 10 से.मी से बड़ी होती हैं।
क्षारीयता	: इस शब्द का प्रयोग जल में बाईकार्बोनेट, हाइड्रोक्साइड और कभी-कभी बोरेट, सिलिकेट और फॉस्फेट की मात्रा को दर्शाने हेतु होता है। इसे पी.पी.एम. (भाग प्रति मिलियन) या कैल्शियम कार्बोनेट के मि.ग्रा./ली. समकक्ष में व्यक्त किया जाता है।	नहर	: सिंचाई या अंतर्देशीय परिवहन के लिए उपयोग में आने वाला कृत्रिम जल मार्ग।
शुष्क क्षेत्र	: ऐसे क्षेत्र या जलवायु जहाँ पर सिंचाई नहीं होने के कारण फसल उत्पादन हेतु पर्याप्त नमी बिना सिंचाई के उपलब्ध नहीं होती है। ठंडे क्षेत्र के लिए वर्षा की ऊपरी वार्षिक सीमा 25 से.मी. और उष्णकटिबंधीय क्षेत्र के लिए 40-50 से.मी. है।	केशिकात्व	: आसंजन और सतह तनाव द्वारा मिट्टी के पानी का मिट्टी के कणों के चारों ओर केशिका स्थानों में एक सतत फिल्म के रूप में ऊपर चढ़ना।
आर्टीसियन वेल	: (पाताल-तोड़ कुआ): आर्टीसियन वेल जलभृत (एक्विफर) को भेदने वाला कुआं है। एक आर्टीसियन जलभृत ऊपर तथा नीचे एक सीमित परत से ढका होता है तथा इन जलभृतों में पानी दबाव में होता है। इस जलभृत में बोर होने से पानी अपने ही दबाव के कारण ऊपर उठता है।	खोह	: सुरंग का पर्यायवाची, हालांकि कभी-कभी इसका तात्पर्य बड़े आकार की गुफाओं से भी लिया जाता है। एक गुफा भूपटल पर भूमिगत खोखली जगह है जिसमें सतह से प्रवेश किया जा सकता है।
वायुमंडल	: वायुमंडल शब्द का उपयोग किसी भी आकाशीय पिंड और विशेष रूप से पृथ्वी के गैसीय आवरण को संदर्भित करने के लिए किया जाता है।	जलवायु विज्ञान	: यह मौसमविज्ञान का एक उपखंड है जो एक निश्चित अवधि के भीतर किसी क्षेत्र विशेष में वायुमंडल की औसत अथवा सामान्य या सामूहिक अवस्था से संबंधित है अर्थात यह वायुमंडल के सभी प्रभावों, मुख्य रूप से तापमान, नमी, हवा, दबाव और वाष्पीकरण के योग (कुल) का अध्ययन करता है।
		बादल	: भूमि सतह के ऊपर काफी ऊंचाई पर जलवाष्प के संघनन के कारण वातावरण में छोटी-छोटी पानी की बूंदों या बर्फ के क्रिस्टल से बना पुंज।
		संघनन	: वाष्प से तरल अवस्था में परिवर्तन की भौतिक प्रक्रिया।



संवहन : वातावरण के भीतर (या गैस या तरल पदार्थ के भीतर) उष्मा हस्तांतरण की एक प्रक्रिया, जिसमें माध्यम की गति शामिल होती है।

डेल्टा : खुली नदी घाटियाँ।

डेल्टा : नदी के मुहाने पर नदी द्वारा लाये गये तलछट का लगभग त्रिकोणीय क्षेत्र जो पानी के घटते वेग से जमा होता है। तलछट मुख्य रूप से रेत, मिट्टी, खारे पानी के जीवों के अवशेष, जमीन से बह कर आए पौधे एवं पशुओं के अवशेषों से निर्मित होता है। डेल्टा का निर्माण निचली तट रेखाओं पर होता है।

मरुस्थल : लगभग बंजर भूमि जिसमें गर्म या ठंडी जलवायु होती है, जिसके परिणामस्वरूप विरल वनस्पति होती है। रेगिस्तान में खराब घास-भूमि या झाड़ हो सकते हैं।

सूखा : किसी स्थान पर वर्षा की लंबे समय तक जारी और इतनी अधिक कमी जिससे पौधे और पशु जीवन को नुकसान पहुँचे तथा घरेलू उद्देश्यों और बिजली संयंत्रों के संचालन के लिए पानी की आपूर्ति में कमी आये। विशेष रूप से उन क्षेत्रों में जहाँ आमतौर पर वर्षा ऐसे उद्देश्यों के लिए पर्याप्त होती है। दुनिया के विभिन्न हिस्सों में इस शब्द के अलग-अलग आशय हैं जैसे बाली में बिना वर्षा के 6 दिनों की अवधि को सूखा कहा जाता है। संयुक्त राज्य अमेरिका में 21 दिनों या उससे अधिक की अवधि में जब वर्षा समय और स्थान के औसत से 30% या उससे कम होती है, को सूखे के रूप में परिभाषित किया जाता है। लीबिया के कुछ हिस्सों में, बिना वर्षा के दो साल बाद ही सूखे की पहचान की जाती है।

पारिस्थितिकी : विज्ञान जो जीवों और उनके पर्यावरण के अंतर्संबंधों से संबंधित है।

पर्यावरण : किसी जीव या समुदाय के अस्तित्व या विकास को प्रभावित करने वाली सभी बाहरी स्थितियों का योग।

कटाव : भूमि की सतह का घिसना या अलग होना तथा बहते पानी, हवा, बर्फ, गुरुत्वाकर्षण आदि द्वारा मिट्टी, चट्टान आदि का संचलन।

वाष्पीकरण : वह प्रक्रिया जिसके द्वारा क्वथनांक से नीचे ऊष्मा ऊर्जा के हस्तांतरण के माध्यम से पानी तरल अवस्था से गैसीय अवस्था में बदल जाता है।।

वाष्पोत्सर्जन : एक निश्चित समय अवधि में किसी दिए गए क्षेत्र से मिट्टी से वाष्पीकरण द्वारा और वनस्पति से उत्सर्जन द्वारा नमी की संयुक्त हानि।

बाढ़ : पानी का वह प्रवाह जिसके कारण वह भूमि जहाँ पर आमतौर पर पानी जमा नहीं होता है जलमग्न हो जाती है, या पहले से ही आंशिक रूप से जलमग्न भूमि पर नदी, झील या समुद्र के जलस्तर में वृद्धि के कारण अस्थायी वृद्धि हो जाती है।

बाढ़ का मैदान : नदी के किनारे की निचली भूमि जहाँ समय-समय पर बाढ़ आती रहती है। यह चट्टान के तल के ऊपर बाढ़ के पानी द्वारा परिवर्तनीय मोटाई के तलछट (जलोढ़) के जमाव से बनता है और छोटी तटवर्ती खड़ी ढालों से घिरा रहता है।

कोहरा : तैरती धूल या धुएं के कणों के नाभिक के चारों ओर जल वाष्प के संघनन के परिणामस्वरूप वायुमंडल की निचली परतों में निर्लंबित पानी की बूंदें। एक कि.मी. से कम की दृश्यता कोहरे की अंतरराष्ट्रीय स्तर पर मान्यता प्राप्त परिभाषा है।

फ्रिजिड जोन : आर्कटिक-अंटार्कटिक प्रकार की जलवायु या उन क्षेत्रों जहाँ की सतह वर्ष के एक बड़े हिस्से के लिए बर्फ से ढकी होती है और जहाँ की उप-मिट्टी स्थायी रूप से जमी होती है, के



लिए एक सामान्य शब्द ।

**पाला** : मौसम की वह स्थिति जब हवा का तापमान 0°C या उससे कम होता है। जमीन की सतह और वस्तुओं पर नमी जम जाती है और एक बर्फीले निक्षेप का निर्माण करती है।

**भू-आकृति विज्ञान**: पृथ्वी की सतह पर भूमि रूपों की उत्पत्ति और विकास का अध्ययन और व्याख्या।

**हिमनद** : बर्फ का एक द्रव्यमान जो गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में अपने स्रोत क्षेत्रा से दूर एक सीमित मार्ग के साथ चलता है। यह बर्फ के संचय और संघनन से बनता है, जो पहले फर्न और अंत में हिमनद बर्फ के रूप में बदल जाता है।

**बजरी** : 2 से 60 मि.मी. तक के आकार में असंगठित सामग्री का भंडार। कण आमतौर पर पानी से धिसे हुए होते हैं और इसलिए गोल होते हैं, और एक से अधिक प्रकार की चट्टानों से प्राप्त होते हैं।

**भूजल** : पानी जो मिट्टी और अंतर्निहित चट्टान में निहित है। भूजल वर्षा के नीचे रिस गये पानी से प्राप्त होता है या उस पानी से जो चट्टानों के गठन के दौरान चट्टानों के भीतर फंस गया हो।

**आर्द्रता** : वायुमंडल में मौजूद जलवाष्प की मात्रा।

**तूफान** : वह हवा जिसका वेग 32.7 मीटर प्रति सेकंड से अधिक हो। यह कैरेबियन सागर और मैक्सिको की खाड़ी के आसपास होने वाला उष्णकटिबंधीय चक्रवात है।

**जलविज्ञान चक्र** : वायुमंडल, भूमि और समुद्र के बीच पानी की चक्रीय गति। जल वाष्पोत्सर्जन के माध्यम से जलवाष्प के रूप में वायुमंडल में जाता है। वायुमंडल के भीतर संघनन के बाद बादलों का निर्माण करता है और यह वर्षा के रूप में भूमि और अपने जल

निकायों में वापस आ जाता है। यह जल भूमि से बहकर नदियों, झीलों और महासागरों में प्रवाहित हो सकता है या भूजल के रूप में जमीन के नीचे जा सकता है। जल-चक्र के उपरोक्त पहलुओं के बीच पानी निरंतर गतिमान रहता है।

**जलविज्ञान** : पृथ्वी पर जल का अध्ययन। इसमें इसके रासायनिक और भौतिक गुण, उपस्थिति, वितरण एवं सतह पर तथा जमीन की सतह के नीचे परिसंचरण शामिल है।

**अंतःस्यंदन** : मिट्टी में पानी का रिसना। किसी दी गई स्थिति में मिट्टी द्वारा वर्षा को जिस अधिकतम दर पर अवशोषित किया जा सकता है, उसे अंतःस्यंदन क्षमता के रूप में जाना जाता है।

**सूर्यातप** : सूर्य से पृथ्वी की सतह तक पहुंचने वाली विकिरण ऊर्जा।

**अवरोधन** : पौधों की पत्तियों, शाखाओं और तनों द्वारा वर्षा की बूंदों को थामना। वनस्पति आवरण द्वारा वर्षा का अवरोधन वर्षा के कुछ भाग को भूमि तक पहुँचने से रोकता है।

**आयन मंडल** : पृथ्वी के वायुमंडल के समताप मंडल से ऊपर का भाग, जो लगभग 60 कि.मी. की ऊँचाई से ऊपर की ओर फैला होता है।

**मेन्डर** : नदी चैनल का एक स्पष्ट वक्र या लूप।

**मौसम विज्ञान** : वायुमंडल और उसके भीतर काम करने वाली भौतिक प्रक्रियाएं जिसमें हवा, तापमान, बादल, दबाव आदि का वैज्ञानिक अध्ययन किया जाता है।

**धुंध** : निचले वातावरण अर्थात् वायुमंडल की निचली परतों के भीतर दृश्यता की 1-12 कि.मी. तक की कमी जो पानी की बूंदों के संघनन के कारण उत्पन्न होती है।

**मानसून** : उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में हवाओं के दबाव और वर्षा का बड़े



	पैमाने पर मौसमी परिवर्तन। दुनिया में सबसे बड़ा और सबसे अच्छा विकसित मानसूनी क्षेत्र दक्षिण-पूर्व एशिया है।
बारहमासी नदी	: वर्ष भर बहने वाली नदियों को बारहमासी नदियाँ कहा जाता है।
पर्वियस स्ट्रेटा	: पारगम्य परत जिसमें चट्टानों में जोड़ों, बेड प्लेन, दरारें और दरारों के माध्यम से पानी स्वतंत्र रूप से गुजर सकता है।
फिजियोग्राफी	: किसी क्षेत्र के सतही रूपों का अध्ययन। भू-आकृति विज्ञान सहित संपूर्ण भौतिक भूगोल को कवर करने से वर्षों में इस शब्द ने अपना अर्थ बदल दिया है।
पठारी	: अपेक्षाकृत समतल भूमि का एक विस्तृत ऊंचा क्षेत्र। पृथ्वी की पपड़ी का व्यापक संचलन ऊर्ध्वाधर अनियमितता का परिणाम हो सकता है, जिसके कारण भ्रंशों द्वारा विभाजित पठारों और घाटियों का निर्माण होता है।
छिद्र स्थान	: चट्टान के खनिज अनाज, मिट्टी या तलछट के बीच की जगह।
वर्षा	: पानी या बर्फ के कण जो बादलों के भीतर बनते हैं और पृथ्वी की सतह की ओर गिरते हैं।
वर्षामापी	: वर्षा मापने के लिए बनाया गया एक उपकरण। अपने सरलतम रूप में इसमें एक फनल होता है जिसे एक संग्रह पात्र में लगाया जाता है। एक निश्चित समय अवधि में पात्र में एकत्र की गई वर्षा को विशेष रूप अंशांकित मापने वाले सिलेंडर द्वारा मापा जाता है, अधिकांशतः मौसम विज्ञान केन्द्रों में प्रतिदिन दो बार वर्षा का मापन होता है।
वृष्टिछाया क्षेत्र	: पहाड़ियों या पर्वत श्रृंखलाओं के क्षेत्र में कम वर्षा का क्षेत्र।
रिजर्वायर	: सिंचाई, औद्योगिक उपयोग, जल आपूर्ति, जल विद्युत् या मनोरंजन जैसे एक या अधिक उद्देश्यों के लिए पानी के

	भंडारण हेतु आमतौर पर एक नदी घाटी में बांध बनाकर बनाया गया क्षेत्र।
रिल्स	: उथले अल्पकालिक चैनलों द्वारा मिट्टी की सतह का क्षरण। इन छोटे चैनलों को रिल्स कहा जाता है।
लवणीय मिट्टी	: अंतराक्षेत्रीय मिट्टी का एक समूह जिसमें सामान्य नमक जैसे लवणों की उच्च सांद्रता होती है। ये प्रायः अर्ध-शुष्क और शुष्क क्षेत्रों में पाई जाती है जहां वाष्पीकरण अधिक होता है।
अर्ध शुष्क	: रेगिस्तान और उष्णकटिबंधीय घास के मैदानों की जलवायु के बीच के क्षेत्र। यहाँ औसत वार्षिक वर्षा 100 मि.मी. से 300 मि.मी. के बीच होती है।
स्लुइस	: उच्च वेग से अधिशेष पानी या मलबे को निकालने के लिए चैनल या नाली।
हिम	: वर्षा का एक रूप जिसमें बर्फ के क्रिस्टल होते हैं। यह तब होती है जब हिमांक से नीचे के तापमान पर संघनन होता है।
स्पिलवे	: मिट्टी या चट्टान में काटा हुआ खुला या बंद मार्ग। जब एक बांध भर जाता है, तो कोई भी आने वाला जल प्रवाह संरचना को बिना किसी नुकसान के स्पिलवे के ऊपर से या उसके माध्यम से बह जाता है।
समताप मंडल	: वायुमंडल की वह परत जो लगभग 8 कि.मी. की औसत ऊंचाई पर स्थित क्षोभ-सीमा और लगभग 50 कि.मी. पर स्थित समताप मंडल के बीच में स्थित होती है।
समशीतोष्ण क्षेत्र	: तापमान के आधार पर उष्ण और ठंडे क्षेत्रों के बीच दुनिया का विभाजन, समशीतोष्ण क्षेत्र एक ऐसा क्षेत्र है जहां तापमान का कोई चरम नहीं है।
दीमक टीला	: मिट्टी या पौधे के मलबे से बना घोंसला, जिसमें दीमकों की



	एक कॉलोनी (उष्णकटिबंधीय प्रकार की चींटी) रहती है।
स्थलाकृति	: भूमि या समुद्र तल के क्षेत्र की सतही विशेषताएं (अर्थात् भूमि रूप)।
बवंडर	: एक तीव्र रूप से घूमने वाला तूफान जिसमें वायु अत्यधिक कम दबाव के एक छोटे से क्षेत्र में घूमती है।
टोरिड	: तापमान के आधार पर दुनिया के तीन भागों में से एक। यह कटिबंधों के बीच स्थित क्षेत्र है।
क्षोभ मंडल	: पृथ्वी के वायुमंडल की सबसे निचली परत।
मलिनता	: निलंबित तलछट के परिणाम स्वरूप पानी का मैलापन।
प्रक्षोम	: तरल पदार्थ (जैसे पानी, हवा) का एक अनियमित अशांत प्रवाह।
जल-प्रपात	: नदी के चैनल का एक खड़ी चट्टान जैसा खंड, जिससे पानी नीचे लंबवत गिरता है।
वाटर लिफ्ट	: उपयोगी उद्देश्यों के लिए पानी प्राप्त करने हेतु पानी के निचले

स्रोतों से पानी उठाने के लिए कोई भी तंत्र (आमतौर पर लीवर सिद्धांत)।

पानी का रिसना	: पानी जमीन से बाहर रिसना और बिना बोधगम्य प्रवाह के उसे गीला करना।
जल स्तर	: संतृप्त चट्टानों के क्षेत्र की ऊपरी सतह यानी चट्टानें जिनमें सभी रिक्त स्थान पानी से भरे होते हैं।
जल उपचार	: जल के दूषित स्रोत से पीने योग्य पानी प्राप्त करने के लिए प्रयोग की जाने वाली कोई भी विधि।
जल ग्रहण	: जल मृदा की केशिकाओं और पौधों की जड़ प्रणाली के माध्यम से ऊपर की ओर चढ़ता है। पौधों द्वारा जल का उपयोग जल ग्रहण कहलाता है।
जल शिराएँ	: भूमिगत संरचनाएँ जिनसे होकर जल मृदा में प्रवाहित होता है। ये मिट्टी के सूक्ष्मी छिद्रों के अंतर्संबंधों द्वारा निर्मित मार्ग हैं। प्राचीन भारतीय साहित्य में इन्हें मानव शरीर में शिराओं के सदृश बताया गया है।



## GLOSSARY OF TERMS

Albedo:	: The portion of the total incoming radiation that is reflected back to space expressed as a ratio of the reflected to incoming radiation.		
Alkalinity	: A term used to represent the content of carbonates, biocarbonates, hydroxides and occasionally borates, silicates and phosphates in water expressed in ppm (part per million) or mg/lit of equivalent calcium carbonate.	Capillarity	: The rise of soil water by adhesion and surface Tension forces as a continuous film around soil particles and in the capillary spaces.
Arid Zone	: Region or climate lacking sufficient moisture for crop production without irrigation; upper annual limit of precipitation for cool region is 25 cm and for tropical region is 40-50 cm.	Caverns	: Synonymous with cave, though sometimes it implies a cave of large dimensions. A cave is the under ground hollow space in the earth's crust which may be entered from the surface.
Artesian well	: A well penetrating an artesian aquifer. An artesian aquifer is overlain and underlain by a confining layer so that water in these aquifers occurs under pressure. Boring in this aquifer causes the water to rise due to its own pressure.	Climatology	: It is a subdivision of meteorology which deals with the average or normal or collective state of the atmosphere over a given area within a specified period of time i.e. it studies the sum(total) of all atmospheric influences. Principally temperature, moisture, wind, pressure and evaporation.
Atmosphere	: The word atmosphere is taken to refer to the gaseous envelop of any heavenly body, and especially that of the earth.	Cloud	: A mass of small water drops or ice crystals formed in the atmosphere due to condensation of water vapour at great height above the land.
Boulder	: Largest unit in sedimentary rocks. Soils etc. usually bigger than 10 cm in size.	Condensation	: The physical process of transformation from the vapour to the liquid state.
Canal	: Artificial water course used for irrigation or inland	Convection	: A process of heat transfer within the atmosphere (or within a gas or fluid), which involves the movement of the medium itself.
		Dales	: Open river valleys.



Delta	: Roughly triangular area of river-transported sediment at the river mouth deposited by decreasing velocity of water. The sediment is constituted mainly of sand, clay, remains of brackish water organisms, debris of plants and animals washed from land. Delta is formed on low lying coastlines.	Evaporation	: The process by which the water is changed from the liquid state to a gaseous state below the boiling point through the transfer of heat energy.
Desert	: Almost barren land having arid hot or cool climate, resulting in sparse vegetation. A desert may have a poor grass-land or scrub.	Evapotranspiration	: Combined loss of moisture from soil by evaporation and from vegetation by transpiration from a given area in a specified time period.
Drought	: Lack of rainfall so great and long continued as to affect injuriously the plant and animal life of a place and to deplete water supplies both for domestic purposes and for the operation of power plants. Especially in those regions where rainfall is generally sufficient for such purposes. The term has different can notations in various parts of world e.g. In bali a period of 6 days without rain is drought. In USA a drought is defined as a period of 21 days or more when the rainfall is 30% or less of the average for the time and place. In parts of Libya, droughts are recognized only after two years without rain.	Flood	: The flow of water which causes submergence of land not usually covered with water, or an increase in the depth of water on land already partially submerged, through a temporary rise in river lake or sea levels.
Ecology	: Science which deals with interrelations of organisms and their environment.	Flood Plain	: The low-lying land that borders a river and is subjected to periodic flooding. It is composed of deposits of sediment (alluvium) of variable thickness laid down by the flood waters above the rock floor and is bounded by low bluffs.
Environment	: Sum total of all external conditions influencing the existence or development of an organism or a community.	Fog	: Droplets of water suspended in the lower layers of the atmosphere resulting from the condensation of water vapour around nuclei of floating dust or smoke particles. A visibility of less than 1 Km is the internationally recognized definition of fog.
Erosion	: Wearing away of land surfaces or detachment and movement of soil, rock etc. by flowing water, wind, ice, gravity etc.	Frigid Zone	: A general term for Arctic- Antarctic type climates or for areas where the surface is snow covered for a large part of the year and where the sub soil is permanently frozen.
		Frost	: A weather condition that occurs when the air temperature is at or below 00C. Moisture on the surface of the ground and objects freezes to form an icy deposit.
		Geomorphology	: The study and interpretation of the origins and



	development of land forms on the earth's surface.		
Glacier	: A mass of ice that moves under the influence of gravity along a confined course away from its source area. It is formed by the accumulation and compaction of snow, which is transformed to firn and ultimately to glacier ice.	Infiltration	: The seepage of water into the soil. The maximum rate at which rainfall can be absorbed by a soil in a given condition is known as infiltration capacity.
Gravel	: A deposit of unconsolidated material ranging in size from 2 to 60mm. The particles are usually water worn and hence rounded, and are derived from more than one type of rock.	Insolation	: The radiant energy that reaches the surface of the earth from the sun.
GroundWater	: Water that is contained in the soil and underlying rock. Ground Water may be derived from rain water that has percolated down or from water that was trapped within the rock during its formation.	Interception	: The capture of drops of rain by the leaves, branches, and stems of plants. The interception of the rainfall by the vegetation cover prevents some of its from reaching the ground.
Humidity	: The amount of water vapour present in the atmosphere.	Ionosphere	: The part of earth's atmosphere extending upwards above the stratopause from an altitude of about 60 km.
Hurricane	: A wind that has a velocity in excess of 32.7 m per second. It is tropical cyclone occurring around the Caribbean Sea and Gulf of Mexico.	Meander	: A pronounced curve or loop in the course of a river channel.
Hydrologic Cycle	: The cyclic movement of water between the atmosphere, the land and the sea. Water is released into the atmosphere as water vapour through evapotranspiration. After condensation within the atmosphere to form clouds it returns to the land and to its water bodies as precipitation. This water may runoff the land in rivers streams into lakes and the oceans or move under ground as ground water. Water keeps on moving continuously among above facets of hydrological cycle.	Meteorology	: The scientific study of the atmosphere and the physical processes at work within it including pressure wind, temperature, clouds, pressure etc.
Hydrology	: The study of water on the earth. Including its	Mist	: A reduction of visibility within the lower atmosphere to 1-12 km caused by condensation producing water droplets within i.e lower layers of the atmosphere.
		Monsoon	: A large-scale seasonal reversal of winds pressure and rainfall in the tropics. The largest and best developed monsoonal area in the world is South East-Asia.
		Perennial river	: Rivers flowing throughout the year are called



perennial rivers.

**Pervious Strata** : A rock system through which water can pass freely as a result of joints, bedding planes, cracks and fissures in the rock.

**Physiography** : The study of the surface forms of a region. The word has changed its meaning over the years from covering the whole of physical geography including geomorphology.

**Plateaus** : An extensive elevated area of relatively flat land. Widespread movements of the earth's crust may result in vertical warping, which produces plateaus and rift valleys divided by faults.

**Pore space** : The amount of space between the mineral grains of rock, soil or sediment.

**Precipitation** : The particles of water or ice that form within clouds and fall towards the earth's surface.

**Rain gauge** : An instrument designed to measure rainfall. In its simplest form it consists of a funnel fitted into a collecting vessel. Any rain collected in the vessel over a set period of time is measured in a specially graduated measuring cylinder, an exercise that occurs twice daily at most meteorological stations.

**Rain Shadow** : An area of low rainfall in the lee of hills or mountain ranges.

**Reservoir** : A storage area for water usually a river valley that has been dammed to retain water for one or more purposes, such as irrigation, industrial use, water supply, hydro-electric power or recreation.

**Rills** : Erosion of the soil surface by shallow short-lived channels. These small channels are called rills.

**Saline soil** : A group of intra zonal soils that contain high concentrations of salts such as common salt. They often occur in semiarid and arid areas where there is strong evaporation.

**Semi Arid** : The climate of the areas between desert and tropical grassland. The mean annual rainfall ranges between 100 mm to 300 mm.

**Sluice** : Channel or conduit to drain off surplus water at high velocity or for passing debris. Also, to allow a water flow at high velocity for ejecting debris.

**Snow** : A form of precipitation consisting of crystals of ice. It is produced when condensation takes place at a temperature below freezing point.

**Spillway** : An open or closed passage cut in soil or rock. When a dam is full, any further incoming water flows over or through the spillway without any damage to the structure.

**Stratosphere** : The layer of the atmosphere that lies between the tropopause, at an average altitude of about 8 km, and the stratopause, at about 50 km.

**Temperate Region** : The division of the world based on temperature lying between the torrid and frigid zones, and meaning an area where there are no extremes of temperature.

**Termite mound** : The nest made from mud or plant debris, that houses a colony of termites (Tropical type of ant),

**Topography** : The surface features (i.e. land forms) of an area of



land or sea bed.

Tornado : A violently rotating storm in which winds whirl around a small area of extremely low pressure.

Torrid : One of the three divisions of the world based on temperature. It is the zone lying between the tropics.

Troposphere : The lowest layer of the earth's atmosphere.

Turbidity : The muddiness of water resulting from suspended sediment.

Turbulence : An irregular disturbed flow of fluid e.g. water, air).

Waterfalls : A steep cliff like section of a river channel down which water falls vertically.

Water lift : Any mechanism (generally lever principle) to raise the water from a source of lower datum to obtain water for useful purposes.

Water oozing : Water seeping out of the ground and wetting it without perceptible flow.

Water Table : The upper surface of the zone of saturated rocks i.e. rocks in which all voids are filled with water.

Water Treatment : Any method used to obtain potable water from a contaminated source of water.

Water uptake : Water ascends upward through the capillarity of soil and root system of plants. The utilization of water by plants is termed as water uptake.

Water Veins : The underground structures through which the water moves through the soil. These are passages formed by the interconnections of pore spaces of soil. In ancient Indian literature these have been said to be resembling the veins in the human body.



### प्रथम संस्करण का अध्ययन दल

सतीश चंद्र	:	निदेशक
टी. एम. त्रिपाठी	:	वैज्ञानिक-बी
वी.के. श्रीवास्तव	:	प्रलेखन कर्मचारी

### द्वितीय संस्करण के संपादकगण (हिन्दी)

शरद कुमार जैन	:	निदेशक
ए. के. लोहनी	:	वैज्ञानिक-जी
एस.डी. खोब्रागड़े	:	वैज्ञानिक-एफ
मनोहर अरोड़ा	:	वैज्ञानिक-डी
पी.के. सिंह	:	वैज्ञानिक-डी
मु. फुरकान उल्लाह	:	सहायक पुस्त. एवं सूचना अधिकारी
प्रदीप कुमार उनियाल	:	वरिष्ठ अनुवादक
चारु पाण्डेय	:	पुस्तकालय एवं सूचना सहायक
नरेश कुमार	:	रिसोर्स परसन

### तृतीय संस्करण के संपादकगण

जयवीर त्यागी	:	पूर्व निदेशक
ए. के. लोहनी	:	वैज्ञानिक-जी
मनोहर अरोड़ा	:	वैज्ञानिक-एफ
सोबन सिंह रावत	:	वैज्ञानिक-ई
पी.के. सिंह	:	वैज्ञानिक-डी
मनीष कुमार नेमा	:	वैज्ञानिक-डी
दीपक सिंह बिष्ट	:	वैज्ञानिक-बी
प्रदीप कुमार उनियाल	:	वरिष्ठ अनुवाद अधिकारी
तिलक राज सपरा	:	वरिष्ठ शोध सहायक
राम कुमार	:	वैयक्तिक सहायक
पवन कुमार	:	वैयक्तिक सहायक
चारु पाण्डेय	:	सहा. पुस्त. एवं सूचना अधिकारी
नरेश कुमार	:	पूर्व वैज्ञानिक-बी
वरुण गोयल	:	व. रिसोर्स परसन



### STUDY TEAM FOR FIRST EDITION

Satish Chandra	:	Director
T.M.Tripathi	:	Scientist-B
V.K.Srivastava	:	Documentation staff

### EDITORS OF SECOND EDITION (ENGLISH)

Sharad Kumar Jain	:	Director
A. K. Lohani	:	Scientist-G
S. D. Khobragade	:	Scientist-F
P. K. Singh	:	Scientist-D
Md. Furqan Ullah	:	A. L. I. O.
Charu Pandey	:	L. I. A.

### EDITORS OF THIRD EDITION

J.V.Tyagi	:	Former Director
A. K. Lohani	:	Scientist-G
Manohar Arora	:	Scientist-F
Soban Singh Rawat	:	Scientist-E
P. K. Singh	:	Scientist-D
Manish Kumar Nema	:	Scientist-D
Deepak Singh Bisht	:	Scientist-B
Pradeep Kumar Uniyal	:	Senior Translation Officer
T. R. Sapra	:	S.R.A.
Ram Kumar	:	P.A.
Pawan Kumar	:	P.A.
Charu Mishra	:	A. L. I. O.
Naresh Kumar	:	Retd. Scientist-B
Varun Goyal	:	Sr. Resource Person





या आपो दिव्या उत वा स्त्रवन्ति र्वनित्रिमा उत वा याः स्वयञ्जाः।  
समुद्रार्था याः शुचयः पावकास्ता आपो देवीरिह मामवन्तु ॥

ऐसा दिव्य जल जो हमें वर्षा से प्राप्त होता है, जो नदियों में बह रहा है, जो खोदकर कुएं से मिलता है, ऐसा कोई भी जल स्रोत जो स्वयं प्रवाहित होकर समुद्र में मिल जाता है ऐसा दिव्य जल हमारी रक्षा करें।



प्राचीन हड़प्पा शहर का कुंआ  
(3300–2500 ईसा पूर्व)

मोहन जोदड़ों की देव-मार्ग नामक गली में करीब चालीस फुट लम्बा  
और पच्चीस फुट चौड़ा प्रसिद्ध जल कुंड



राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान  
NATIONAL INSTITUTE OF HYDROLOGY

जलविज्ञान भवन, रुड़की - 247 667  
Jal Vigyan Bhawan, Roorkee - 247 667

☎ 01332-272106  
✉ director.nihr@gov.in  
📷 nih\_hydrology  
🐦 @NIH\_Hydrology  
🌐 National Institute of Hydrology (NIH)