

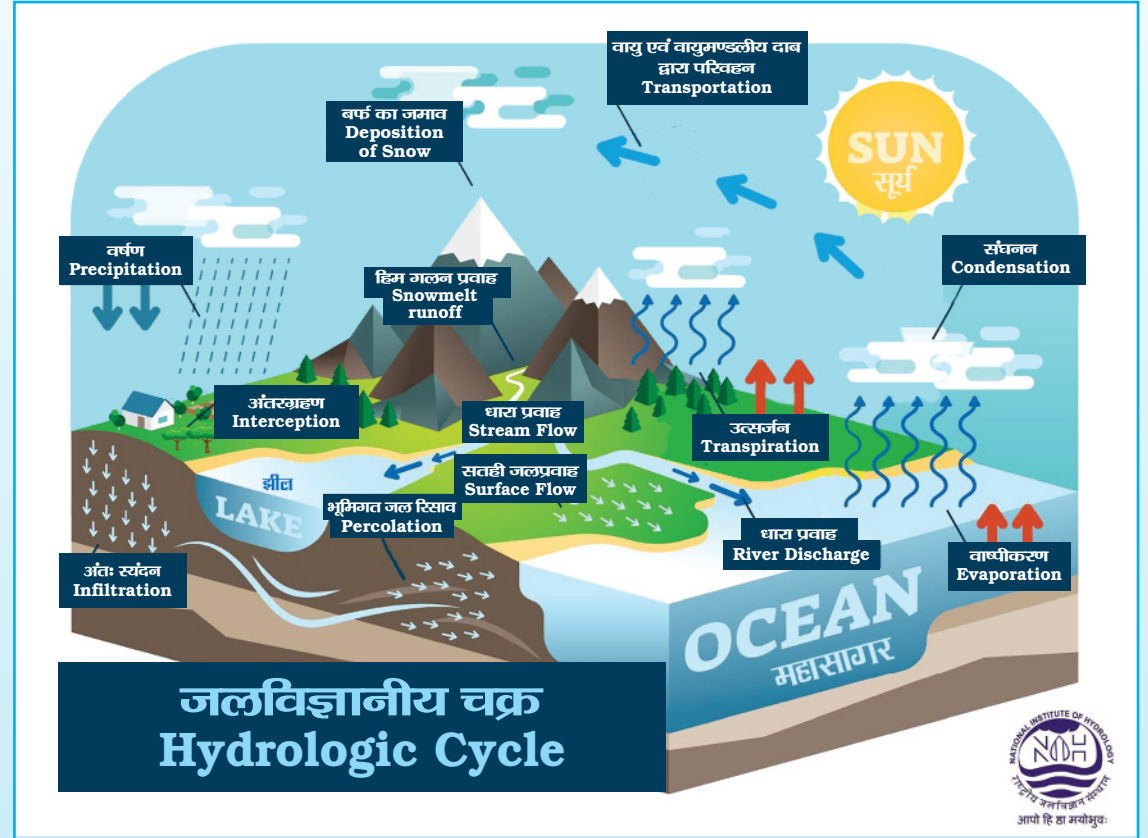
अध्याय CHAPTER 2

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 extracts 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 स्थापन्न 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 विष्णोर्विक्रान्तमसि

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-किरणों वर्षा और वाष्पीकरण का मुख्य कारण है, 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 Laporlia 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 बह्मण्यस्मिन् 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 स्नेहस्तष्टति 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 6th century BC to 7th 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। सहसा 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 भवन्त्युत ॥ 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 शमयन्त्युत।

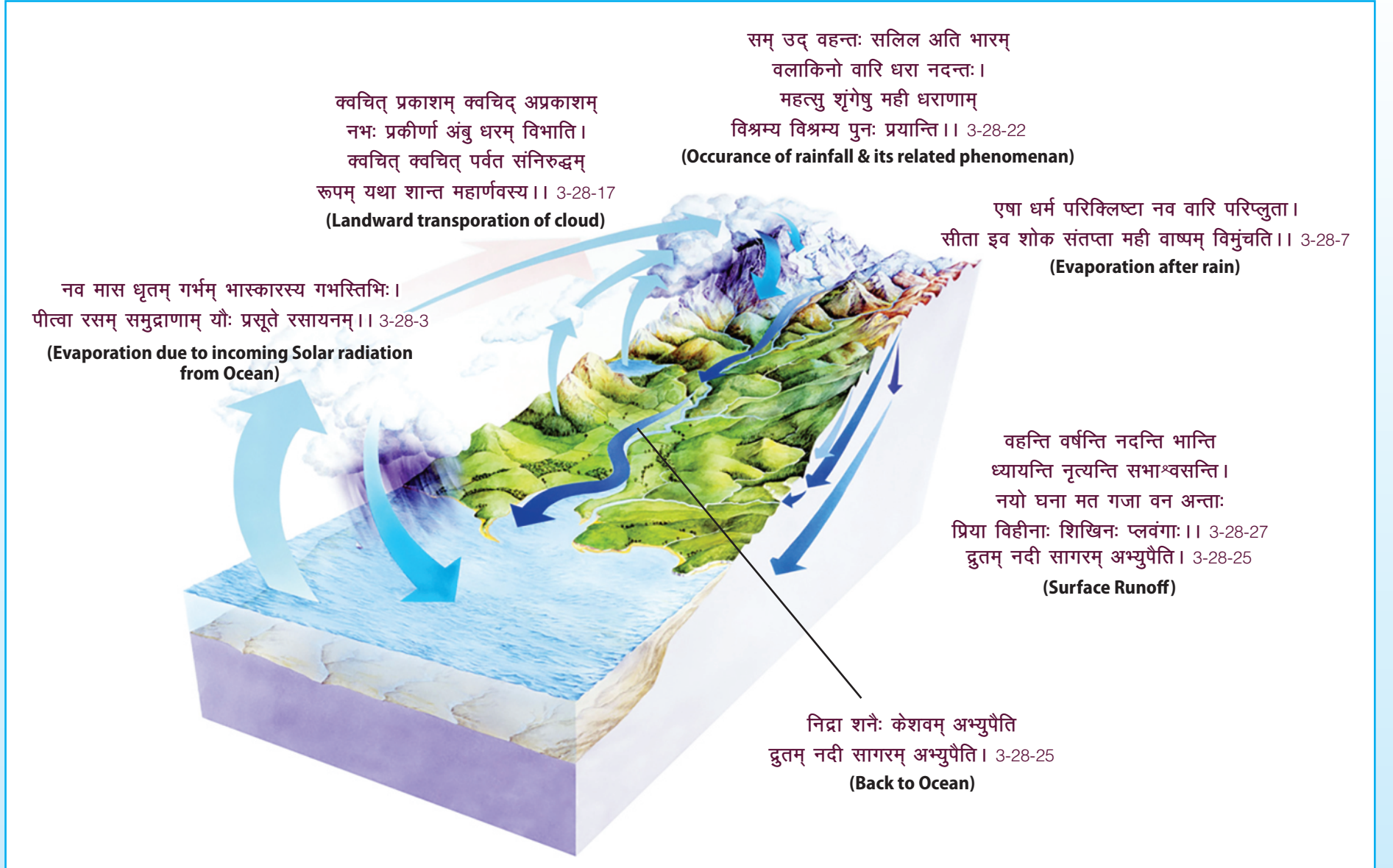
ततस्ते जलदा वर्ष मुञ्चन्ति च महौघवत् ॥ Brahmanda II,9.167 ॥

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 28th sarga of 4th 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।

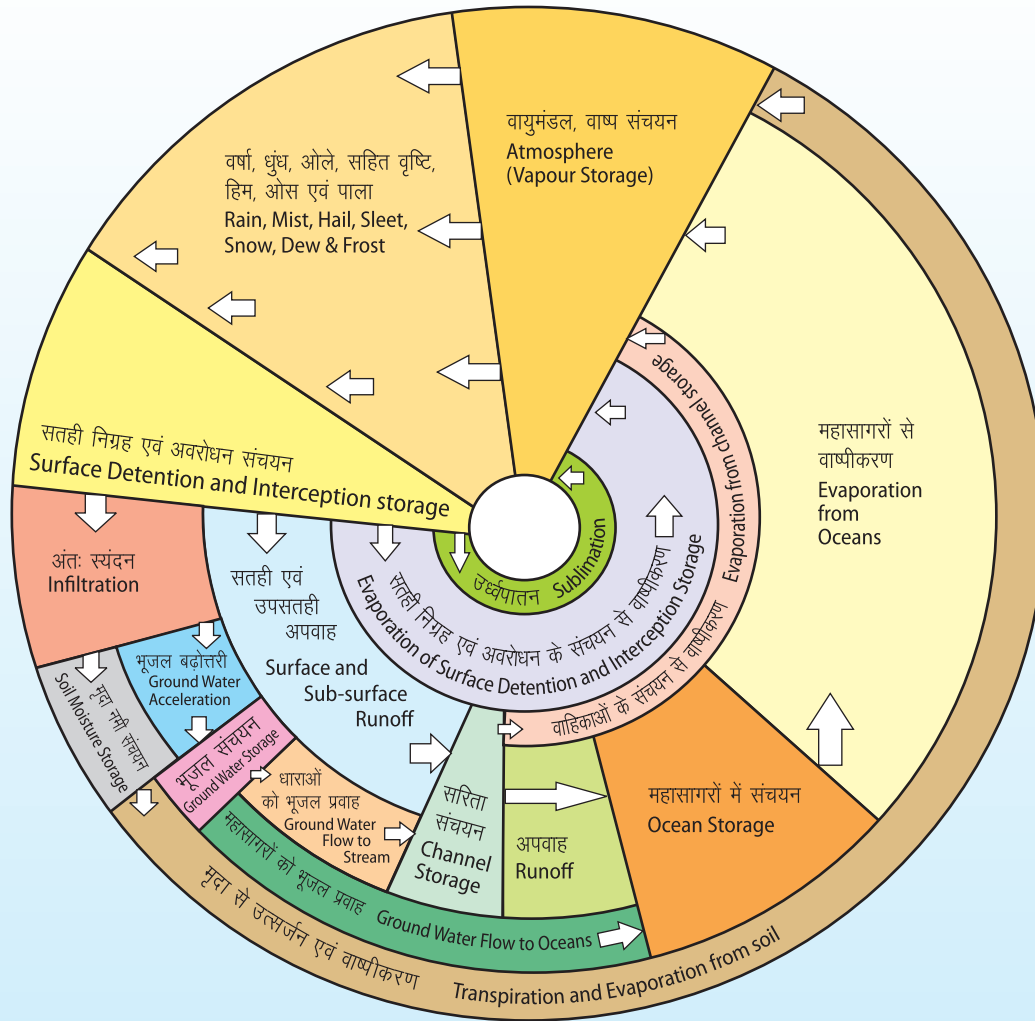
Malik (2016) has also compared the modern concept of the hydrologic cycle with the concept present during the Ramayana of Valmiki. The comparison is shown in following figure. From the comparative analysis of the two concepts, he observes that "in the modern concept sun throughout the year evaporates 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

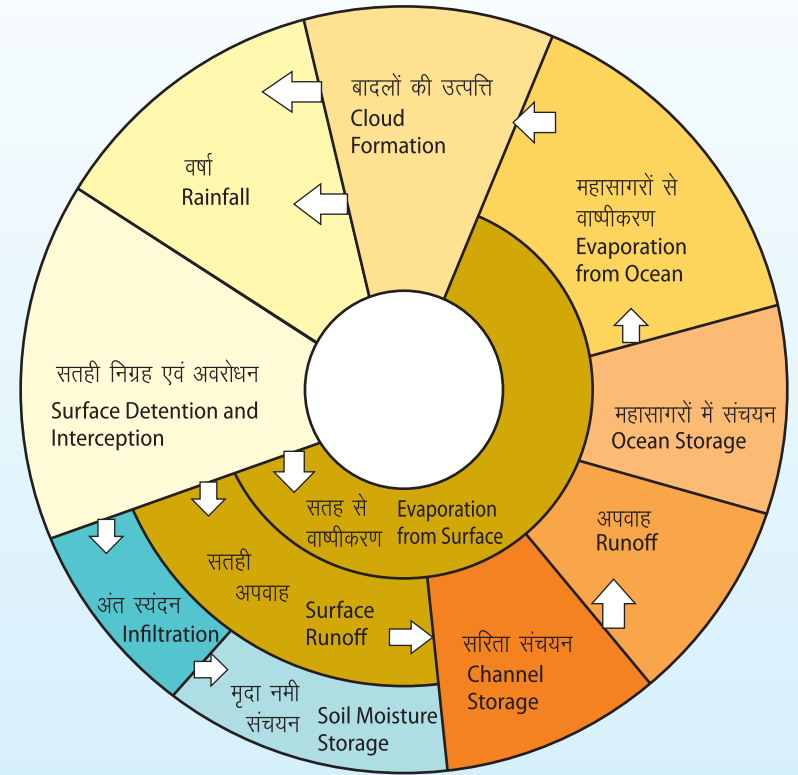
Epilogue

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.

