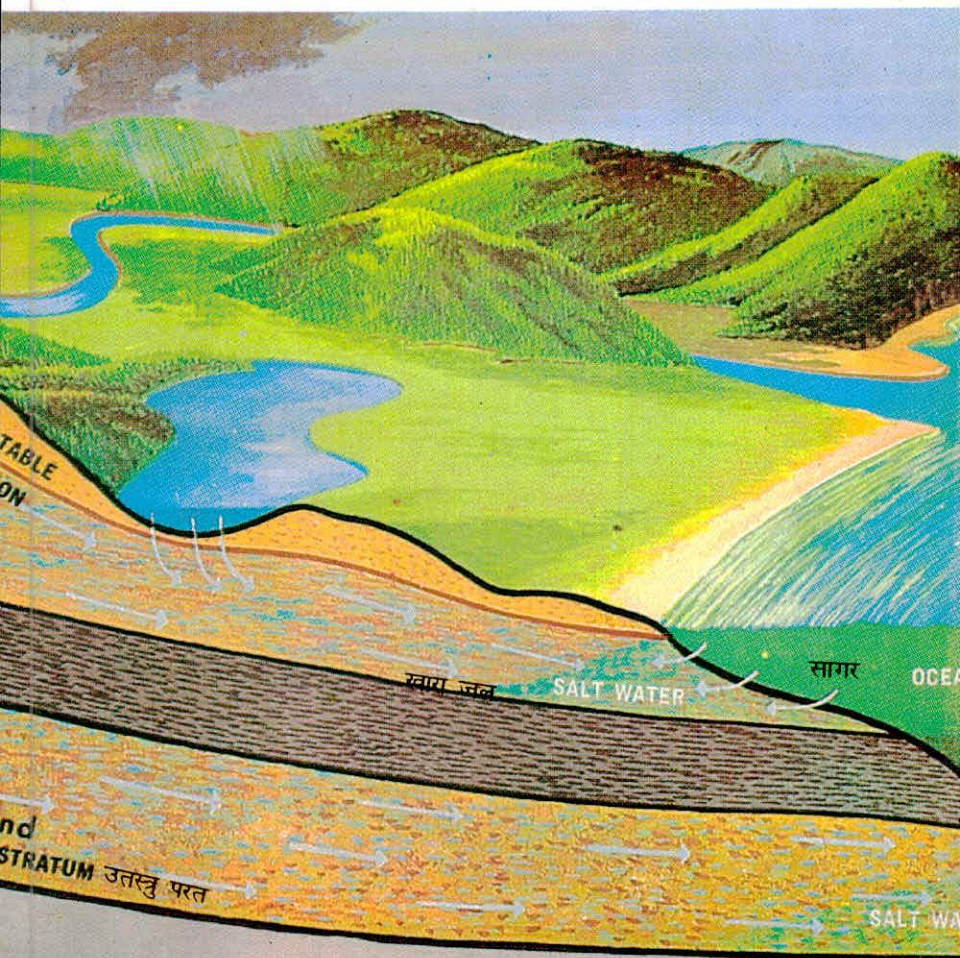


जल-प्रकृति का आश्चर्य

जलीय चक्र



राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान
रूड़की

जलीय चक्र

सागर में असीमित मात्रा से लेकर रेगिस्तानी क्षेत्र में नगण्य, जल सभी स्थानों पर किसी न किसी रूप में पाया जाता है। भूमि की सतह पर यह सागर, झील व नदियों में उपलब्ध है। वायुमंडल में यह जल वाष्प, बादल तथा वर्षण के रूप में पाया जाता है। भूमि की सतह के नीचे यह भूमिगत जलाशयों में पाया जाता है।

जलीय चक्र एक निरंतर प्रक्रिया है जिसके अंतर्गत जल सागर से वायुमंडल की ओर, पृथ्वी की ओर एवं तत्पश्चात् समुद्र में वापस ले जाया जाता है। सम्पूर्ण भूमंडल के जल की परिवहन प्रणाली में सूर्य की ऊष्मा वाष्पीकरण के लिये ऊर्जा प्रदान करती है। इस चक्र के दौरान जल गुणता में भी परिवर्तन होता रहता है, उदाहरणार्थ वाष्पन क्रिया के द्वारा समुद्र का पानी शुद्ध जल में परिवर्तित हो जाता है।

सागर के जल का वाष्पन जलीय चक्र की प्रथम स्थिति है। यह जल वाष्प गतिशील वायु द्वारा आगे ले जायी जाती है। उचित परिस्थिति में वाष्प बादल के रूप में परिवर्तित हो जाते हैं और विभिन्न रूपों में पृथ्वी पर बरस जाते हैं। वाष्पन सागर तथा पृथ्वी की सतह से निरन्तर होता रहता है तथा वाष्पित जल का एक बड़ा भाग सागर पर बरस जाता है।

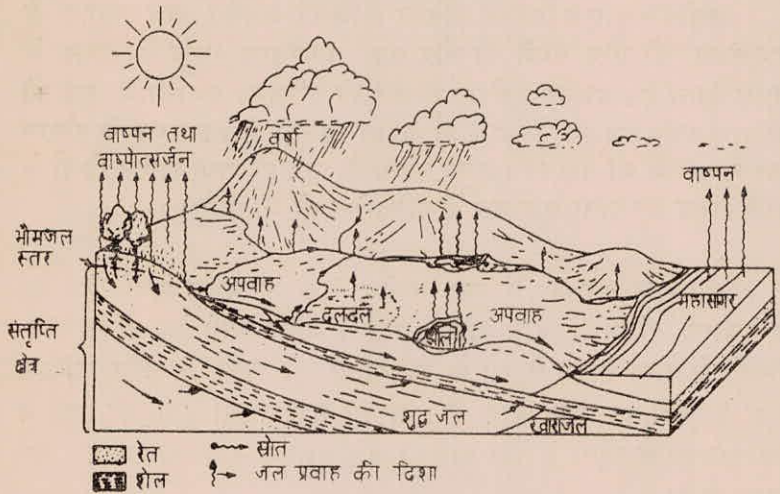
धरती पर गिरने वाली वर्षा के पानी का बहुत बड़ा भाग भूमि की सतह से अपना मार्ग बनाकर नदियों व नहरों के माध्यम से अंततः सागर में विलीन हो जाता है। वर्षा के जल का कुछ भाग अपना मार्ग बनाकर भूगर्भ स्थित जलाशयों में प्रवेश कर जाता है। गुह्रत्वाकर्षण के प्रभाव से अंततः भूगर्भ जल भी नीचे की ओर जाकर सागर से मिल जाता है।

यह देखा गया है कि भूसतह तक पहुंचने वाली वर्षा के पानी का दो तिहाई हिस्सा जल की सतह से मृदा तथा वनस्पति एवं पौधों के द्वारा वाष्पन-उत्सर्जन की क्रिया से वापस वायुमंडल में चला जाता है।

शेष एक तिहाई वर्षा का जल भी अंततः सागर में वापिस चला जाता है। यह पाया गया है कि भूमि सतह की नमी से वाष्पन वायुमंडल की कुल नमी से 10% कम होता है। अतः जलविज्ञानीय समीकरण को निम्न प्रकार से लिखा जा सकता है।

$$\text{अंतर्वाह} = \text{बहिर्प्रवाह} + \text{भण्डारण}$$

* अवयव आधारित



जलीय चक्र सचित्र प्रदर्शन

जलविज्ञान की विभिन्न शाखाएं और उनकी परिभाषाएं

जलविज्ञान :

भूमि पर उपस्थित जल की सभी अवस्थाओं से सम्बन्धित अनुप्रयुक्त विज्ञान को जलविज्ञान कहते हैं। इसमें इन सभी अवस्थाओं की उत्पत्ति, वितरण तथा वर्षण, अपवाह, धारा प्रवाह, अंतः स्यदन, संचयन, वाष्पन एवं पुनः वर्षण के कभी न समाप्त होने वाले जलीय चक्र द्वारा जल के परिसंचरण का अध्ययन करते हैं। साथ ही इसमें भूमि पर जल की भौतिक, रासायनिक तथा जैविक क्रियात्मक अभिक्रियाओं तथा भूमि

पर जीवन से इनके सम्बन्ध पर भी अध्ययन किया जाता है। संक्षेप में पृथ्वी पर जल के इतिहास एवं उसके व्यवहार का विस्तृत अध्ययन जलविज्ञान के क्षेत्र में आता है। जलविज्ञान को विभिन्न शाखाओं में विभाजित किया जा सकता है :

★ जलविज्ञान का सम्बन्ध प्राकृतिक स्रोतों से प्राप्त सम्पूर्ण जल (रासायनिक क्रिया द्वारा प्राप्त किया हुआ नहीं) से है, चाहे वह जलीय चक्र से सक्रिय रूप से सम्बन्धित है अथवा नहीं।

★ जल मौसम विज्ञान वाष्पन, वर्षण एवं वाष्प फलकसों सहित मौसम और जलवायु के विभिन्न पहलुओं की जानकारी देता है।

★ भूपृष्ठ जलविज्ञान (नदी विज्ञान) में भूपृष्ठ जल का अध्ययन किया जाता है, जो भूगर्भ विज्ञान से सम्बन्धित नहीं हो।

★ जल भूविज्ञान में भूपृष्ठ एवं भूमि के भीतर के जल का अध्ययन भूविज्ञान प्रभाव व नियन्त्रण के सम्बन्ध में किया जाता है।

★ भूगर्भ जलविज्ञान के अंतर्गत सभी अधस्तल क्षेत्रों में जैसे मृदा क्षेत्र, संतृप्त एवं असंतृप्त क्षेत्रों में उपलब्ध जल का अध्ययन किया जाता है।

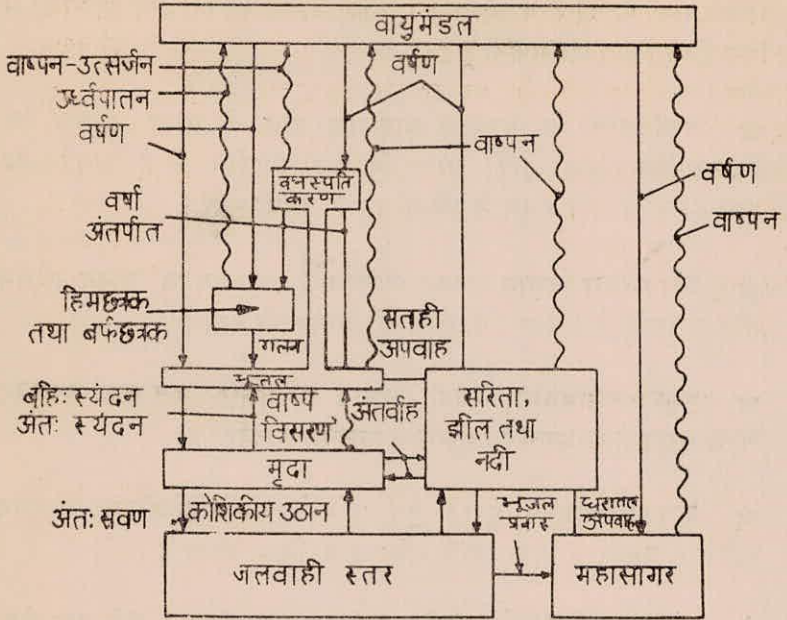
★ भूजल विज्ञान के अंतर्गत अधस्तल संतृप्त क्षेत्रों में जल का अध्ययन किया जाता है।

★ हिमनदीय जलविज्ञान (हिम विज्ञान) में हिम नदी, बर्फ छत्रक, समुद्री बर्फ अथवा स्थायी तुषार भूमि आदि जल के विभिन्न ठोस रूपों का अध्ययन किया जाता है।

★ कासारिकी (सरोवर विज्ञान) में झील के शुद्ध अथवा लवणी जल का अध्ययन करते हैं।

★ समुद्र जल विज्ञान के क्षेत्र में सागर तथा उससे घिरे हुये भूमि क्षेत्रों के जल के विज्ञानीय पहलुओं पर अध्ययन किया जाता है।

* अवयव आधारित



जल बजट का आकलन

संसार में कुल उपलब्ध जल का बजट

स्रोत	आयतन (घन किलोमीटर)	प्रतिशत %
सागर	1348000000	97.37
ध्रुवीय बर्फ छत्रक, प्लावी हिम पुंज, हिम नदी	227820000	2.01
भूजल, मृदा-आर्द्रता	8062000	0.58
झील व नदियां	225000	0.02
वायुमंडल	13000	0.001
कुल	1384120000	100
शुद्ध जल	36020000	2.60%

कुल शुद्धजल की प्रतिशतता

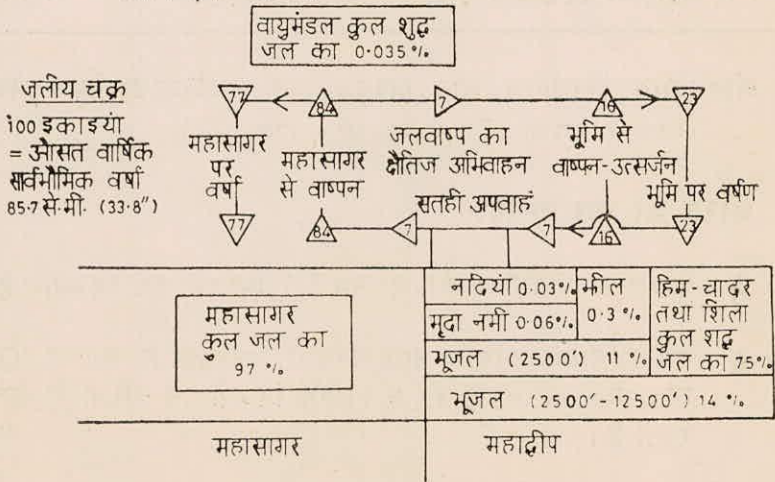
ध्रुवीय बर्फ छत्रक, प्लावी हिमपुंज, हिमनदी	77.23%
800 मी० की गहराई तक का भूजल	9.86%
800 मी० से 4000 मी० की गहराई तक का भूजल	12.35%
मृदा आर्द्रता	0.17%
झील (शुद्ध जल)	0.35%
नदियां	0.003%
पानी में घुले हुये खनिज	0.001%
पौधे, पशु, मानव	0.003%
वायुमंडल	0.04%

कुल	100.00%

पानी का कुल आयतन भूमि के आयतन के अनुपात में $(1.082 \times 10^{12}$ घन कि०मी०) लगभग 1:7772 अथवा 0.00129 है।

जलीय चक्र का प्रवाह चार्ट

आंकड़ा आधारित



महाद्वीपों का जल संतुलन

(सभी संख्यायें मि० मी० में जल की गहराई प्रतिवर्ष में हैं)

महाद्वीप	वर्षण मि०मी०	वाष्पन मि०मी०	अपवाह मि० मी०
यूरोप	734	-415	-319
एशिया	726	-433	-293
अफ्रीका	686	-547	-139
उत्तरी अमेरिका	670	-383	-287
दक्षिणी अमेरिका	1648	-1065	-583
आस्ट्रेलिया	440	-393	-47
औसत	834	-540	-294
ग्रीनलैंड			-180
अंटार्कटिका			-250
सभी महाद्वीपों का औसत	760	-480	-280

स्रोत : मैन्स इन्फ्लूएन्स ऑन हाइड्रोलोजिक साइकिल इरिगेशन ड्रेनेज पेपर, विशेषांक 17, एफ०ए०ओ०, रोम 1973

भारत की जल सम्पदा

- ★ भारत का भौगोलिक क्षेत्र लगभग 3.3 मिलि० वर्ग कि०मी० है।
- ★ देश की वार्षिक सामान्य वर्षा पश्चिमी राजस्थान में लगभग 100 मि० मी० तथा चेरापूँजी में 11000 मि०मी० से अधिक के बीच रहती है।

- ★ देश का औसत वार्षिक वर्षा का क्रम 1170 मि०मी० गहराई का रहता है जो लगभग 4000 घन कि०मी० है ।
- ★ देश का नदी जल संग्रह क्षेत्र में अनुमानित औसत प्रवाह 1880 वर्ग कि०मी० है ।
- ★ प्रायद्वीपीय नदियों के वार्षिक अपवाह का 90% तथा बर्फीली नदियों के वार्षिक अपवाह का 80% से अधिक मानसून के चार महीनों, जून से सितम्बर के मध्य दृष्टिगोचर होता है ।
- ★ हाल के अनुमानों से निश्चित हुआ है कि धरातलीय संरचनाओं द्वारा जल संसाधनों का लगभग 690 घन कि०मी० जल उपयोग में लाया गया है (कुल का लगभग 36%) ।
- ★ भारत के नदी जल संग्रह क्षेत्र में वर्ष 1983-84 में उपलब्ध भूमि जल संसाधनों की क्षमता से ज्ञात होता है कि भारतवर्ष में कुल उपयोगी जल संसाधन 418.54 घन कि०मी० प्रतिवर्ष हैं जिसमें भविष्य में 318 60 घन कि०मी० प्रतिवर्ष विकास की क्षमता संभव है ।
- ★ हाल के अनुमानों के अनुसार कुल उपलब्ध भूजल में से लगभग 450 घन कि०मी० ही उपयोगी जल है ।
- ★ जल संग्रह क्षेत्र में वार्षिक उपयोग करने हेतु जल संसाधनों का अध्ययन यह निर्दिष्ट करता है कि देश के सभी जल संग्रह क्षेत्रों में भूजल को छोड़कर उपयोग करने हेतु जलप्रवाह 690.00 घन कि०मी० वर्ष है । देश के सभी जल संग्रह क्षेत्रों में उपयोग के योग्य प्रवाह 1110 घन कि०मी० है ।
- ★ देश की वर्तमान प्रदेश वार/जल संग्रह क्षेत्र वार कुल संचय क्षमता 222.072 घन कि०मी० है ।

जलीय चक्र के अंग

★ वर्षण

यह वायुमंडलीय वाष्प से प्राप्त जल के उन सभी रूपों से सम्बन्धित है जो पृथ्वी सतह पर गिरता है। वर्षण जलवाष्प के संघनन के कारण होता है। वर्षा, ओला, कुहासा, हिम आदि वर्षण के विभिन्न रूप हैं।

★ अपरोधन

वर्षा के जल का कुछ भाग वनस्पतियों द्वारा रोक लिया जाता है तथा शेष भूमि में प्रवेश कर जाता है। वनस्पति द्वारा रोके वर्षा के जल को अपरोधन के रूप में जाना जाता है।

★ अंतःस्यन्दन

वर्षा के जल का कुछ भाग भूपृष्ठ पर पहुंच कर मृदा में प्रवेश करता है। मृदा की पृष्ठ तहों तक पानी के प्रवेश तथा नीचे की ओर जाने की क्रिया को अंतःस्यन्दन कहते हैं।

★ अपवाह

वर्षा के जल के उस भाग को जो भूपृष्ठ अथवा भूपृष्ठ के नीचे प्रवाह के रूप में नदियों, झीलों तथा समुद्र तक पहुंचता है, अपवाह कहते हैं।

★ वाष्पन

जल के वाष्प के रूप में परिवर्तित होकर वायुमंडल में जाने की क्रिया को वाष्पन कहा जाता है। जलीय चक्र में वाष्पन जल की सतह, भूपृष्ठ, तथा वनस्पतियों द्वारा अपरोधित जल से होता है।

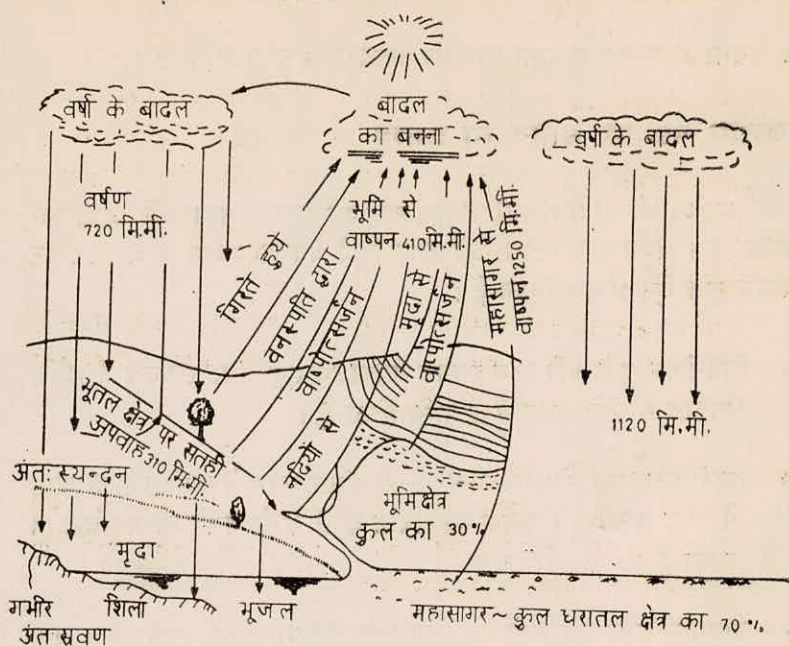
★ वाष्पोत्सर्जन

इस प्रक्रिया में मृदा समाहित जल पौधों द्वारा वाष्प के रूप में वायुमंडल में स्थानान्तरित होता है।

★ भूजल

परिरुद्ध अथवा अपरिरुद्ध मृदा के जलदायी स्तर तक संचित पानी को भूजल कहा जाता है।

• आकड़ा आधारित



जलीय चक्र पर वनों का प्रभाव

देश/विदेश में हुये विभिन्न अध्ययनों की रिपोर्ट के अनुसार वन जलीय चक्र को विभिन्न प्रकार से प्रभावित करते हैं :

- * वनों द्वारा अधिक मात्रा में अपरोधन होता है जिसके परिणाम स्वरूप जल हानि में वृद्धि होती है ।
- * वनों की भूमि झड़े सूखे पत्तों से ढक जाती है जिसके कारण अंतःस्यन्दन की क्रिया अधिक होती है ।
- * वनों की भूमि की सतह पर छाया होती है जिसके कारण भूपृष्ठ से वाष्पन कम होता है ।
- * घने वनों में पत्तों से वाष्पन तथा वाष्पोत्सर्जन अधिक होता है ।

- * कुछ वन उस क्षेत्र के भौमजल स्तर को कम कर देते हैं।
- * वनों के घनत्व में कमी होने पर अपवाह में वृद्धि होती है।

जलीय चक्र पर मानव का प्रभाव

मनुष्य की गतिविधियां जलीय चक्र को काफी मात्रा में प्रभावित करती हैं। बहुत से शोधकर्त्ताओं द्वारा किये गये अध्ययनों के आधार पर बताये कुछ ऐसे प्रभाव निम्न हैं :

- * निर्वनीकरण के परिणाम स्वरूप अपरोधन एवं अंतः स्यन्दन में कमी, अपवाह में वृद्धि तथा मृदा हानि होती है।
- * नगरीकरण एवं औद्योगिकीकरण भी अंतःस्यन्दन में कमी तथा अपवाह में वृद्धि करते हैं। इसके अतिरिक्त कभी कभी जल भी प्रदूषित हो जाता है।
- * दोषयुक्त कृषि पद्धतियों को अपनाते के परिणाम स्वरूप कम अंतःस्यन्दन व अधिक वाष्पन होता है तथा बाढ़ का भारी संकट भी आता है।
- * पानी को सुरक्षित रखने हेतु भंडारण संरचनायें भी एकत्रित शुद्धजल के वाष्पन में वृद्धि करती हैं।

औद्योगिकीकरण एवं जलीय चक्र

- * औद्योगिकीकरण के प्रभाव कई रूपों में नगरीकरण के समान ही हैं, अंतर केवल इतना ही है कि औद्योगिक प्लांटों को नगरों से बाहर खुले क्षेत्रों में स्थापित किया जाता है।
- * उद्योग के कचरे का निस्तारण भी जल की गुणता को विभिन्न रूप से प्रभावित करता है।

देश के मुख्य नदी जल संग्रह क्षेत्र

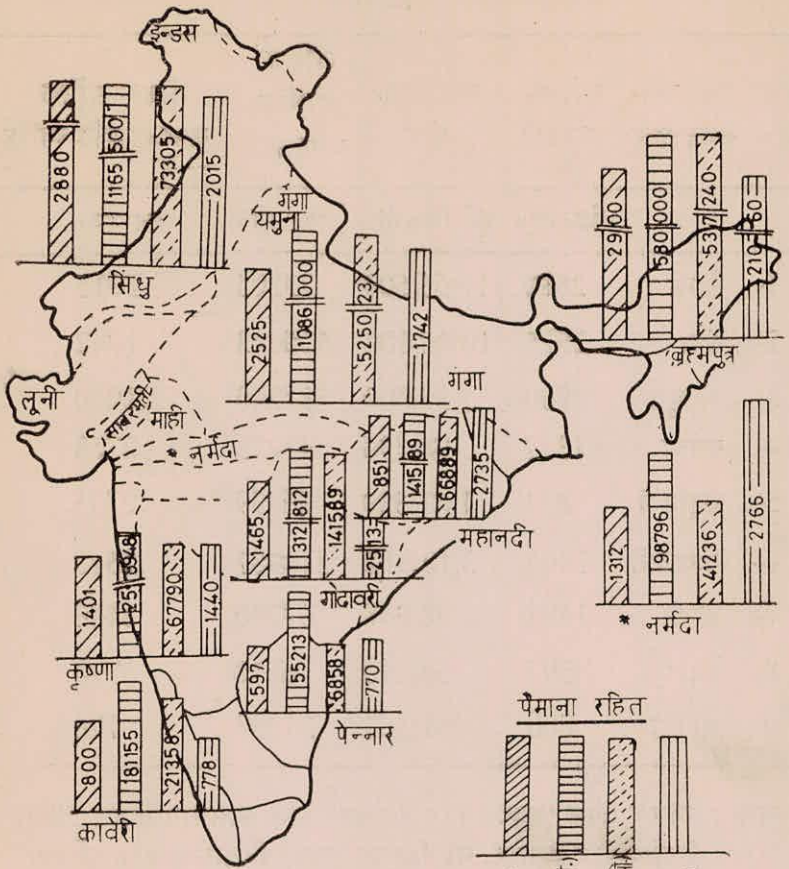
क्रम सं०	नदी जल- संग्रह क्षेत्र	नदी की लम्बाई	जल ग्रहण क्षेत्र	औसत वार्षिक अपवाह	औसत वार्षिक अपवाह प्रति व्यक्ति
		कि०मी०	वर्ग कि०मी०	घन मी०	घन मी०
1-	सिन्ध	2880	11,65,500	73305	2015
2-	गंगा	2525	10,86,000	525023	1742
3-	ब्रह्मपुत्र	2900	5,80,000	537240	21060
4-	नर्मदा	1312	98,796	41273	2766
5-	महानदी	851	1,41,589	66879	2735
6-	गोदावरी	1465	3,12,812	118982	2513
7-	कृष्णा	1401	2,58,948	67790	1440
8-	पेनार	597	55,213	6858	770
9-	कावेरी	800	81,155	21358	778

स्रोत : प्रकरण प्रपत्र "वाटर फॉर फ्यूचर" जल संसाधन दिवस 1990, केन्द्रीय जल आयोग, नई दिल्ली "वाटर रिसोर्सेज ऑफ इन्डिया" केन्द्रीय जल आयोग, नई दिल्ली प्रकाशन सं० 30/88, अप्रैल 1988.

भारत के प्रमुख नदी जलसंग्रह क्षेत्रों की नदियों की लम्बाई, जल संग्रह क्षेत्र, औसत वार्षिक अपवाह तथा औसत वार्षिक अपवाह प्रति व्यक्ति निम्न चित्र में दर्शाया गया है :

नोट :-पुस्तिका में दी गयी सूचना तथा आंकड़े प्रकाशित साहित्य से लिये गये हैं। इसके लिए हम सभी लेखकों के आभारी हैं।

भारत के मुख्य नदी जलसंग्रह क्षेत्र



पैमाना रहित

नदी की लम्बाई (किमी.)
 जलसंग्रह क्षेत्र (वर्ग किमी.)
 औसत वार्षिक अपवाह (घनमी.)
 औसत वार्षिक अपवाह प्रति व्यक्ति (घन मी.)



