

AMOGHVARTA

ISSN : 2583-3189



जल संसाधन की उपयोगिता

ORIGINAL ARTICLE



Author

गौतम कुमार गुप्ता,

शोधार्थी,

स्नातकोत्तर भूगोल विभाग,
OPJS University Churu,
Rajasthan, India

शोध सार

पानी सिर्फ इंसानों के लिए ही जरूरी नहीं है, बल्कि यह पूरे पर्यावरण के संतुलन को बनाए रखने में भी मदद करता है। शीतलन और ताप विद्युत उत्पादन के लिए, ताप विद्युत संयंत्रों को भारी मात्रा में पानी की आवश्यकता होती है। समस्थानिक तथा परमाणु उर्जा भी जल की सहायता से उत्पन्न होती है।

मुख्य शब्द

जल संसाधन, जल प्रदूषण, जल संरक्षण.

पानी की उत्पत्ति

पृथ्वी की सतह पर पानी की उत्पत्ति अज्ञात बनी हुई है। हालाँकि यह माना जाता है कि जैसे-जैसे ग्लोब बाहर में ठंडा होता गया, क्रस्ट सिकुड़ता गया और कुछ

क्षेत्रों में फैल गया, जिससे समुद्र के तल जैसे गहरे क्षेत्र और पृथ्वी की सतह पर महाद्वीपों जैसे उच्च भागों का निर्माण हुआ क्योंकि युवा सूर्य इतना गर्म जल गया होगा कि हमारे ग्रह को बनाने के लिए एकत्रित धूल के रूप में मौजूद किसी भी बर्फ को वाष्पित कर सके, पृथ्वी के पानी की उत्पत्ति लंबे समय से ग्रह वैज्ञानिकों के लिए एक रहस्य रही है। क्रस्ट पहले की तुलना में बहुत अधिक अस्थिर था। नतीजन पूरे ग्रह में अक्सर भूकंप और ज्वालामुखी जैसे क्रस्टल गतियां होती हैं।

भूकंप और ज्वालामुखियों के परिणामस्वरूप विभिन्न प्रकार की अत्यंत गर्म गैसें निकलती हैं। इन गैसों से हाइड्रोजन और ऑक्सीजन आयनों ने H₂O कॉम्प्लेक्स का निर्माण किया, जिसे पानी के रूप में जाना जाता है। यह पानी आगे चलकर पृथ्वी में चला गया, जिससे नदियां, समुद्र और महासागर बन गए। अपने हल्के वजन के कारण शेष गैसों ने दुनिया भर में एक वायुमण्डल की परत बनाई।

सौर उर्जा की मदद से महासागरों और वायुमण्डल में पानी ने एक हाइड्रोलॉजिकल चक्र विकसित किया। जल विज्ञान चक्र पृथ्वी की सतह पर और नीचे पानी के निरंतर संचालन को दर्शाता है। पृथ्वी पर पानी का द्रव्यमान समय के साथ अपेक्षाकृत स्थिर रहता है, लेकिन बर्फ ताजे पानी, खारे पानी और वायुमण्डलीय पानी के प्रमुख जलाशयों में पानी का विभाजन विभिन्न जलवायु परिस्थितियों के आधार भिन्न होता है। वाष्पीकरण, संघनन, वर्षा घुसपैठ, अपवाह और उपसतह प्रवाह की भौतिक प्रक्रियाएं जल को एक जलाशय से दूसरे जलाशय तक ले जाती हैं जैसे नदी से समुद्र या समुद्र से वायुमण्डल में। (राव के नागेश्वर 2006)

अध्ययन क्षेत्र

रांची शहर, किसी भी अन्य शहरी क्षेत्र की तरह, एक केन्द्रीय व्यापार जिला (सीबीडी) है और शहरी क्षेत्र सभी दिशाओं में मुख्य धमनियों के साथ एक रेखिक शैली में विस्तारित हुआ प्रतीत होता है। सीबीडी क्षेत्र या शहर का वाणिज्यिक केन्द्र, थोक गतिविधियों का प्रभुत्व है। मुख्य सड़क, सर्कुलर रोड, कांके रोड और पतरातु रोड जैसे शहर

के प्रमुख मार्गों पर खुदरा परिचालन शुरू हो गया है। वाणिज्यिक कोर के अलावा, डोरंडा हटिया और रांची रेलवे स्टेशनों के साथ-साथ तुपुदाना और तातिसिलवाई औद्योगिक क्षेत्रों ने शहर में प्रमुख केन्द्र बनाए हैं। रांची रेलवे स्टेशनों के साथ-साथ तुपुदाना और टाटीसिलवे औद्योगिक क्षेत्रों ने शहर में प्रमुख केन्द्र बनाए हैं। रिहायशी इलाके शहर के वाणिज्यिक केन्द्र के आसपास उग आए हैं। एक आदिवासी गाँव से एक प्रशासनिक शहर में और एक औद्योगिक शहर से राज्य की राजधानी में संक्रमण के कारण, इसमें शहरी विकास के एक पदानुक्रमित पैटर्न का अभाव है।

रांची झारखण्ड राज्य के दक्षिणी क्षेत्र में स्थित है। रामगढ़ और हजारीबाग जिले उत्तर में जिले की सीमा, दक्षिण में खुंटी और सरायकेला खरसावां, पश्चिम में गुमला, लातेहार और लोहरदग्गा और पूर्व में सरायकेला खरसावां और पुरुलिया से लगते हैं। यह NH-33 के माध्यम से राज्य के प्रमुख जिला कार्यालयों से जुड़ा हुआ है। राजमार्ग NH-23 इसे गुमला और राउरकेला से जोड़ता है। जिला 5097 वर्ग किलोमीटर में फैला है और 22°52' और 23°45' उत्तरी अक्षांश और 85°50' पूर्वी देशांतर के बीच स्थित है। टोपोशीट 73A, 73B, 73E, 73F क्षेत्र को कवर करते हैं। जिले की दो अनुमंडल और 18 प्रशासनिक ब्लॉक बनाते हैं। जिले में 253 पंचायते हैं और 2143 गांव हैं। जनसंख्या घनत्व 572 व्यक्ति प्रति वर्ग किलोमीटर है। 2011 की जनगणना के अनुसार रांची जिले की कुल जनसंख्या 29,14,253 है। शहर की कुल जनसंख्या 12,57,335 लोग हैं, जबकि ग्रामीण आबादी 16,56,918 लोग हैं। शहरों में रहने वाले लोगों का प्रतिशत है, जबकि ग्रामीण क्षेत्रों में रहने वाले लोगों का प्रतिशत 44 प्रतिशत है। भूजल आपूर्ति का मुख्य स्रोत है, जिसे राज्य ट्यूब वेल (STW) निजी ट्यूब-वेल (PTW) पंपिंग सेट (PS), और चिनाई वाले कुएँ (MW) के माध्यम से टेप किया जाता है। भूतल के नीचे जल स्तर की औसत गहराई पूर्व मानसून में 2.97 से 7.53 मीटर और मानसून के बाद 1.58 से 2.79 मीटर (2005-2010) के बीच भिन्न होती है। भूजल पुनर्भरण के प्रमुख स्रोत वर्षा से घुसपैठ, नहरों से रिसना और सिंचित क्षेत्रों से वापसी रिसाव है। अध्ययन क्षेत्र में सकल पुनर्भरण की गणना उपरोक्त प्रत्येक कारक से अलग-अलग भूजल पुनर्भरण का अनुमान लगाया गया है।

संसाधन

पर्यावरण से कोई भी भौतिक सेवा जो समाज के लिए मूल्यवान है, एक पर्यावरणीय संसाधन है। यह किसी भी चीज से संबंधित हो सकता है जिसे लोग अपने वातावरण में मूल्यवान पाते हैं। पर्यावरण संसाधनों में पौधों और जानवरों से भोजन, खाना पकाने के लिए लकड़ी, हीटिंग और निर्माण, धातु, कोयला और तेल शामिल हैं। पर्यावरणीय संसाधनों में स्वच्छ भूमि, वायु और पानी के साथ-साथ समाज के अपशिष्ट उत्पादों को अवशोषित करने के लिए भूमि, वायु और पानी की क्षमता शामिल है। पर्यावरणीय संसाधनों में सूर्य से गर्मी, झीलों, नदियों और महासागरों में परिवहन और मनोरंजन, एक सुंदर दृश्य और एक नई प्रजाति की खोज शामिल है।

पर्यावरण क्षेत्र पर्यावरणीय संसाधन प्रदान करता है। जीवित रहने के लिए कुछ संसाधन आवश्यक हैं, जबकि अन्य विशुद्ध रूप से सामाजिक इच्छाएँ हैं। किसी अर्थव्यवस्था में प्रत्येक मानव निर्मित उत्पाद में किसी न किसी रूप में प्राकृतिक संसाधनों का उपयोग किया जाता है। जयंत बंदोपाध्याय (जयंता बंदोपाध्याय, 2009)

उत्पत्ति का स्रोत, विकास की मात्रा और संसाधनों की नवीकरणीयता कई प्रकार के पर्यावरणीय संसाधनों को वर्गीकृत करने के कुछ ही तरीके हैं। पर्यावरण संसाधनों को उनके उद्गम स्रोत के आधार पर निम्नलिखित श्रेणियों में वर्गीकृत किया जा सकता है:

जैविक: ये संसाधन जीवित और कार्बनिक पदार्थों से प्राप्त होते हैं, जैसे कि जंगल और जानवर, साथ ही उन सामग्रियों से जो उनसे एकत्र की जा सकती हैं। जैविक प्राकृतिक संसाधनों में कोयला और पेट्रोलियम जैसे जीवाश्म ईंधन भी शामिल हैं, जो विघटित कार्बनिक पदार्थों से बने होते हैं। ये संसाधन अजैविक हैं, जिसका अर्थ है कि वे निर्जीव, गैर-जैविक पदार्थों से प्राप्त होते हैं। भूमि, स्वच्छ जल, वायु और भारी धातुएं इन संसाधनों (सोना, लोहा, तांबा, चांदी, आदि) के उदाहरण हैं। जयंत बंदोपाध्याय (जयंता बंदोपाध्याय, 2009)

उपरोक्त संसाधनों से शोधकर्ताओं ने जल संसाधन पर अधिक जोर दिया है क्योंकि हर किसी का जीवन इस पर निर्भर है और इसकी दैनिक आधार पर आवश्यकता होती है।

जल संसाधन

ग्रह पर सबसे महत्वपूर्ण पदार्थ पानी है। जल सभी जीवित चीजों के लिए जीवन का एकमात्र स्रोत है। अगर पानी नहीं होता तो ग्रह पर जीवन नहीं होता। कृषि, उद्योग, पारगमन, मछली पकड़ने, घरेलू, मनोरंजन और पर्यावरणीय गतिविधियों सभी को पानी की आवश्यकता होती है। इनमें से लगभग सभी मानवीय गतिविधियों के लिए ताजे पानी के उपयोग की आवश्यकता होती है। जैसे-जैसे जनसंख्या बढ़ती है, वैसे-वैसे कृषि और उद्योग की मांग भी तेजी से बढ़ती जा रही है।

अनुमान के अनुसार 70% पानी सिंचाई के लिए उपयोग किया जाता है। उद्योग कुल पानी का 22% खपत करता है। जलविद्युत बांध, बिजली संयंत्र जो ठंडा करने के लिए पानी का उपयोग करते हैं, खनन और तेल रिफाइनरी सभी प्रमुख औद्योगिक उपयोग हैं। घरेलू पानी कुल पानी की खपत का 8% है। खाना बनाना, धोना, बागबानी करना, नहाना और साफ-सफाई इसके कुछ उदाहरण हैं। कृषि फसलों और पशुओं के उचित विकास के लिए भी पानी की आवश्यकता होती है और यह विभिन्न प्रकार की वस्तुओं के उत्पादन में लगाया जाता है। गोश, जीके, 2002।

पानी सिर्फ इंसानों के लिए ही जरूरी नहीं है, बल्कि यह पूरे पर्यावरण के संतुलन को बनाए रखने में भी मदद करता है। शीतलन और ताप विद्युत उत्पादन के लिए, ताप विद्युत संयंत्रों को भारी मात्रा में पानी की आवश्यकता होती है। समस्थानिक तथा परमाणु ऊर्जा भी जल की सहायता से उत्पन्न होती है।

जल पृथ्वी पर मानव जाति सहित सभी जीवित जीवों के लिए और पादप समुदाय के विकास और अस्तित्व के लिए एक बुनियादी संसाधन है। जीवमंडल की पर्यावरणीय प्रक्रियाएं भी जल द्वारा नियंत्रित होती हैं। जल के महत्व का प्रमाण जल के निकट मानव बस्तियों के रूप में मिलता है। विशाल हिमनदों की अद्भुत सुंदरता से लेकर बर्फ के टुकड़ों की नाजुकता तक, बाढ़ के प्रकोप से लेकर झीलों के सन्नाटे तक, बारिश की कविता से लेकर धुंध के जादू तक, पानी बहुत ही शानदार चीज है। पानी की उपलब्धता विकास को प्रेरित करती है, जबकि पानी की अनुपस्थिति विनाश की ओर ले जाती है। पिछली शताब्दी के दौरान, मनुष्य ने विभिन्न गतिविधियों के माध्यम से इस संसाधन का बहुत तेजी से दोहन किया है। दुनिया में पानी की कमी के परिणामस्वरूप जल संकट का एक गर्म स्थान बन गया है जिसके परिणामस्वरूप ताजे पानी के नवीकरणीय और गैर-नवीकरणीय संसाधनों के लिए खतरा पैदा हो गया है।

उद्देश्य

अध्ययन का मुख्य उद्देश्य रांची जिले की सतह और भूजल विशेषताओं को उनकी घटना, गुणवत्ता और वर्तमान उपयोग पैटर्न, भविष्य की आवश्यकता और कृषि विकास के संबंध में निर्धारित करना है। इनके अलावा, वर्तमान शोध के प्रमुख उद्देश्य निम्नलिखित हैं:

1. अध्ययन क्षेत्र के क्षेत्रीय व्यक्तित्व का अध्ययन करना।
2. हाइड्रोलॉजिकल विशेषताओं और इसके प्रभावकारी कारकों की जांच करना।
3. अध्ययन क्षेत्र के सतही और भूजल दोनों के जल संसाधनों और उनके उपयोग के पैटर्न का स्थानिक-अस्थायी ढांचे में आकलन करना।
4. क्षेत्र में जल संसाधनों की गुणवत्ता और जल प्रदूषण के स्तर का अध्ययन करना।
5. रांची जिले के जल संसाधन विकास से संबंधित समस्याओं को सामने लाना और अध्ययन क्षेत्र में पानी के उपयोग को इष्टतम करने के लिए जल संसाधनों के संरक्षण और सतत् योजना के लिए उपयुक्त और उपयुक्त उपाय सुझाना।

क्रियाविधि

अध्ययन में उपयोग की जाने वाली पद्धति और तकनीक अनुपात-अस्थायी ढांचे में पानी के वितरण और उपयोग को प्रभावित करने वाले कारकों की पहचान और मूल्यांकन पर आधारित होगी। इस प्रकार उभरने वाले पैटर्न को विभिन्न कार्टोग्राफिक तकनीकों द्वारा मानचित्रित किया जाएगा, जो आरेखों द्वारा समर्थित हैं। कोरोप्लेथ मैपिंग तकनीक को बड़े पैमाने पर नियोजित किया जाएगा। इस कार्य के लिए सूचना के स्रोत को निम्नानुसार समूहीकृत किया जाएगा:

1. प्रकाशित रिपोर्ट और लेख।
2. सांख्यिकीय रिकॉर्ड।
3. फील्ड वर्क।
4. प्रयोगशाला परीक्षण।
5. प्राथमिक सर्वेक्षण।

वर्तमान कार्य रांची जिले के जल संसाधन और कृषि विकास का अध्ययन करने का प्रयास करेगा।

क्षेत्र में जनसंख्या का वितरण अच्छी तरह से चिह्नित स्थानिक भिन्नता प्रदर्शित करता है। अध्ययन क्षेत्र की कुल जनसंख्या 2185036 (2011) है। पिछले दशक (2001-2011) के दौरान इस क्षेत्र की कुल जनसंख्या में 32.97 प्रतिशत की वृद्धि हुई है। क्षेत्र में जनसंख्या का औसत घनत्व 1160 व्यक्ति/किमी² (2011) है। पूरे जिले में नहर की तीव्रता 1408.04 किमी/100 किमी² (2009-10) है। दक्षिणी भागों में नहर की तीव्रता कम है इसलिए सिंचाई के इस महत्वपूर्ण साधन को विकसित करना होगा इन क्षेत्रों में। कुल सतही जल, क्षमता का अनुमान 233253.09 हेक्टेयर मीटर है। भूजल अपरिष्कृत से अर्ध-सीमित परिस्थितियों में होता है। मध्यम से मोटे दाने वाली रेत से युक्त जलोढ़ जमा भूजल आपूर्ति का मुख्य स्रोत है, जिसे राज्य ट्यूब-वेल (STW) निजी ट्यूब-वेल (PTW), पंपिंग सेट (PS), और चिनाई वाले कुएँ (MW) के माध्यम से टैप किया जाता है। भूतल के नीचे जल स्तर की औसत गहराई पूर्व मानसून में 2.97 से 7.53 मीटर और मानसून के बाद 1.58 से 2.79 मीटर (2005-2010) के बीच भिन्न होती है। भूजल पुनर्भरण के प्रमुख स्रोत वर्षा से घुसपैठ, नहरों से रिसना और सिंचित क्षेत्रों से वापसी रिसाव हैं। अध्ययन क्षेत्र में सकल पुनर्भरण की गणना उपरोक्त प्रत्येक कारक से अलग-अलग भूजल पुनर्भरण का अनुमान लगाकर की गई है। प्रत्येक ब्लॉक के लिए वर्षा की घुसपैठ के माध्यम से भूजल पुनर्भरण का अनुमान लगाया गया है। वर्षा से घुसपैठ के कारण जल स्तर की औसत वार्षिक मात्रा, ब्लॉक का क्षेत्र और औसत विशिष्ट उपज को ध्यान में रखते हुए, सतही जल निकायों से प्रभावशाली रिसने के कारण पुनर्भरण केवल नहरों और उनकी वितरिकाओं आदि से होता है जिसका अनुमान नहर की लंबाई, औसत गीला परिधि, टपका कारक और एक वर्ष में चलने वाले दिनों की औसत संख्या पर विचार करके लगाया गया है। वर्षा, नहर रिसाव और सिंचित क्षेत्रों सहित सभी स्रोतों से पुनर्भरण का अनुमान क्रमशः 46112.472 हेक्टेयर, 12095.61 हेक्टेयर, और 25963.62 हेक्टेयर। अध्ययन क्षेत्र में पानी की गुणवत्ता का आंकलन एक के माध्यम से किया गया है। जिले के विभिन्न प्रखंडों से एकत्रित सतह एवं भूजल के 29 नमूनों की जांच प्राप्त परिणामों के आधार पर अध्ययन क्षेत्र को अच्छे, मध्यम और खराब गुणवत्ता वाले जल क्षेत्रों में वर्गीकृत किया गया है।

बाढ़ और जल-जमाव से जुड़ी समस्याओं को प्रभावी सीपेज नालों, मरम्मत, और प्राकृतिक नालियों के नियमित रखरखाव और उन जगहों पर पिचिंग कार्य द्वारा दूर किया जा सकता है जहाँ नदी का कटाव सक्रिय है। इसके अलावा इस समस्या को नियंत्रित करने के लिए नहर सिंचित क्षेत्र में नलकूपों के निर्माण जैसी अन्य विधियाँ भी हैं। मिट्टी की लवणता और क्षारीयता को दूर करने के लिए पाइराइट या जिप्सम के उपयोग और हरी परिपक्वता का सुझाव दिया गया है। प्रखंडों की श्रेणी की घोषणा में राजनीतिक हस्तक्षेप को रोकने की भी तत्काल आवश्यकता है।

जल प्रदूषण

जल ही जीवन है। जल सभी वस्तुओं में सर्वोत्तम है। जल के बिना जीवन संभव नहीं है। स्वयं हमारे शरीर का दो तिहाई भाग जल ही है। जल स्वयं एक पोषक तत्व होने के साथ साथ शरीर के लिये आवश्यक पोषक तत्वों के वहन का कार्य भी सम्पादित करता है। अतः स्वच्छ एवं शुद्ध जल की मानव स्वास्थ्य के संदर्भ में उपयोगिता स्वयं सिद्ध है। शारीरिक प्रतिक्रियाओं के अतिरिक्त के अनेक मूलभूत जीवन क्रिया कलापों के लिये भी जल आवश्यक है।

धरातल पर पायी जाने वाली जल की मात्रा को देखते हुये यह कहा जा सकता है कि जल एक न समाप्त होने वाला प्राकृतिक स्रोत है। लेकिन पृथ्वी का दो-तिहाई भाग जल होते हुये भी इसमें मानव उपयोग योग्य जल की मात्रा बहुत कम है क्योंकि पृथ्वी पर पाए जाने वाले जल का लगभग 97 प्रतिशत समुद्रों में पाया जाने वाला लवणीय जल है जिसका उपयोग पीने में नहीं किया जाता है। 3 प्रतिशत जल का अधिकतर भाग भूमिगत जल तथा कुछ वायुमण्डल में वाष्प रूप में है। केवल 0.6 प्रतिशत जल ही सतह जल स्रोतों के रूप में मिलता है जिसका उपयोग सुगमतापूर्वक किया जा सकता है।

जल प्रदूषण की परिभाषा

स्वच्छ जल मनुष्य के लिये एक आधारभूत आवश्यक प्राकृतिक संसाधन है। लेकिन इसमें बाह्य पदार्थों के मिलने से यह प्रदूषित हो रहा है। सामान्यतः साफ जल में संतुलित सीमा से अधिक मात्रा में अवांछित तत्वों के समावेश के कारण उसका वास्तविक स्वरूप बदल जाता है। ऐसे जल को प्रदूषित जल कहते हैं।

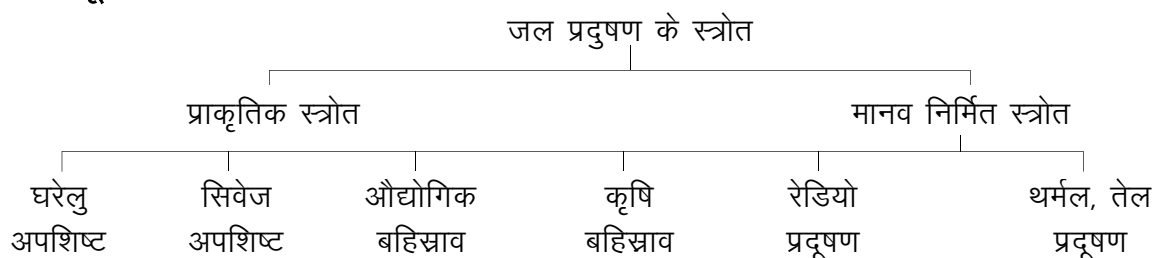
World Health Organisation ने इसे परिभाषित करते हुये कहा है।

Any foreign material either from natural or other sources that may contaminate the water and makes it harmful to life, causes of toxicity, leads to reduction of normal oxygen level of water, causes aesthetically unpalatable effects and spread epidemic disease अर्थात् प्राकृतिक कृत्रिम स्रोतों से उत्पन्न बाहरी पदार्थों के कारण जल प्रदूषित हो जाता है तथा वह विशाक्तता तथा ऑक्सीजन के समान स्तर से अधिक मात्रा के कारण जीव जन्तुओं के लिये हानिकारक हो जाता है व इसके कारण कई प्रकार के संक्रामक रोग फैलने लगते हैं।

इसी प्रकार प्राकृतिक जल में किसी अवांछित बाह्य पदार्थ का प्रवेश, जिससे जल की गुणवत्ता में अवनति आती हो, जल प्रदूषण कहलाता है। जल प्रदूषण के सम्बन्ध में कहा जाता है कि जल में किसी कार्बनिक या अकार्बनिक पदार्थ का योग, जो जल की भौतिक रासायनिक तथा जैविक गुणों को प्रभावित कर उसे उपयोग विशेष के लिये अनुपयुक्त बना दें, जल प्रदूषण कहलाता है।

अतः उपरोक्त बातों के आधार पर ऐसा कहा जा सकता है कि जल प्रदूषण की कोई विशिष्ट परिभाषा नहीं है, अधिकतर जल प्रदूषण को जल के संभावित के आधार पर परिभाषित किया जाता है। पीने योग्य पानी नहीं रहने पर वह औद्योगिक उद्देश्यों के लिये उपयुक्त हो सकता है। नहाने के लिए अनुपयुक्त जल सिंचाई के लिए उपयुक्त हो सकता है। संक्षेप में जल में आवश्यकता से अधिक खनिज लवण, कार्बनिक एवं अकार्बनिक पदार्थ तथा औद्योगिक संयंत्रों से अपशिष्ट पदार्थ जल के अपने वास्तविक रूप को नष्ट कर देते हैं जिसका मनुष्य एवं जीवों पर घातक प्रभाव पड़ता है जल प्रदूषण कहलाता है।

जल प्रदूषण के स्रोत



जल प्रदूषण के स्रोत

जल प्रदूषण किसी एक विशिष्ट स्रोत अथवा कारण से नहीं होता बल्कि इसके विविध स्रोत होते हैं और उनका सामूहिक प्रभाव ही जल में प्रदूषण का कारक बनता है। यद्यपि कहीं एक स्रोत या कारण प्रमुख हो जाता है तो कहीं एक से अधिक अधिकांशतः जल प्रदूषण मानव द्वारा विभिन्न पदार्थों का जल में निस्तारण है। कतिपय प्राकृतिक स्रोत भी जल प्रदूषण के कारण होते हैं। जल प्रदूषण के स्रोत निम्नलिखित हैं:

- i. जल प्रदूषण के प्राकृतिक स्रोत।
- ii. जल प्रदूषण के मानवीय स्रोत।

i. **जल प्रदूषण के प्राकृतिक स्रोत:** प्राकृतिक रूप से भी जल प्रदूषित होता है। इस प्रदूषण का कारण जल में मिश्रित होने वाली विभिन्न गैस, मृदा, खनिज, ह्यूमस, पदार्थ, जीव जन्तुओं का मल मूत्र आदि होता है। यह प्रदूषण मंद तथा कभी-कभी सामयिक होता है। उदाहरणार्थ वर्षा के समय में नदियों तालाबों का जल मृदा के कणों से मिलकर मटमैला हो जाता है फिर कुछ समय पश्चात् स्वतः ही स्वच्छ हो जाता है। जल में प्राकृतिक रूप से शुद्ध होने की क्रिया होती है। प्राकृतिक अशुद्धियों निलम्बित कोलॉइडी (अति सूक्ष्म कणों में) अथवा धुलित रूप में होती हैं।

ii. **जल प्रदूषण के मानवीय स्रोत:** जल प्रदूषण के मानवीय स्रोतों में मुख्य रूप से घरेलू बहिः स्राव (Domestic effluent), वाहित मल (sewage), औद्योगिक बहिःस्राव (Industrial effluent), कृषि बहिः स्राव (Agricultural effluent), रेडियोधर्मी तथा अवपात अवशिष्ट द्वारा (By radio active wastes and fallouts) तापीय प्रदूषण (Thermal pollution) तेल प्रदूषण (Oil pollution) इत्यादि को शामिल किया जाता है।

a. **घरेलू बहिःस्राव:** मानव जल का घरेलू कार्यों में उपयोग करता है। सामान्यतया यह माना गया है कि मनुष्य को प्रति व्यक्ति प्रति दिन 135 लीटर जल की आवश्यकता होती है। मानव द्वारा प्रयोग किए गए जल का 75% से 80% भाग विविध उपयोग के पश्चात् बहा दिया जाता है। यह जल घर की नालियों में मोहल्ले तत्पश्चात् नगरों की नालियों में बहता हुआ किसी नदी, झील या सरोवर में चला जाता है। कुछ भाग भूमि द्वारा सोख लिया जाता है। एक ओर इसमें कूड़ा-करकट एवं घर की गन्दगी का मिश्रण होता है तो दूसरी ओर साबुन या अन्य सफाई के प्रयोग में लाये गए पदार्थों का इनमें कागज, कपड़ा, राख, सड़े-गले पदार्थ और न जाने कितने हानिकारक पदार्थ जिनसे रोगी के उपचार में लिए गए कपड़े, रूई, बची हुई दवाइयाँ, मरे हुए छोटे कीड़े-मकोड़े, कीटनाशक आदि भी सम्मिलित होते हैं। ये सब पदार्थ जल स्रोत में पहुँचकर उन्हें प्रदूषित कर देते हैं।

वर्तमान समय में घरों में सफाई तथा कपड़ों को धोने के लिए डिटरजेंट के प्रयोग में वृद्धि हो रही है। इनका विश्वव्यापी अत्यधिक प्रयोग जल प्रदूषण का कारण है क्योंकि उपयोग के पश्चात् जल स्रोत में मिलता है तो न केवल उसकी प्राकृतिक संरचना में परिवर्तन ला देता है, अपितु इसमें प्रयोग किया गया फॉस्फेट जल को प्रदूषित कर देता है।

इसी प्रकार प्लास्टिक के अत्यधिक घरेलू उपयोग ने भी अपशिष्ट की समस्या उत्पन्न कर दी है। प्लास्टिक की थैलियों का प्रयोग अत्यधिक हो गया है, ये न तो पानी में गलती हैं न सड़ती हैं। अतः इनका निस्तारण कठिन हो जाता है। जब इन्हें जल स्रोत में डाल दिया जाता है तो प्रदूषण को बढ़ावा मिलता है। साथ ही नालियों में डालने पर उन्हें न केवल अवरुद्ध करती हैं अपितु हानिकारक जीवाणुओं की उत्पत्ति का भी कारण बनती हैं।

b. **वाहितमल:** जल प्रदूषण का एक प्रमुख कारण वाहित मल है। जनसंख्या में वृद्धि, ग्रामों का कस्बों में तथा नगरों का महानगरों में परिवर्तन होना इस समस्या को और अधिक गंभीर बना देता है। मानव की यह प्रकृति है कि वह मल-मूत्र एवं अन्य गंदगी को बाहर बहा देता है जो नालियों में बहकर अंततः नदी अथवा अन्य जल स्रोतों में पहुँच जाता है और उन्हें प्रदूषित कर देता है। यहीं नहीं यदि वह भूमि में समाता है तो इसकी कुछ मात्रा भूमिगत जल में मिश्रित होकर उसे भी प्रदूषित कर देती है।

वाहित मल का निस्तारण वर्तमान विश्व की समस्या है। साथ ही जल प्रदूषण का प्रमुख कारण भी है। मल के जल में मिश्रित होने से जैविक प्रदूषण या संक्रमण अधिक होता है, क्योंकि इस जल में अनेक हानिकारक या

बीमारियों के जीवाणुओं को जन्म होता है। इस जैविक प्रदूषण (Biological Pollution) से अनेक जलोढ़ रोग से टाइफाइड, हैजा, पेचिश आदि फैलते हैं।

c. **औद्योगिक बहिष्साव:** उद्योगों में पर्याप्त मात्रा में जल का उपयोग होता है। यह जल उत्पादन प्रक्रिया में चलता हुआ अन्त में औद्योगिक बहिष्साव के रूप में निकलता है। इसमें अनेक कार्बनिक एवं अकार्बनिक तत्व मिले हुए होते हैं जिनमें अनेक हानिकारक तत्व होते हैं। उद्योगों से निकला हुआ यह विशेष जल नदियों में प्रवाहित कर दिया जाता है। झीलों एवं बृहत् तालाबों में डाल दिया जाता है। समुद्र में प्रवाहित कर दिया जाता है। वर्तमान युग में रासायनिक उद्योग एवं इससे सम्बन्धित उद्योगों के विकास तीव्र गति से हो रहा है। इससे प्लास्टिक दवाइयों, प्रसाधन, पेन्ट, सफाई हेतु डिजिजेन्ट और असंख्य उपभोक्ता वस्तुओं का निर्माण हो रहा है। इसी प्रकार लुगदी और कागज उद्योग, उर्वरक उद्योग, आदि से रसायन मिश्रित जल बाहर निकाला जाता है, जिसे जल स्रोतों में डाल दिया जाता है। यह अत्यधिक प्रदूषण का कारण होता है।

d. **कृषि हिंसाव:** वर्तमान समय में खेतों में उर्वरकों जैसे नाइट्रस, पोटैश, फास्फेट्स, यूरिया आदि का प्रयोग अधिक किया जाने लगा है। ये पानी के साथ बहकर जल को प्रदूषित करते हैं। इनसे शैवाल (एलगी) में भी वृद्धि हो जाती है जो प्रदूषण का कारण बनती है। इसी प्रकार कीटनाशकों का प्रयोग भी निरन्तर अधिक होता जा रहा है। इनसे विभिन्न प्रकार के हानिकारक कीट तो मरते हैं साथ में कुछ भाग जल में मिलकर प्रदूषण का कारण बनते हैं।

अधिकांश कीटनाशक दवाओं में विषैले पदार्थ जैसे पारा संखिय क्लोरीन फ्लोरीन, फास्फोरस आदि मिले रहते हैं जो जल में मिश्रित हो जाने पर मनुष्य एवं अन्य जीवों पर विपरीत प्रभाव डालते हैं। डी. डी. टी. अर्थात् डायक्लोरो, डारफिनॉयल, द्वारक्लोरोमिथारल मिथेन का प्रयोग सम्पूर्ण विश्व में कीटनाशक के रूप में किया जा रहा है। मुख्य रूप से द्वितीय विश्व युद्ध के पश्चात् इसका प्रयोग अत्यधिक होने लगा है। यहाँ तक कि भारत में मलेरिया उन्मूलन हेतु इसका छिड़काव किया जाने लगा है। किन्तु जब इसके विनाशकारी स्वरूप का पता चला तो अमेरिका एवं यूरोपीय देशों में इसके प्रयोग पर प्रतिबन्ध लग गया। डी. डी. टी. तथा इसी से उत्पन्न एल्लिडिन, लिंडेन आदि भी अत्यधिक हानिकारक हैं। वास्तव में कीटनाशक के वृहत् प्रयोग के समय यह ध्यान रखना आवश्यक होगा कि उनसे प्रदूषण एवं जन स्वास्थ्य को हानि नहीं हो अन्यथा कृषि उपज को हानि से बचाने के लिए कहीं हमें स्वयं को बलिदान न करना पड़े।

e. **रेडियोधर्मी अवशिष्ट तथा अवघात द्वारा जल प्रदूषण:** वर्तमान विश्व में एक ओर तो ऊर्जा प्राप्त करने एवं हथियारों के निर्माण में रेडियोधर्मी पदार्थों का उपयोग हो रहा है तो दूसरी ओर परमाणु ऊर्जा हेतु परमाणु रियेक्टरों का निर्माण एवं परमाणु अस्त्रों का निर्माण हो रहा है। रेडियो एक्टिव पदार्थ सदैव विखण्डन की प्रक्रिया से गुजरते हैं तथा इनके अपशिष्ट पदार्थ भी कम या अधिक रेडियो एक्टिव होते हैं। वे पदार्थ शीघ्र समाप्त न होकर सैकड़ों से हजारों वर्षों तक बने रहते हैं। यदि वे किसी प्रकार मानव शरीर में प्रवेश कर जाते हैं तो अत्यधिक हानि का कारण बनते हैं, क्योंकि ये भोजन चक्र का हिस्सा बन जाते हैं और शरीर में जहाँ कहीं एकत्रित होते हैं भयंकर हानि का कारण बन जाते हैं।

f. **तापीय प्रदूषण:** तापीय प्रदूषण से तात्पर्य है कि जल के सामान्य तापमान में इतनी वृद्धि हो जाती है कि वह जल जीवों एवं अन्य के लिए हानिकारक हो जाता है। जल के तापमान में वृद्धि का एक कारण समुद्र में किये जाने वाले परमाणु विस्फोट परीक्षण है। प्रतिवर्ष प्रशान्त महासागर के क्षेत्र में अनेक परमाणु परीक्षण किए जा रहे हैं उससे विस्तृत क्षेत्र में तापमान में वृद्धि हो जाती है। इससे मछलियों एवं अन्य जीव जन्तुओं का विनाश हो जाता है।

इसके अतिरिक्त जल के तापीय प्रदूषण का प्रमुख कारण विभिन्न उद्योग द्वारा गर्म जल का जलस्रोतों में छोड़ा जाना है। अनेक उद्योगों में शीतलन प्रक्रिया हेतु जल का प्रयोग कर गर्म जल नदी अथवा जलाशयों में बहा दिया जाता है। जल में इससे विस्तृत क्षेत्र में ताप का विस्तार होता है फलस्वरूप मछलियों एवं अन्य जलीय जीव तथा वनस्पति का विनाश हो जाता है तथा जल की गुणवत्ता पर भी प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है।

g. **तेल प्रदूषण:** तेल अर्थात पेट्रोलियम से महासागरों एवं सागरों का जल प्रदूषित होता रहता है। इसमें तेल ढोने वाले टैंकरों से रिसाव, समुद्र के किनारे स्थित तेल शोधक कारखानों से रिसाव तथा सागरीय तल से तेल की खुदाई के समय एकाएक तैलीय पदार्थ बाहर निकलना प्रमुख कारण है। तेल पानी में तैरता रहता है तथा दूरवर्ती क्षेत्रों तक फैल जाता है। इसके फैलने से जल प्रदूषित हो जाता है। मछलियों अन्य जीव समुद्री पक्षी एवं वनस्पति को तो हानि पहुँचती ही है, इससे पर्यावरण भी प्रदूषित हो जाता है।

जलप्रदूषण का प्रभाव

हमारे देश में भारी जल प्रदूषण के परिणामस्वरूप मानव स्वास्थ्य पर घातक प्रभाव पड़ रहा है। जल प्रदूषण जल प्रदूषण के निम्नलिखित प्रभाव पड़ते हैं:

1. प्रदूषित पानी के पीने से विभिन्न प्रकार के मानवीय रोग जैसे आँत रोग, पीलिया, हैजा, टायफायड, अतिसार, पेचिस इत्यादि उत्पन्न हो जाते हैं।
2. हमारे देश में प्रतिवर्ष दूषित जल के उपयोग से उत्पन्न बीमारियों के कारण औसत 7 करोड़ 30 लाख कार्यदिवस नष्ट हो जाते हैं। दूषित जल से होने वाली बीमारियों के इलाज का खर्च और उद्योगों से होने वाली हानि का अनुमान औसतन 600 करोड़ रुपया है।
3. दूषित जल जलीय जीव धारियों को भी नष्ट कर देता है। जलाशयों की तलछटी में एकत्रित हाइड्रोजन सल्फाईट गैस (H_2S) गन्धक के अम्ल में बदल जाती है इससे जलीय जन्तुओं एवं वनस्पतियों के जीवन पर बुरा प्रभाव पड़ता है। इसके प्रभाव से जलीय जीवधारियों की मृत्यु हो जाती है। उदाहरणार्थ दामोदर नदी के निचले भाग में अधिक जल प्रदूषण के कारण मछलियाँ मर रही हैं तथा मछलियों का उत्पादन बहुत घट गया है।
4. प्रदूषित जल कृषि योग्य भूमि को भी नष्ट कर देता है। अनेक बड़े नगरों के रंगाई-छपाई उद्योग से निकला हुआ दूषित जल नदियों में मिल रहा है। नदियों के किनारे स्थित गाँवों की उपजाऊ कृषि भूमि को नष्ट कर रहा है। कृषि योग्य उपजाऊ भूमि जहरीले पानी का शिकार हो गई है। हरे भरे खेतों में फैल रहे बंजरपन के कारण रेगिस्तान का विस्तार हो रहा है।
5. प्रदूषित जल का सिंचाई में उपभोग होने से कृषि उत्पादन पर भी प्रभाव पड़ रहा है। जब गन्दी नदियों नहरों का दूषित जल सिंचाई के काम में लाया जाता है तो अन्न उपज में घातक धातुओं के अंश पाए जाते हैं।
6. औद्योगिक कारखानों के गन्दे अवशिष्ट पदार्थों के नदियों में मिल जाने से जल में आक्सीजन की मात्रा घटती जाती है। इससे सल्फेट, नाइट्रेट एवं क्लोराइड आदि की मात्रा बढ़ती है। इससे जलीय जन्तुओं और वनस्पतियों के जीवन पर बुरा असर पड़ता है।

जल प्रदूषण नियन्त्रण के उपाय

जल प्रदूषण आज एक विश्वव्यापी समस्या बन चुका है। इसके नियन्त्रण हेतु विकसित देश उच्च तकनीक का प्रयोग कर रहे हैं और एक सीमा तक जल प्रदूषण को रोकने में सफलता प्राप्त हुई है। किन्तु यह तकनीक अत्यधिक महंगी है जिसे विकासशील देश नहीं अपना सकते। विश्व स्वास्थ्य संगठन इस समस्या के प्रति सचेष्ट है। विश्व के अधिकांश देशों ने जल प्रदूषण के नियन्त्रण हेतु कानून बनाए हैं। किन्तु यह समस्या मात्र कानून बनाने से ही हल नहीं हो जाती, इसके लिए सामान्य जनता को जागरूक होना होगा, अपने व्यवहार में परिवर्तन लाना होगा तभी इस दिशा में वास्तविक प्रगति हो सकती है। जल प्रदूषण को रोकने के लिए हमें निम्न बातों पर ध्यान देना होगा:

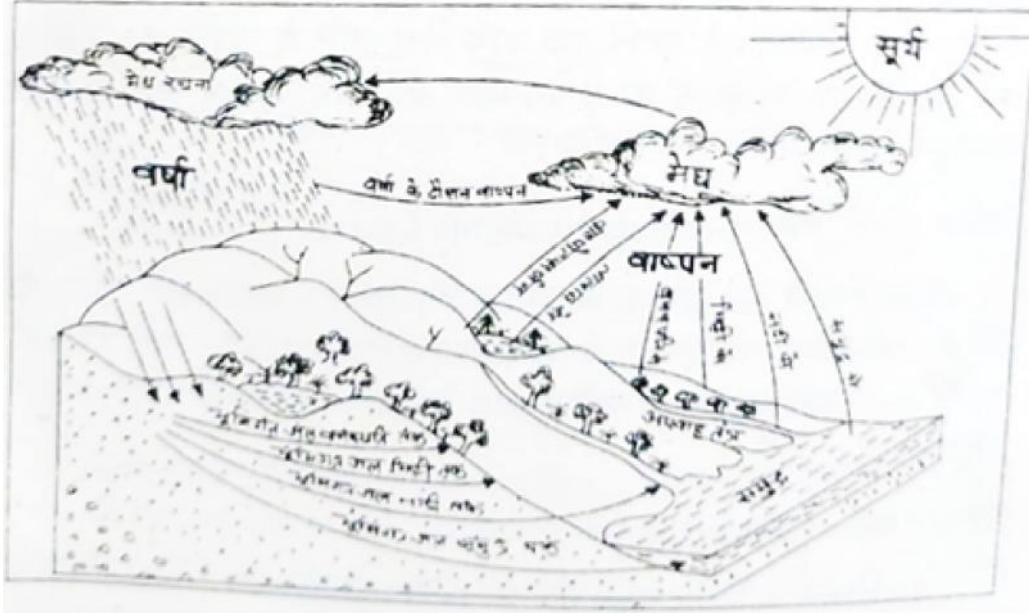
1. घरेलू बहिःस्राव एवं वाहित मल को उपचारित करने के पश्चात् ही किसी जल स्रोत में डाला जाय।
2. उपचारित गन्दे पानी का उपयोग सिंचाई के लिए किया जा सकता है क्योंकि इसमें उर्वरता होती है विशेषतः सब्जियों के उत्पादन में इसका उपयोग किया जाना चाहिए।

3. पेयजल स्रोतों के निकट गन्दगी एकत्र न होने पाये, उनके चारों ओर पक्की दीवार बनाई जाये तथा उनमें नहाने तथा कपड़े धोने पर पूरी तरह रोक लगाई जाए।
4. उद्योगों से वाहित प्रदूषित जल को जल स्रोतों के डालने पर प्रतिबन्ध कठोरता से लगाया जाना चाहिए। जो उद्योग प्रदूषित जल को जल स्रोतों में डालते हैं उनके लिए जल उपचार संयंत्र लगाया जाना आवश्यक है और उपचारित जल ही नदी में छोड़ा जाए।
5. कृषि में कीटनाशक दवाओं का प्रयोग सीमित किया जाए विशेषतः D.D.T. एवं अन्य स्थाई प्रकार के कीटनाशकों पर रोक लगाई जानी चाहिए।
6. जलीय जीवों का संरक्षण आवश्यक है क्योंकि ये जल को शुद्ध रखने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।
7. जलस्रोतों में लाशों को बहाने पर रोक लगाया जाना चाहिए।
8. जल में यदि अनावश्यक शैवाल व अन्य पौधे हो तो उनकी सफाई नियमित रूप से होनी चाहिए।
9. पेयजल स्रोतों में समय-समय पर पोटेशियम-परमेगनेट जैसी दवा डालकर सामान्य जीवाणुओं से रहित किया जा सकता है।
10. सरकारी स्तर पर जल के प्रदूषण की नियमित जाँच होनी चाहिए। उसका स्वास्थ्य एवं पर्यावरण पर पड़ने वाले प्रभावों का अध्ययन किया जाना चाहिए। साथ ही इस कार्य पर समुचित निगरानी करके नियमों का उल्लंघन करने वालों को सख्त दण्ड देना चाहिए।
11. इस दिशा में जनता को जागरूक होना चाहिए क्योंकि यदि हम इसे अपना उत्तरदायित्व मान लेंगे तो यह समस्या स्वतः कम हो जाएगी।

जलीय चक्र

जल सृष्टि की रचना में एक महत्वपूर्ण कारक है। जल के बिना जीवन संभव नहीं है। किसी जीव के भार का औसतन लगभग 70 प्रतिशत भाग जल होता है। यह एक महत्वपूर्ण अंश है, जो पारिस्थितिक तंत्र की संरचना और उसका कार्य निर्धारित करता है। अन्य सभी तत्वों का परिचक्रण भी जलचक्र पर निर्भर करता है क्योंकि यह विभिन्न कक्षाओं में तत्वों को लेकर जाने के लिए एक माध्यम प्रदान करता है और साथ ही एक उत्तम विलायक होने के कारण जीवों द्वारा तत्वों को ग्रहण करने में सहायता करता है। प्रकाश संश्लेषण में कार्बनडाईऑक्साइड के साथ इसकी आवश्यकता पड़ती है और अपनी ऊष्मा अवशोषण क्षमता के कारण यह अपने आस-पास के क्षेत्रों के तापमान पर प्रभाव डालता है। जीवन का भौतिक आधार जीवद्रव्य (प्रोटोप्लाज्मा) लगभग 85 प्रतिशत या 90 प्रतिशत जल से बना है। मनुष्य के रक्त में भी 90 प्रतिशत जल ही रहता है। पारितंत्र प्रोटोप्लाज्मा संश्लेषण में जल की बड़ी मात्रा का उपयोग करता है और जीवित पौधों से वाष्पोत्सर्जन (Transpiration) द्वारा काफी जल वायुमण्डल में वापस आ जाता है।

भू-पृष्ठ का लगभग 75 प्रतिशत भाग झीलों, नदियों, समुद्रों और महासागरी के रूप में जल से घिरा है। केवल महासागरों में ही पृथ्वी के कुल जल का 97 प्रतिशत भाग शामिल है। शेष जल का काफी बड़ा भाग ध्रुवीय हिम और हिमनदों में विद्यमान है। बचा हुआ एक प्रतिशत से भी कम अवणीय जल नदियों, झील और जलमरों (Reservoir) में हिम रहित स्वच्छ जल के रूप में विद्यमान है। इस पृथ्वी पर विद्यमान कुल जल का अपेक्षाकृत नगण्य अंश होने के बावजूद भी यह स्थलीय और जलीय जीवन के सभी रूपों के लिए अत्यन्त ही महत्वपूर्ण है। जल की आपूर्ति भूमिगत स्रोत से भी की जाती है। भू-पृष्ठ के पास मृदाएँ जलाशय के रूप में काम करती हैं, जहाँ जल की अपार मात्रा संचित रहती है।



जल चक्र (Hydrological Cycle)

पृथ्वी की जल आपूर्ति स्थायी है और वही जल बार-बार प्रयुक्त होता है। सौर ऊर्जा का लगभग एक तिहाई भाग जल चक्र को चलाने में लग जाता है। धूप में महासागरों, झीलों और सरिताओं से आर्द्र मृदा पृष्ठों से और जीवों के शरीरों से जल का वाष्पन होता है। जल का यह वाष्प मेघों के रूपों में वायुमण्डल में एकत्रित हो जाता है और हवा के वेग के साथ बादलों के रूप में पृथ्वी की सतह के ऊपर इधर-उधर चलता रहता है। शीतलन और द्रवण (Condensation) के पश्चात जल वर्षा अथवा हिम के रूप में नीचे आ जाता है। पृथ्वी से वायुमण्डल में और वायुमण्डल से पृथ्वी पर जल के इस अविरल परिसंचलन को जल चक्र (Hydrological Cycle) कहा जाता है (चित्र) (पृथ्वी पर गिरने वाले जल का कुछ भाग मृदा से रिसकर संतृप्ति (Saturation) क्षेत्र तक पहुँच जाता है।

संतृप्ति क्षेत्र के नीचे एक ठोस शैल होता है जिससे होकर जल का नीचे रिसना संभव नहीं होता इस संतृप्ति क्षेत्र के ऊपरी परत को भीम जलस्तर (Ground water level) कहते हैं। रिसने के बाद शेष अतिरिक्त जल धाराओं के रूप में बह निकलता है जिनके एक साथ मिल जाने से नदियों बन जाती है और अंत में जल सागरों में वापस आ जाता है। चित्र में जल चक्र की महत्वपूर्ण क्रियाएँ प्रदर्शित की गई है।

निष्कर्ष

जल संसाधन प्रबंधन एक अंतःविषय विषय है। भारत के जल संसाधन विभाग के अनुसार, "पानी एक दुर्लभ और कीमती प्राकृतिक संसाधन है," जिसे राज्यों के सामाजिक-आर्थिक पहलुओं और जरूरतों को ध्यान में रखते हुए, एक एकीकृत और पर्यावरणीय रूप से मजबूत आधार पर नियोजित, विकसित, संरक्षित और प्रबंधित किया जाना है।" जल नीति, जिसे पहली बार सितंबर 1987 में अपनाया गया था और अप्रैल 2002 में संशोधित किया गया था। 2012 की राष्ट्रीय जल नीति के अनुसार, विभिन्न उपयोगकर्ता समूहों के बीच पानी के संघर्ष को गहरा करने की संभावना के साथ, भविष्य में उपयोग करने योग्य पानी की उपलब्धता में तेजी से कमी आएगी। प्रभावी प्रबंधन के लिए भूमि और पानी के उपयोग को पूरे बेसिन या वाटरशेड के साथ-साथ भूजल जलभृत से जोड़ा जाना चाहिए। नतीजतन, कृषि विकास और मृदा-जल संरक्षण के लिए उचित जल संसाधन उपयोग और प्रबंधन महत्वपूर्ण है, जो हाइड्रोलॉजिकल इंजीनियरिंग, मृदा विज्ञान, मौसम विज्ञान, सिंचाई इंजीनियरिंग, कृषि विज्ञान और सांख्यिकी से जुड़े अंतःविषय अनुसंधान की आवश्यकता है। उपरोक्त कारकों के साथ-साथ इसके अंतः विषय दृष्टिकोण ने एक विषय चुनने में शोधकर्ता की रुचि को बढ़ा दिया है।

संदर्भ सूची

1. सिंह, आर.एल. (सं.) (1971) *भारत: एक क्षेत्रीय भूगोल*, भारत की राष्ट्रीय भौगोलिक सोसायटी, वाराणसी, पीपी 599-604।
2. सिंह वी.आर. (1970), *मिर्जापुर और वातावरण में भूमि उपयोग पैटर्न*, बनारस हिंदू विश्वविद्यालय, पृष्ठ 28।
3. थॉर्नथवेट। सीडब्ल्यू और माथेर, जेआर (1957), संभावित वाष्पोत्सर्जन और जल संतुलन की गणना के लिए निर्देश और तालिकाएँ क्लाइमेटोलॉजी में, वॉल्यूम 10, नंबर 3, ड्रेक्सेल इंस्ट। प्रौद्योगिकी, सेंटरटन, न्यू जर्सी के।
4. तिवारी, आर.सी. (1998) *कृषि भूगोल (कृषि भूगोल)*, प्रयाग पुस्तक भवन, इलाहाबाद, पीपी 75-97।
5. दक्षिणामूर्ति, सी. एट अल (1973) भारत के जल संसाधन और कृषि में उनका उपयोग, जल प्रौद्योगिकी व्याख्यान, *भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान*, मोनोग्राफ संख्या 3 (नई श्रृंखला), नई दिल्ली, पृष्ठ 139।

---==00==---