संस्करण - 6 अंक - 2 अप्रैल 2026

प्रज्ञाम्बु

cGanga
गंगा नदी घाटी प्रबंधन एवं अध्ययन केंद्र

भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान कानपुर द्वारा संचालित गंगा नदी घाटी प्रबंधन एवं अध्ययन केंद्र (cGanga) की इस त्रैमासिक पत्रिका का उद्देश्य जल और नदी पुनरुद्धार एवं संरक्षण के प्रबंधन से संबंधित विभिन्न विषयों पर देश-विदेश से उपलब्ध पारंपरिक ज्ञान एवं विज्ञान के समन्वय पर आधारित जानकारी संबंधित संस्थाओं एवं नागरिकों तक पहुचाना है।

भारत में अपशिष्ट जल के पुन: उपयोग की नई परिकल्पना: प्रत्यक्ष कृषि उपयोग के बजाय पारिस्थितिकी तंत्र के पुनरुद्धार को प्राथमिकता

[जनस्वास्थ्य, पर्यावरण, अर्थव्यवस्था, ऊर्जा एवं सतत विकास के परिप्रेक्ष्य में]

पिछले अंक में हमने "उपचारित प्रयुक्त जल (सीवेज): भूजल पुनर्भरण एवं सतत नदी प्रवाह का नया स्रोत" विषय के माध्यम से शहरी नदियों, भूजल तंत्र, सतही जल–भूजल संबंध, तथा उपचारित प्रयुक्त जल के पुनः उपयोग की संभावनाओं पर विस्तृत चर्चा की थी। मेक्सिको सिटी की लुप्त होती नदियों और बेंगलुरु की अर्कावती नदी जैसे उदाहरणों से यह स्पष्ट हुआ कि अनियोजित शहरीकरण, भूजल दोहन और जल प्रबंधन की कमियाँ किस प्रकार नदी तंत्र को प्रभावित कर रही हैं। साथ ही, हमने यह भी समझने का प्रयास किया कि उपचारित सीवेज, प्रकृति-आधारित प्रणालियों, तथा वर्षभर भूजल पुनर्भरण जैसी अवधारणाओं को अपनाकर नदियों और भूजल के संयुक्त एवं सतत प्रबंधन की दिशा में कैसे आगे बढ़ा जा सकता है। इसी विमर्श को आगे बढ़ाते हुए प्रस्तुत अंक में हम "अपशिष्ट जल को संसाधन" के रूप में देखने की वैश्विक अवधारणा तथा भारत में जल सुरक्षा और नदी पुनर्जीवन के लिए उसकी संभावनाओं पर विस्तार से चर्चा कर रहे हैं।

विश्व की दिशा: अपशिष्ट जल से संसाधन

सिंगापुर, इज़राइल, ऑस्ट्रेलिया और अमेरिका जैसे देशों ने उपचारित अपशिष्ट जल को एक मूल्यवान संसाधन के रूप में स्वीकार किया है। सिंगापुर का NEWater कार्यक्रम और इज़राइल की Soil Aquifer Treatment (SAT) प्रणाली यह दर्शाती है कि वैज्ञानिक उपचार के माध्यम से अपशिष्ट जल को कृषि, उद्योग और यहाँ तक कि पेयजल प्रणाली में भी शामिल किया जा सकता है। इन सफलताओं ने विश्व को यह सिखाया है कि जल संकट का समाधान केवल नए स्रोत खोजने में नहीं, बल्कि उपलब्ध जल के पुनर्चक्रण में भी निहित है। भारत में भी वृत्ताकार जल अर्थव्यवस्था (Circular Water Economy) की अवधारणा के बढ़ते महत्व के साथ अपशिष्ट जल (सीवेज जल) के उपचार एवं पुनः उपयोग पर विशेष बल दिया जा रहा है। भारत में भी प्रतिदिन लगभग 72,000 MLD (Million Litres per Day) से अधिक सीवेज उत्पन्न होता है, जो की भूजल पुनर्भरण, औद्योगिक जल मांग, तथा शहरी जल संकट के समाधान में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है।

भारत की जल चुनौती जल की उपलब्धता से अधिक उसके प्रबंधन की है; इसलिए उपचारित जल के उपयोग की रणनीति भी भारतीय परिस्थितियों और पारिस्थितिक आवश्यकताओं के अनुरूप विकसित की जानी चाहिए।

इस प्रकार Wastewater to Resource मॉडल भविष्य की सतत जल सुरक्षा की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम साबित हो रहा है।

लेकिन क्या वही मॉडल भारत के लिए उपयुक्त है?

भारत की तुलना इज़राइल, सिंगापुर अथवा अन्य विकसित देशों से सीधे करना न तो वैज्ञानिक दृष्टि से उचित है और न ही व्यावहारिक दृष्टि से। इसके पीछे कारण यह है कि

इन देशों की जल संबंधी परिस्थितियाँ, भौगोलिक विशेषताएँ, कृषि व्यवस्था, सामाजिक-आर्थिक संरचना, संस्थागत क्षमता, ऊर्जा उपलब्धता, जनस्वास्थ्य संबंधी चुनौतियाँ तथा प्रशासनिक एवं नियामकीय व्यवस्थाएँ भारत से काफी भिन्न हैं। भारत विशाल नदी तंत्र, मानसूनी वर्षा और विविध पारिस्थितिक क्षेत्रों वाला देश है।

उदाहरण के लिए, भारत में प्रतिवर्ष औसतन लगभग 4,000 बिलियन क्यूबिक मीटर (BCM) वर्षा होती है, जबकि इज़राइल में यह लगभग 10 BCM और सिंगापुर में केवल 1.7 BCM है। इसी प्रकार भारत का वार्षिक जल उपयोग लगभग 750 BCM है, जबकि इज़राइल में यह 2.5 BCM और सिंगापुर में लगभग 0.8 BCM है। ये आँकड़े स्पष्ट करते हैं कि भारत की चुनौती राष्ट्रीय स्तर पर जल की पूर्ण कमी नहीं है, बल्कि जल संसाधनों के प्रबंधन से जुड़ी है। हमारे सामने प्रमुख समस्याएँ वर्षा का अत्यधिक मौसमी स्वरूप, जल की स्थानिक असमानता, भूजल का बढ़ता दोहन, जल प्रदूषण, नदियों एवं जलाशयों का क्षरण, अपशिष्ट जल उपचार की सीमित क्षमता तथा पारिस्थितिक तंत्रों की घटती कार्यक्षमता हैं। इसलिए भारत के लिए जल प्रबंधन की रणनीतियाँ भी उसकी अपनी भौगोलिक, सामाजिक और पारिस्थितिक आवश्यकताओं के अनुरूप विकसित की जानी चाहिए।

अंतरराष्ट्रीय उदाहरणों की सावधानीपूर्वक व्याख्या: एक तुलनात्मक जल परिप्रेक्ष्य

उपचारित जल का सर्वोत्तम उपयोग: खेत, उद्योग या जीवित नदियाँ?

हमारे समक्ष मूल प्रश्न यह नहीं है कि उपचारित अपशिष्ट जल का पुनः उपयोग किया जाए या नहीं, बल्कि यह है कि भारतीय परिस्थितियों में उसका सर्वोत्तम उपयोग क्या हो। क्या उसे केवल एक वैकल्पिक जल स्रोत के रूप में देखा जाए, अथवा नदियों, जलाशयों, आर्द्रभूमियों और भूजल तंत्रों के पुनर्जीवन के माध्यम के रूप में भी? अंततः हमें यह तय करना होगा कि उपचारित जल का कौन-सा उपयोग दीर्घकाल में सामाजिक, पारिस्थितिक, आर्थिक और पर्यावरणीय दृष्टि से सर्वाधिक लाभकारी सिद्ध होगा। यही वह प्रश्न है जो भारत में जल प्रबंधन के भविष्य की दिशा निर्धारित करेगा।

मापदंड	भारत	इज़राइल	सिंगापुर
क्षेत्रफल (किमी²)	32,87,000	22,000	735
वार्षिक वर्षा (BCM)	~4,000	~10	~1.7
वार्षिक जल उपयोग (BCM)	~750	~2.5	~0.8
अपशिष्ट जल पुनः उपयोग (%)	~3–8%	~90%	~40–50%
पुनः उपयोग से सिंचाई	2%	~50%	नगण्य
प्रति घनमीटर ऊर्जा उपयोग (kWh/m³)	~0.2	~1.2	~1.0–1.5

इज़राइल और सिंगापुर जैसे देशों ने अपनी जल पुनः उपयोग नीतियाँ अत्यधिक जल-अभाव की परिस्थितियों में विकसित की हैं, जहाँ बारिश के प्रत्येक बूंद का अधिकतम उपयोग राष्ट्रीय आवश्यकता है। भारत की परिस्थितियाँ इससे भिन्न हैं। भारत को इज़राइल की तुलना में लगभग 400 गुना अधिक वर्षा प्राप्त होती है तथा यहाँ विशाल नदी तंत्र, विस्तृत बाढ़क्षेत्र, आर्द्रभूमियाँ और विविध पारिस्थितिक तंत्र मौजूद हैं। इसलिए भारत के लिए उपचारित अपशिष्ट जल को केवल एक वैकल्पिक जल स्रोत या व्यापक होना चाहिए—ऐसा उद्देश्य जो न केवल जल उपलब्धता बढ़ाए, बल्कि सूखती नदियों को, विशेषतः बरसाती और मौसमी नदियों के साथ-साथ आर्द्रभूमियों और जलाशयों को, पुनर्जीवित करे, भूजल पुनर्भरण को सुदृढ़ बनाए, तथा प्राकृतिक जलवैज्ञानिक और पारिस्थितिक तंत्रों की कार्यक्षमता को पुनः स्थापित एवं सशक्त बनाए। दूसरे शब्दों में, भारत में उपचारित जल प्रबंधन का लक्ष्य केवल जल का पुनः उपयोग नहीं, बल्कि

जल पुनर्प्राप्ति के साधन के रूप में देखना पर्याप्त नहीं होगा। भारतीय संदर्भ में पुनः उपयोग नीति का उद्देश्य इससे कहीं जल, प्रकृति और पारिस्थितिकी के बीच टूटते संबंधों को पुनः जोड़ना भी होना चाहिए।

उपचारित अपशिष्ट जल केवल पुनः उपयोग योग्य जल नहीं, बल्कि नदियों, भूजल और पारिस्थितिक तंत्रों के पुनर्जीवन का एक महत्वपूर्ण साधन भी हो सकता है। भारतीय संदर्भ में यह विचारणीय है कि इसका सर्वोत्तम उपयोग कहाँ हो—खेतों और उद्योगों में, या जीवित नदियों और प्रकृति को पुनः सशक्त बनाने में।

भारत के लिए जल प्रबंधन दृष्टिकोण

सूखती नदियाँ और खोता पारिस्थितिक संतुलन: भारतीय परिप्रेक्ष्य में एक गंभीर चुनौती

भारत को सदियों से नदियों की भूमि कहा जाता रहा है। देश में बड़ी नदियों के साथ-साथ हजारों छोटी नदियाँ, धाराएँ और सहायक जलधाराएँ हैं, जो पूरे नदी तंत्र की जीवनरेखा का कार्य करती हैं। किंतु पिछले कुछ दशकों में इनमें से अनेक छोटी नदियाँ और मौसमी जलधाराएँ वर्ष के अधिकांश समय शुष्क रहने लगी हैं। कई नदियाँ ऐसी हैं जो केवल मानसून के कुछ महीनों में ही प्रवाहित होती हैं और शेष समय उनका अस्तित्व लगभग समाप्त हो जाता है। जिससे भूजल पुनर्भरण, जलीय जैव विविधता और बड़ी नदियों को मिलने वाला प्राकृतिक आधार प्रवाह प्रभावित होता है।

इस स्थिति का प्रभाव केवल नदी तक सीमित नहीं रहता। जब किसी नदी का प्रवाह रुकता है, तो उससे जुड़े सम्पूर्ण पारिस्थितिक तंत्र पर प्रभाव पड़ता है। नदी के आसपास स्थित भूजल भंडारों का पुनर्भरण कम हो जाता है, जिससे कुओं, हैंडपंपों और ट्यूबवेलों में जल स्तर गिरने लगता है। नदी पर आश्रित मछलियाँ, जलीय वनस्पतियाँ, उभयचर जीव तथा अन्य जैव विविधता प्रभावित होती है। साथ ही, बड़ी नदियों को मिलने वाला प्राकृतिक आधार प्रवाह (Base Flow) भी घटता जाता है, जो शुष्क मौसम में नदी के जीवित बने रहने के लिए अत्यंत आवश्यक होता है।

केन्द्रीय भूजल बोर्ड (CGWB) के अनुसार भारत में लगभग **60 प्रतिशत सिंचाई और 85 प्रतिशत ग्रामीण पेयजल आवश्यकताएँ भूजल पर निर्भर हैं**, जबकि अनेक क्षेत्रों में भूजल स्तर निरंतर गिर रहा है। दूसरी ओर, **नीति आयोग की Composite Water Management Index (2018)** रिपोर्ट ने संकेत दिया था कि देश के अनेक भाग गंभीर जल संकट की ओर बढ़ रहे हैं। यह स्थिति केवल जल की उपलब्धता का प्रश्न नहीं है, बल्कि नदियों और भूजल के बीच टूटते प्राकृतिक संबंध का भी परिणाम है।

भारतीय जलवैज्ञानिक परिप्रेक्ष्य में नदियाँ और भूजल एक-दूसरे से गहराई से जुड़े हुए हैं। शुष्क मौसम में अधिकांश नदियों का प्रवाह वर्षा से नहीं, बल्कि भूजल से प्राप्त आधार प्रवाह पर निर्भर करता है। इसलिए जब नदी सूखती है तो भूजल प्रभावित होता है, और जब भूजल स्तर गिरता है तो नदी का प्रवाह भी कमजोर पड़ जाता है। यह एक दुष्चक्र (Vicious Cycle) बन जाता है।

प्रसिद्ध पर्यावरणविद् ऑल्डो लियोपोल्ड (Aldo Leopold) का एक प्रसिद्ध कथन है:

"To keep every cog and wheel is the first precaution of intelligent tinkering."
"प्रकृति के प्रत्येक पुर्जे और प्रत्येक चक्र को सुरक्षित रखना ही बुद्धिमत्तापूर्ण प्रबंधन का पहला नियम है।"

ऐसी परिस्थितियों में उपचारित अपशिष्ट जल (Treated Wastewater) एक नए अवसर के रूप में सामने आता है। यदि वैज्ञानिक मानकों के अनुरूप उपचारित जल कि अधिकतर मात्रा छोटी नदियों, धाराओं, आर्द्रभूमियों और क्षतिग्रस्त जल निकायों के पुनर्जीवन में लगायी जाए, तो इससे वर्षभर न्यूनतम प्रवाह बनाए रखने में सहायता मिल सकती है। इससे न केवल स्थानीय भूजल पुनर्भरण और जैव विविधता को लाभ होगा, बल्कि बड़ी नदी प्रणालियों को मिलने वाला आधार प्रवाह भी सुदृढ़ होगा। इस दृष्टि से उपचारित जल का उपयोग केवल जल पुनः उपयोग नहीं, बल्कि पारिस्थितिक पुनर्स्थापन (Ecological Restoration) और नदी पुनर्जीवन (River Rejuvenation) का माध्यम बन सकता है।

भारतीय संदर्भ में यह कथन हमें याद दिलाता है कि छोटी नदियाँ, धाराएँ और आर्द्रभूमियाँ भी जल तंत्र के वही महत्वपूर्ण "पुर्जे" हैं, जिनकी उपेक्षा अंततः पूरे नदी तंत्र और जल सुरक्षा को कमजोर कर देती है। इसलिए उपचारित जल का उपयोग केवल उपभोग के लिए नहीं, बल्कि इन पारिस्थितिक तंत्रों को पुनर्जीवित करने के लिए भी किया जाना चाहिए। यही दृष्टिकोण भारत की दीर्घकालिक जल सुरक्षा, जैव विविधता संरक्षण और सतत विकास की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम सिद्ध हो सकता है।इस अंक में हमने उपचारित अपशिष्ट जल को केवल पुनः उपयोग योग्य जल स्रोत के रूप में नहीं, बल्कि नदी पुनर्जीवन, भूजल पुनर्भरण और पारिस्थितिक पुनर्स्थापन के एक संभावित साधन के रूप में देखने का प्रयास किया। किंतु इस विषय के अनेक महत्वपूर्ण आयाम अभी और गहन चर्चा की अपेक्षा रखते हैं।

आगामी अंक में हम इस प्रश्न का विभिन्न दृष्टिकोणों से विश्लेषण करेंगे कि इसके जनस्वास्थ्य, मृदा स्वास्थ्य, पर्यावरण, ऊर्जा खपत और अर्थव्यवस्था पर क्या प्रभाव पड़ते हैं? क्या इसके लाभ केवल कुछ उपयोगकर्ताओं तक सीमित रहते हैं या पूरे समाज और पारिस्थितिकी तंत्र को भी लाभ पहुँचाते हैं? आगामी अंक में हम इन सभी पहलुओं पर विस्तार से चर्चा करेंगे तथा उपचारित जल के उपयोग से जुड़े लाभ, चुनौतियाँ, सीमाएँ और संभावित जोखिमों का भारतीय संदर्भ में विश्लेषण करेंगे। आशा है कि यह विमर्श हमें उपचारित जल प्रबंधन की ऐसी भारतीय दृष्टि विकसित करने में सहायता करेगा, जो जल सुरक्षा के साथ-साथ पारिस्थितिक संतुलन, सामाजिक कल्याण और सतत विकास के उद्देश्यों को भी समान रूप से सुदृढ़ कर सके।

"धरती पर गिरे वर्षा जल के बहाव की गति को कम करना ही भविष्य की जल सुरक्षा का आधार है।"

(सही मायने में धरती पर अवतरण पूर्व शिव कि जटाओं में गंगाजी को समाहित करने का यही संदेश है)