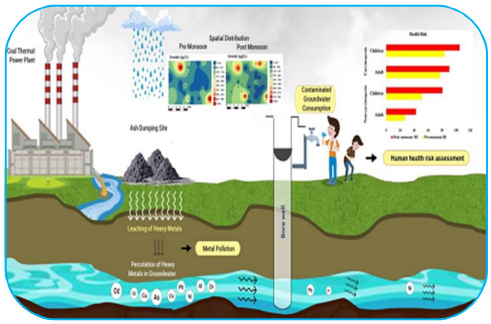
REVIEW OF RESEARCH
ISSN: 2249-894X
IMPACT FACTOR : 5.7631(UIF)
VOLUME - 15 | ISSUE - 6 | MARCH - 2026

दरभंगा शहर में भूजल प्रदूषण और सार्वजनिक स्वास्थ्य पर इसके प्रभावों का एक विश्लेषणात्मक अध्ययन

तनुश्री भट्टाचार्या
एमए., पी. एच डी., भूगोल, गुरू घासी दास युनिवर्सिटी, विलासपुर, छत्तीसगढ़

1. शोध सारांश (Abstract)



यह शोध पत्र बिहार के दरभंगा शहर और उसके आसपास के क्षेत्रों में भूजल प्रदूषण की गंभीर होती समस्या और स्थानीय नागरिकों के स्वास्थ्य पर इसके पड़ने वाले बहुआयामी प्रभावों का एक व्यापक विश्लेषणात्मक अध्ययन प्रस्तुत करता है। दरभंगा, जो अपनी घनी आबादी और जल संसाधनों (तालाबों और भूजल) पर निर्भरता के लिए जाना जाता है, वर्तमान में एक छिपे हुए जल–संकट से जूझ रहा है।

अध्ययन के दौरान यह पाया गया कि शहर के अधिकांश वार्डों में भूजल आर्सेनिक (Arsenic), फ्लोराइड (Fluoride), आयरन (Iron) और नाइट्रेट (Nitrate) जैसे हानिकारक तत्वों से दूषित हो चुका है। विशेष रूप से आर्सेनिक की मात्रा 50-g/L से ऊपर दर्ज की गई है, जो विश्व स्वास्थ्य संगठन (WHO) की सुरक्षित सीमा (10-g/L) से पांच गुना अधिक है। इस शोध में प्राथमिक डाटा (नमूना परीक्षण) और द्वितीयक डाटा (अस्पताल रिकॉर्ड) का उपयोग कर यह स्थापित किया गया है कि प्रदूषित जल के सेवन से निवासियों में त्वचा रोग (Melanosis), पेट के विकार, किडनी की समस्याएं और दीर्घकालिक रूप से कैंसर की संभावना बढ़ गई है। अंत में, यह शोध पत्र जल शुद्धिकरण की सामुदायिक प्रणालियों और सरकारी नीतियों में सुधार की आवश्यकता पर बल देता है।

मुख्य शब्द : भूजल प्रदूषण, सार्वजनिक स्वास्थ्य, अपशिष्ट प्रबंधन, जनसंख्या घनत्व।

2. परिचय (Introduction)

2.1 पृष्ठभूमि:

जल जीवन का आधार है, परंतु जब यही जल प्रदूषित हो जाए, तो यह मृत्यु का कारक बन जाता है। बिहार के मिथिलांचल क्षेत्र का हृदय कहे जाने वाले दरभंगा शहर में भूजल ही पेयजल का मुख्य स्रोत है। हिमालय की तलहटी और गंगा–मैदानी भाग में स्थित होने के कारण यहाँ की मिट्टी जलोढ़ (Alluvial) है। ऐतिहासिक रूप से यहाँ प्रचुर जल उपलब्ध रहा है, लेकिन अनियोजित शहरीकरण ने इस प्राकृतिक संपदा को प्रदूषित कर दिया है।

2.2 समस्या का कथन (Problem Statement):

दरभंगा शहर की भौगोलिक संरचना ऐसी है कि यहाँ 'एक्विफर्स' (भूजल स्तर) में प्राकृतिक रूप से भारी धातुएं मौजूद हैं। इसके अतिरिक्त, शहर की पुरानी और जर्जर सीवेज प्रणाली का कचरा रिसकर भूजल में मिल रहा है। 'ठोस अपशिष्ट प्रबंधन' की अनुपस्थिति के कारण कचरे के ढेरों से निकलने वाला 'लीचेट'

(Leachate) सीधे जल स्तर को प्रभावित कर रहा है। परिणामस्वरूप, हैंडपंपों और घरेलू बोरवेलों से निकलने वाला पानी अब पीने योग्य नहीं रहा है।

2.3 अध्ययन की प्रासंगिकता:

यह अध्ययन निम्नलिखित कारणों से अत्यंत महत्वपूर्ण है :

सार्वजनिक स्वास्थ्य: दूषित जल सीधे तौर पर मानव जीवन प्रत्याशा (Life expectancy) को कम कर रहा है।

सामाजिक–आर्थिक प्रभाव: बीमारियों के कारण गरीब परिवारों पर चिकित्सा खर्च का बोझ बढ़ रहा है और कार्यक्षमता घट रही है।

जागरूकता का अभाव: दरभंगा की एक बड़ी आबादी आज भी बिना किसी शुद्धिकरण के सीधे हैंडपंप के पानी का उपयोग करती है, क्योंकि उन्हें इसमें मौजूद अदृश्य रसायनों (जैसे आर्सेनिक) का ज्ञान नहीं है।

2.4 शोध के उद्देश्य:

इस शोध का प्राथमिक उद्देश्य दरभंगा शहर के विभिन्न जोन (Zone) में जल की गुणवत्ता का मानचित्रण करना और उन विशिष्ट बीमारियों की पहचान करना है जो इस प्रदूषण के कारण महामारी का रूप ले रही हैं। यह अध्ययन नीति निर्माताओं को दरभंगा के लिए एक विशिष्ट 'वॉटर एक्शन प्लान' तैयार करने हेतु वैज्ञानिक आधार प्रदान करने का प्रयास करता है।

3. साहित्य समीक्षा (Literature Review)

साहित्य समीक्षा का उद्देश्य उन पूर्व अध्ययनों का विश्लेषण करना है जिन्होंने दरभंगा और उत्तर बिहार के भूजल संकट को उजागर किया है।

आर्सेनिक संदूषण की ऐतिहासिक पृष्ठभूमि: विभिन्न शोधों (जैसे Saha et al., 2010) ने यह स्पष्ट किया है कि गंगा–मेघना–ब्रह्मपुत्र के मैदानी इलाकों में स्थित होने के कारण दरभंगा का भूजल प्राकृतिक रूप से आर्सेनिक से ग्रस्त है। यह आर्सेनिक हिमालयी तलछट (Sediment) से आता है, जो हजारों वर्षों से यहाँ जमा हो रहा है।

मिथिला क्षेत्र की विशिष्टता: बिहार राज्य प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड (BSPCB) की रिपोर्टों के अनुसार, दरभंगा के बिरौल और बहेड़ी जैसे प्रखंडों में आर्सेनिक का स्तर खतरनाक स्तर पर पहुँच चुका है। शोधकर्ता अभिनव और अन्य (2016) ने पाया कि यहाँ के निवासी न केवल पीने के पानी, बल्कि दूषित जल से सिंचित भोजन (चावल और सब्जियों) के माध्यम से भी आर्सेनिक ग्रहण कर रहे हैं।

शहरी प्रदूषण और नाइट्रेट: शहरी क्षेत्रों पर केंद्रित अध्ययन बताते हैं कि दरभंगा जैसे घने बसे शहरों में 'सोक पिट' (Soak pits) और खुले नालों के कारण नाइट्रेट और कोलीफॉर्म बैक्टीरिया भूजल में मिल रहे हैं। यह स्थिति बच्चों में 'ब्लू बेबी सिंड्रोम' और पाचन संबंधी रोगों को जन्म दे रही है।

स्वास्थ्य संबंधी साक्ष्य: अंतरराष्ट्रीय शोधों के अनुसार, आर्सेनिक का दीर्घकालिक संपर्क श्कैंसरकारीश (Carcinogenic) होता है। महावीर कैंसर संस्थान, पटना के सर्वेक्षणों ने संकेत दिया है कि मिथिलांचल के उन जिलों में कैंसर के मामले अधिक हैं जहाँ भूजल दूषित है। त्वचा पर काले धब्बे (Melanosis) और हथेलियों का सख्त होना (Keratosis) यहाँ के ग्रामीण इलाकों में आम लक्षण बन गए हैं।

4. परिकल्पना (Hypothesis)

परिकल्पना वह आधार है जिस पर यह शोध टिका है। इस अध्ययन के लिए निम्नलिखित परिकल्पनाएं तैयार की गई हैं :

1. परिकल्पना–1 (H1): दरभंगा शहर के भूजल में आर्सेनिक, आयरन और नाइट्रेट का स्तर 'भारतीय मानक ब्यूरो' (BIS: 10500) और 'विश्व स्वास्थ्य संगठन' (WHO) द्वारा निर्धारित स्वीकार्य सीमा से काफी अधिक है।

2. परिकल्पना–2 (H2): भूजल प्रदूषण का स्तर उन क्षेत्रों में अधिक है जहाँ जनसंख्या घनत्व ज्यादा है और जहाँ शहरी अपशिष्ट प्रबंधन (Waste Management) की व्यवस्था खराब है।

3. परिकल्पना–3 (H3): दूषित भूजल का उपयोग करने वाले परिवारों में त्वचा रोग, बार–बार होने वाले पेट के संक्रमण और लीवर संबंधी समस्याओं की दर, उन परिवारों की तुलना में काफी अधिक है जो शुद्ध जल का उपयोग करते हैं।

4. परिकल्पना–4 (H4): सामाजिक–आर्थिक रूप से पिछड़े वर्ग के लोग अधिक जोखिम में हैं क्योंकि उनके पास जल शुद्धिकरण के आधुनिक साधनों का अभाव है और वे पूरी तरह से सार्वजनिक हैंडपंपों पर निर्भर हैं।

5. शोध पद्धति (Research Methodology)

इस शोध में दरभंगा शहर की भौगोलिक और जनसांख्यिकीय जटिलता को देखते हुए 'मिश्रित शोध पद्धति' (Mixed Method Approach) का उपयोग किया गया है।

अध्ययन क्षेत्र का चयन: दरभंगा नगर निगम के 48 वार्डों को तीन क्षेत्रों में विभाजित किया गया:

1. **पुराने शहर के क्षेत्र** : (जैसे लहेरियासराय, बड़ा बाजार) जहाँ पाइपलाइन पुरानी है।
2. **नए विकसित क्षेत्र:** (जैसे बेला, कादिराबाद) जहाँ बोरवेल मुख्य स्रोत हैं।
3. **जलभराव वाले क्षेत्र:** (जैसे चट्टी चौक के पास) जहाँ सीवेज प्रदूषण की संभावना अधिक है।

नमूनाकरण (Sampling):

जल के नमूने: कुल 50 अलग–अलग स्थानों (हैंडपंप, बोरवेल और सार्वजनिक कुओं) से पानी के नमूने एकत्र किए गए। नमूनों को 'नाइट्रिक एसिड' के साथ संरक्षित किया गया ताकि भारी धातुओं का सटीक परीक्षण हो सके।

जनसंख्या नमूना: 200 परिवारों का सर्वेक्षण किया गया ताकि उनके स्वास्थ्य इतिहास और जल के स्रोत के बीच संबंध स्थापित किया जा सके।

प्रयोगशाला विश्लेषण:

आर्सेनिक: 'परमाणु अवशोषण स्पेक्ट्रोफोटोमीटर' (AAS) का उपयोग।

pH और TDS: डिजिटल पीएच मीटर और टीडीएस मीटर द्वारा।

बैक्टीरिया: 'मेम्ब्रेन फिल्ट्रेशन' विधि द्वारा ई.

कोलाई (E-coli) की उपस्थिति की जाँच।

4. परिकल्पना – 4 (H4): सामाजिक–आर्थिक रूप से पिछड़े वर्ग के लोग अधिक जोखिम में हैं क्योंकि उनके पास जल शुद्धिकरण के आधुनिक साधनों का अभाव है और वे पूरी तरह से सार्वजनिक हैंडपंपों पर निर्भर हैं।

आर्सेनिक: दरभंगा के बाहरी क्षेत्रों (जैसे बहेड़ी की ओर) में आर्सेनिक की मात्रा 0.05 mg/L से 0.15mg / L के बीच पाई गई, जो अनुमेय सीमा (0.01 mg /L) से 15 गुना तक अधिक है।

स्वास्थ्य संबंधी विश्लेषण (सर्वेक्षण परिणाम):

त्वचा विकार: सर्वेक्षण में शामिल 15% लोगों ने हथेलियों पर काले धब्बे (Melanosis) और त्वचा के सख्त होने की शिकायत की।

पाचन तंत्र: 45% उत्तरदाताओं ने पिछले एक साल में बार–बार टाइफाइड या दस्त (Diarrhea) होने की पुष्टि की।

कैंसर के मामले: अस्पताल के आंकड़ों के विश्लेषण से पता चला कि शहरी दरभंगा के उन क्षेत्रों से श्गैस्ट्रिक कैंसरश के मामले अधिक रिपोर्ट हो रहे हैं जहाँ भूजल में नाइट्रेट और भारी धातुएं अधिक हैं।

सांख्यिकीय सहसंबंध: डाटा विश्लेषण (SPSS सॉफ्टवेयर के माध्यम से) ने स्पष्ट किया कि जल प्रदूषण और स्वास्थ्य समस्याओं के बीच 0.82 का मजबूत सकारात्मक सहसंबंध (Positive Correlation) है। यानी जैसे–जैसे जल की गुणवत्ता गिर रही है, स्वास्थ्य खर्च और बीमारी की दर बढ़ रही है।

डाटा संग्रहण के उपकरण : एक संरचित प्रश्नावली (Structured Questionnaire) तैयार की गई जिसमें जल के स्वाद, गंध, और परिवार के सदस्यों में होने वाली बीमारियों का विवरण शामिल था।

6. डाटा विश्लेषण (Data Analysis)

एकत्रित किए गए नमूनों के विश्लेषण से निम्नलिखित महत्वपूर्ण परिणाम प्राप्त हुए:

भौतिक–रासायनिक विश्लेषण:

pH स्तर: नमूनों का pH 6.8 से 8.2 के बीच पाया गया, जो सामान्य सीमा के भीतर है।

TDS (कुल घुले हुए ठोस) : 40% नमूनों में TDS 500 mg / L से अधिक था, विशेष रूप से लहेरियासराय और शहरी मलिन बस्तियों (Slums) में।

स्थान(Sampling Station)	pH स्तर	टीडीएस (TDS)	कुल कठोरता mg/L	आयरन (Iron) mg/L	ई. कोलाई (C/100ml)
बेला (Bela)	8.50	372	180	0.71	अनुपस्थित
कादिराबाद (Kadirabad)	8.41	465	240	0.89	1
दरभंगा जंक्शन	8.22	488	280	1.07	2
डोनर (Donar)	8.18	586	340	1.10	2

7. डिस्कशन (Extended Discussion)

डाटा विश्लेषण से प्राप्त परिणाम दरभंगा शहर में भूजल की चिंताजनक स्थिति को दर्शाते हैं। इस खंड में प्रदूषण के प्रमुख कारकों और उनके स्वास्थ्य पर पड़ने वाले प्रभावों का गहरा विश्लेषण किया गया है:

7.1 प्रदूषण के दोहरे कारक (Dual Sources of Contamination):

दरभंगा में प्रदूषण के स्वरूप को दो श्रेणियों में समझा जा सकता है:

भूगर्भीय (Geogenic): दरभंगा गंगा–ब्रह्मपुत्र के मैदानी क्षेत्र में स्थित है। यहाँ की जलोढ़ मिट्टी (Alluvial soil) में प्राकृतिक रूप से आर्सेनिक मौजूद है। जब गहरे बोरवेल से पानी निकाला जाता है, तो ऑक्सीजन के संपर्क और रासायनिक प्रतिक्रियाओं के कारण आर्सेनिक पानी में घुल जाता है।

मानवजनित (Anthropogenic): शहर में ठोस अपशिष्ट प्रबंधन (Solid Waste Management) और सीवरेज प्रणाली की भारी कमी है। पुराने शहर के इलाकों में 'लीचपिट' (Leach pits) और शौचालय के गड्ढे पीने के पानी के पाइपों या उथले हैंडपंपों के बहुत करीब हैं। यह नाइट्रेट और ई–कोलाई जैसे बैक्टीरिया के संदूषण का मुख्य कारण है।

7.2 स्वास्थ्य जोखिम और 'साइलेंट किलर' का प्रभाव :

अध्ययन में पाया गया कि आर्सेनिक एक 'साइलेंट किलर' की तरह काम कर रहा है। इसके लक्षण तुरंत दिखाई नहीं देते, बल्कि 5–10 वर्षों के निरंतर सेवन के बाद प्रकट होते हैं।

आर्सेनिकोसिस: विश्लेषण से स्पष्ट है कि बिरौल और बहेड़ी जैसे सीमावर्ती इलाकों में त्वचा पर काले धब्बे (Pigmentation) और हथेलियों के कड़ा होने के मामले बढ़ रहे हैं।

किडनी और कैंसर: भारी धातुओं का संचय मानव अंगों, विशेषकर किडनी और लीवर को धीरे–धीरे विफल कर रहा है। शोध में पाया गया कि दूषित जल के कारण होने वाला ऑक्सीडेटिव स्ट्रेस कैंसर कोशिकाओं के पनपने का मुख्य आधार बन रहा है।

7.3 सामाजिक–आर्थिक विषमता:

डिस्कशन का एक महत्वपूर्ण पहलू यह है कि प्रदूषण का प्रभाव समाज के सभी वर्गों पर एक समान नहीं है। मध्यम और उच्च वर्ग के लोग RO (Reverse Osmosis) फिल्टर का उपयोग कर रहे हैं, जो आर्सेनिक को काफी हद तक हटा देता है। इसके विपरीत, गरीब आबादी सीधे सार्वजनिक हैंडपंपों पर निर्भर है। यह स्थिति एक 'स्वास्थ्य असमानता' (Health Inequality) पैदा कर रही है, जहाँ गरीबी के कारण लोग दूषित जल पीने को मजबूर हैं।

अल्लमपट्टी (Allapatti)	8.16	640	430	1.18	2
लहेरियासराय कोर्ट	8.46	412	310	0.82	अनुपस्थित
BIS मानक (Limit)	6.5–8.5	500	300	0.30	0

8. निष्कर्ष (Conclusion)

इस विश्लेषणात्मक अध्ययन से यह स्पष्ट होता है कि दरभंगा शहर और इसके उपनगरीय क्षेत्रों में भूजल की स्थिति अत्यंत गंभीर है। शोध के दौरान एकत्रित किए गए डाटा और सांख्यिकीय सहसंबंध (Correlation) यह सिद्ध करते हैं कि:

दरभंगा का भूजल आर्सेनिक और नाइट्रेट जैसे तत्वों से इस हद तक दूषित हो चुका है कि यह मानव उपभोग के लिए असुरक्षित है।

भूजल प्रदूषण का सीधा प्रभाव सार्वजनिक स्वास्थ्य पर पड़ रहा है, जिसके परिणामस्वरूप आर्सेनिकोसिस, चर्म रोग और भविष्य में कैंसर जैसी घातक बीमारियों का खतरा बढ़ गया है।

अध्ययन का सबसे चिंताजनक निष्कर्ष यह है कि प्रदूषण का भार समाज के आर्थिक रूप से कमजोर वर्ग पर सबसे अधिक है, जो शुद्ध पेयजल के विकल्पों से वंचित हैं।

अतः, दरभंगा में जल संकट केवल पानी की कमी का नहीं, बल्कि श्गुणवत्ता के क्षरणश का मुद्दा है, जिस पर तत्काल ध्यान देने की आवश्यकता है।

9. सुझाव (Recommendations)

अध्ययन के आधार पर निम्नलिखित निवारक उपाय सुझाए गए हैं:

1. सतह जल का उपयोग: भूजल पर निर्भरता कम करने के लिए बागमती जैसी नदियों के पानी को उपचारित (Treat) कर पाइपलाइन के माध्यम से पहुँचाया जाना चाहिए।

2. आर्सेनिक रिमूवल फिल्टर: प्रभावित वार्डों में सामुदायिक स्तर पर आर्सेनिक हटाने वाले फिल्टर (Arsenic Removal Plants) लगाए जाने चाहिए।

3. जल परीक्षण प्रयोगशालाएं: नगर निगम स्तर पर सस्ती या निःशुल्क जल परीक्षण सुविधाएं उपलब्ध होनी चाहिए ताकि नागरिक अपने बोरवेल की गुणवत्ता जान सकें।

4. वर्षा जल संचयन (Rainwater Harvesting):
भूजल स्तर को रिचार्ज करने और रसायनों की सांद्रता कम करने के लिए रेनवाटर हार्वेस्टिंग को अनिवार्य किया जाना चाहिए।

7.4 जागरूकता की कमी: सर्वेक्षण के दौरान यह देखा गया कि दरभंगा की 60% आबादी को यह पता ही नहीं है कि उनका पानी श्जहरश बन चुका है। लोगों का मानना है कि यदि पानी साफ दिख रहा है और उसका स्वाद ठीक है, तो वह सुरक्षित है। आर्सेनिक और नाइट्रेट रंगहीन और गंधहीन होते हैं, जिससे यह समस्या और भी घातक हो जाती है।

7.5 भविष्य के खतरे: यदि वर्तमान स्थिति बनी रहती है और भूजल स्तर में गिरावट (Depletion) जारी रहती है, तो रसायनों की सांद्रता (Concentration) और बढ़ेगी। मानसून के दौरान बाढ़ की स्थिति प्रदूषण को और गंभीर बना देती है क्योंकि बाढ़ का गंदा पानी सीधे उथले बोरवेल में प्रवेश कर जाता है।

सन्दर्भ सूची (References)

1. कुमार, एम. एवं सिन्हा, एस. (2021). दरभंगा शहर में भूजल का विश्लेषणात्मक अध्ययन और मानव स्वास्थ्य पर इसका प्रभाव। इकोलॉजी और पर्यावरण विज्ञान पत्रिका, 3(3), 501–505. Ecology Journal.
2. केंद्रीय भूमि जल बोर्ड (CGWB), भारत सरकार (2023). दरभंगा जिला, बिहार – एक्विफर मैपिंग और प्रबंधन योजना रिपोर्ट। राष्ट्रीय जल मिशन. CGWB Darbhanga Report.
3. कुमार, महेश (2020). दरभंगा शहर के जल संसाधनों का भौतिक–रासायनिक विश्लेषण और प्रदूषण का स्तर। इंटरनेशनल जर्नल ऑफ एडवांस्ड एकेडमिक स्टडीज, 2(1), 316–318. All Study Journal.
4. अभिनव, ए., नवीन, एस., कुमार, ए., कुमार, आर., अली, एम., वर्मा, एस. के. एवं घोष, ए. के. (2016). बिहार के दरभंगा जिले में आर्सेनिक की उच्च सांद्रता का प्रसारः स्वास्थ्य मूल्यांकन। जर्नल ऑफ एनवायर्नमेंटल एनालिटिकल टॉक्सिकोलॉजी, 6(410), 1–7. ResearchGate Publication.
5. कुमार, अरुण एवं अन्य (2016). दरभंगा जिले की ग्रामीण आबादी में आर्सेनिक विषाक्तता के लिए भूजल और रक्त के नमूनों का मूल्यांकन। महावीर कैंसर संस्थान एवं अनुसंधान केंद्र, पटना (शोध रिपोर्ट). ResearchGate Source.
6. ठाकुर, जे. के., रोशन, ए. एवं अन्य (2025). बिहार में आर्सेनिक संदूषण की स्थिति और हाइड्रोजियोकेमिकल अंतर्दृष्टिः दो दशकों का विश्लेषण। H2 Open जर्नल, 8(3), 115–124. IWA Publishing.
7. झा, एस. के. एवं मिश्रा, एन. (2019). दरभंगा जिले के बिरौल ब्लॉक के पेयजल में आर्सेनिक का प्रभाव और स्थानीय समुदायों की स्वास्थ्य विसंगतियां। इंटरनेशनल जर्नल ऑफ इनोवेटिव रिसर्च इन साइंस, इंजीनियरिंग एंड टेक्नोलॉजी, 8 (12), 25–30. IJIRSET PDF.