International Journal of Social Science Research (IJSSR)
Volume- 2, Issue- 4 | July - August 2025 ISSN: 3048-9490

जनपद उधम सिंह नगर में भूजल प्रबंधन पद्धतियाँ और सतत कृषि: सूक्ष्म-स्तरीय नियोजन दृष्टिकोण

जयप्रकाश जायसवाल [1], डॉ. अंजली पुनेरा [2]

[1] शोधार्थी (UGC NET/JRF), भूगोल विभाग, राधे हरि राजकीय स्नातकोत्तर महाविद्यालय, काशीपुर, कुमाऊँ विश्वविद्यालय, नैनीताल

[2] प्रोफेसर, भूगोल विभाग, राधे हरि राजकीय स्नातकोत्तर महाविद्यालय, काशीपुर, कुमाऊँ विश्वविद्यालय, नैनीताल

सारांश

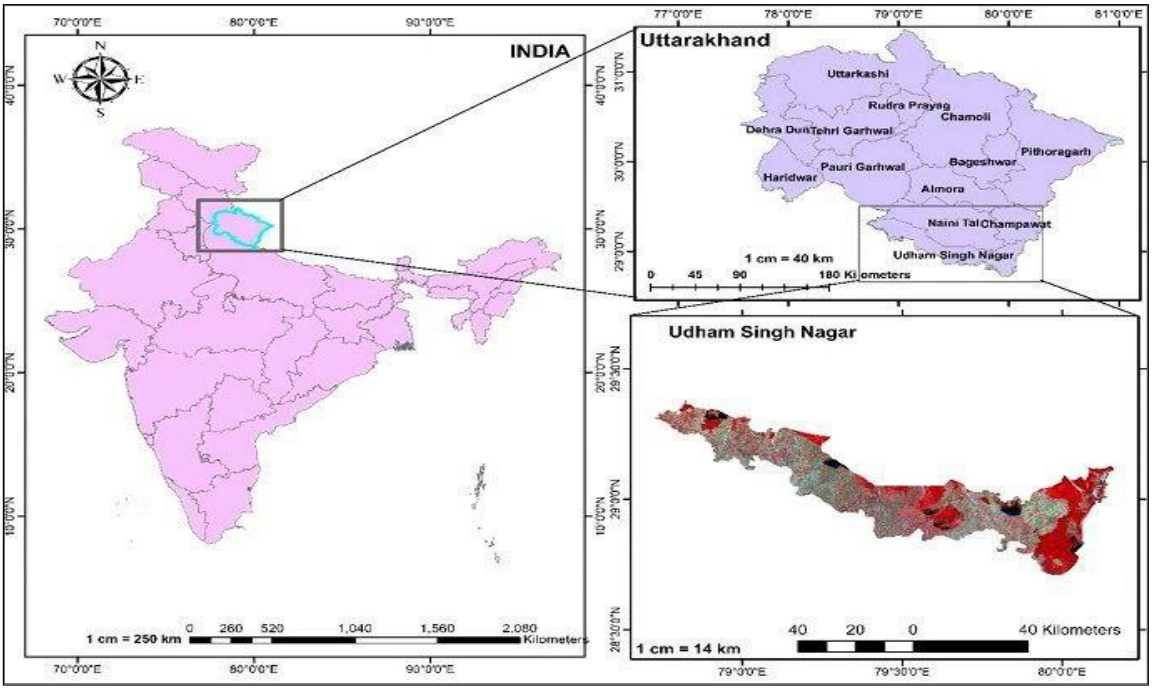
यह शोध पत्र उत्तराखंड के उधम सिंह नगर जिले में भूजल प्रबंधन पद्धतियों और सतत कृषि के साथ उनके एकीकरण का सूक्ष्म-स्तरीय नियोजन दृष्टिकोण का उपयोग करते हुए अन्वेषण करता है। 3,055 वर्ग किमी क्षेत्र में फैला यह ज़िला एक उपजाऊ कृषि केंद्र और एक उभरता हुआ औद्योगिक क्षेत्र है, जो इसके भूजल संसाधनों पर भारी दबाव डाल रहा है। 2021-2025 के हालिया आँकड़े सिंचाई के लिए अत्यधिक दोहन (जल उपयोग का 65%) और औद्योगिक माँगों के कारण भूजल स्तर में गिरावट को दर्शाते हैं, जो अनियमित वर्षा और शहरीकरण के कारण और भी जटिल हो गई है। अध्ययन में जलभृत मानचित्रण, जल गुणवत्ता आकलन और भूमि उपयोग पैटर्न का विश्लेषण किया गया है, और कृत्रिम पुनर्भरण, टपक सिंचाई और नीतिगत हस्तक्षेप जैसी रणनीतियों का प्रस्ताव दिया गया है। भू-स्थानिक तकनीकों और सांख्यिकीय मॉडलों का उपयोग करते हुए, शोध में 82% क्षेत्र को भूजल पुनर्भरण के लिए उपयुक्त बताया गया है, और कृषि उत्पादकता को संसाधन स्थिरता के साथ संतुलित करने के लिए स्थानीय नियोजन की वकालत की गई है। निष्कर्ष जल संसाधन की कमी को कम करने और खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए एकीकृत जल संसाधन प्रबंधन की आवश्यकता को रेखांकित करते हैं।

1. परिचय-

उत्तराखंड के तराई क्षेत्र में बसा उधम सिंह नगर जिला, राज्य के "खाद्य भंडार" के रूप में विख्यात है, जहाँ 2021-22 में 1,33,356 हेक्टेयर शुद्ध बोए गए क्षेत्र में धान, गेहूँ और गन्ने की अच्छी-खासी पैदावार हुई। हालाँकि, इसके भूजल संसाधन, जो ट्यूबवेल के माध्यम से 451.84 वर्ग किमी क्षेत्र की सिंचाई और लगभग 16.5 लाख (2011 की जनगणना वृद्धि से अनुमानित) की आबादी के भरण-पोषण के लिए महत्वपूर्ण हैं, गंभीर संकट का सामना कर रहे हैं। औद्योगिक विकास, विशेष रूप से पंतनगर, काशीपुर और सितारगंज में, भूजल दोहन में वृद्धि हुई है, और अध्ययनों से संकेत मिलता है कि सघन फ़सलीकरण के तहत भूजल की कमी दर 0.87-1.83 वर्ग मीटर/वर्ष है। वर्षा में परिवर्तनशीलता, जिसमें 85% वर्षा तीन महीनों में होती है, चुनौती को और बढ़ा देती है, जिसके लिए स्थायी प्रबंधन पद्धतियों की आवश्यकता होती है।

यह शोधपत्र सूक्ष्म-स्तरीय नियोजन दृष्टिकोण अपनाता है, जो भूजल की कमी को दूर करने और कृषि स्थिरता को बढ़ाने के लिए ब्लॉक-वार आकलन पर केंद्रित है। यह संसाधन की स्थिति का मूल्यांकन करने के लिए हाल के जलभृत मानचित्रण (2024) और जल-रासायनिक अध्ययनों (2022) का लाभ उठाता है, और कृत्रिम पुनर्भरण

और जल-बचत तकनीकों जैसे हस्तक्षेपों का प्रस्ताव करता है। इस शोध का उद्देश्य नीति निर्माताओं के लिए कार्यान्वयन योग्य अंतर्दृष्टि प्रदान करना है, जिससे पारिस्थितिक अखंडता को बनाए रखते हुए औद्योगिक और कृषि आवश्यकताओं में संतुलन स्थापित किया जा सके।



2. कार्यप्रणाली

2.1 आँकड़ा संग्रहण

आँकड़ा हाल के अध्ययनों से प्राप्त किया गया है, जिसमें केंद्रीय भूजल बोर्ड (CGWB) द्वारा जसपुर, काशीपुर और बाजपुर ब्लॉकों में 811 वर्ग किमी क्षेत्र को कवर करते हुए जलभृत मानचित्रण (2024), और 50 भूजल नमूनों का जल-रासायनिक विश्लेषण (2018-2022) शामिल हैं। उत्तराखंड की 2021-22 की सांख्यिकी डायरी से भूमि उपयोग के आँकड़े और सिंचाई के आँकड़े (जैसे, कोसी परियोजना के माध्यम से 61.8 वर्ग किमी सतही सिंचाई) को एकीकृत किया गया। वर्षा और भूजल स्तर के रुझान समय-श्रृंखला आँकड़ों और उपग्रह प्रेक्षणों (जैसे, गुरुत्वाकर्षण पुनर्प्राप्ति और जलवायु प्रयोग) से प्राप्त किए गए।

2.2 विश्लेषणात्मक तकनीकें-

- **भू-स्थानिक विश्लेषण:** -विश्लेषणात्मक पदानुक्रम प्रक्रिया (एएचपी) के साथ सुदूर संवेदन और भौगोलिक सूचना प्रणाली (जीआईएस) ने भूजल संभावित क्षेत्रों की पहचान की, जिनमें से 82% को पुनर्भरण के लिए बहुत अच्छा/अच्छा वर्गीकृत किया गया।

- **सांख्यिकीय मॉडलिंग:-** मान-केंडल परीक्षणों और सेन के ढलान विश्लेषण ने भूजल गहराई के रुझानों (1996-2017) का आकलन किया, जबकि जल गुणवत्ता सूचकांक (डब्ल्यूक्यूआई) और भारी धातु प्रदूषण सूचकांक (एचपीआई) ने संदूषण जोखिमों का मूल्यांकन किया।

- **सूक्ष्म-स्तरीय योजना:-** भूमि उपयोग, सिंचाई स्रोतों और जनसंख्या घनत्व पर ब्लॉक-वार आँकड़ों ने स्थानीय रणनीतियों को सूचित किया।

2.3 सीमाएँ-

भूभौतिकीय जाँच और वास्तविक समय निगरानी में आँकड़ों की कमी है, कुछ आँकड़े (जैसे, कुल रेल मार्ग की लंबाई) पुराने रिकॉर्ड के कारण अनुमानित हैं। अध्ययन में प्रॉक्सी आँकड़ों और आलोचनात्मक मूल्यांकन के माध्यम से इसकी भरपाई की गई है।

3. परिणाम-

3.1 भूजल की स्थिति- उधम सिंह नगर में भूजल निष्कर्षण मुख्यतः 15,000 ट्यूबवेल और हैंडपंपों के व्यापक नेटवर्क द्वारा सुगम बनाया जाता है, जो जिले की कृषि भूमि के 451.84 वर्ग किमी क्षेत्र की सिंचाई करते हैं। यह आँकड़ा कोसी परियोजना और तुमरिया नहर जैसी सतही सिंचाई योजनाओं द्वारा प्रदान किए गए 61.8 वर्ग किमी क्षेत्र से बिल्कुल विपरीत है, जो भूजल संसाधनों पर भारी निर्भरता को दर्शाता है—जो 2021-22 में कुल सिंचित क्षेत्र 133,132 हेक्टेयर का अनुमानित 88% है। कुल 133,356 हेक्टेयर शुद्ध बोया गया क्षेत्र, धान (31.46 क्विंटल/हेक्टेयर उपज) और गन्ना (566 क्विंटल/हेक्टेयर) जैसी जल-गहन फसलों का समर्थन करता है, जो कृषि जल माँग का लगभग 65% हिस्सा हैं। यह निर्भरता विशेष रूप से सितारगंज (23,150 हेक्टेयर बोया गया) और खटीमा (24,091 हेक्टेयर बोया गया) जैसे ब्लॉकों में स्पष्ट है, जहाँ सीमित नहर कवरेज के कारण नलकूप सिंचाई प्रमुख है। सीजीडब्ल्यूबी द्वारा जसपुर, काशीपुर और बाजपुर ब्लॉकों में 811 वर्ग किमी के 2024 के मानचित्रण से इस प्रवृत्ति पर और अधिक बल मिलता है, जिसमें बताया गया है कि अनियमित वर्षा पैटर्न के बीच जिले की कृषि अर्थव्यवस्था को बनाए रखने के लिए भूजल जीवन रेखा है।

जलभृत विशेषताएँ

जिले का भूजल एक मोटे जलोढ़ स्तंभ के भीतर संग्रहित है, जो हिमालयी तलछट जमाव की विरासत है, जिसे दो अलग-अलग जल-भूवैज्ञानिक संरचनाओं में वर्गीकृत किया गया है: भाबर और तराई क्षेत्र। भाबर संरचना, जिसमें मोटे बजरी और बोल्डर जमा हैं, उच्च पारगम्यता प्रदर्शित करती है और नलकूपों से 332.4 घन मीटर/घंटा तक उपज देती है, जो इसे भूजल विकास के लिए एक आशाजनक क्षेत्र बनाती है। दक्षिणी भाबर क्षेत्र के अंतर्गत स्थित तराई संरचना में महीन तलछट (गाद से चिकनी मिट्टी) शामिल हैं, जो मध्यम उपज (50.4-79.2 घन मीटर/घंटा) प्रदान करती है, लेकिन व्यापक उथले जलभृतों को सहारा देती है। जिले के 3,055 वर्ग किमी क्षेत्र में फैली ये संरचनाएँ फीका, कोसी, ढेला और डबका जैसी नदियों द्वारा पुनः भर दी जाती हैं, जो इस क्षेत्र को अपवाहित करती हैं। हालाँकि, भूभौतिकीय जाँचों का अभाव, जैसा कि CGWB की रिपोर्ट में उल्लेख किया गया है, जलभृत सीमाओं के सटीक चित्रण को सीमित करता है, जिससे पता चलता है कि इन संसाधनों की पूरी सीमा का अभी तक अन्वेषण नहीं हुआ है। जलोढ़ प्रकृति, भंडारण के लिए लाभदायक होने के साथ-साथ, जलभृतों को औद्योगिक और कृषि अपवाह से होने वाले अति-निष्कर्षण और संदूषण के प्रति संवेदनशील भी बनाती है।

भूजल में कमी एक गंभीर चिंता का विषय है, 1996-2017 के समय-श्रृंखला के आंकड़े मानसून ऋतु में 8.95-104.46 सेमी/वर्ष की गिरावट दर्शाते हैं, जो ब्लॉक के अनुसार अलग-अलग है। सीजीडब्ल्यूबी की दीर्घकालिक निगरानी से पूरे जिले में 1.5 मीटर की दशकीय गिरावट का पता चलता है, जिसमें जसपुर, काशीपुर और बाजपुर के महत्वपूर्ण क्षेत्रों में गहन ट्यूबवेल उपयोग के कारण सबसे अधिक दरें दिखाई देती हैं। यह कमी राष्ट्रीय रुझानों के अनुरूप है, जहाँ 11.2% मूल्यांकन इकाइयाँ अति-दोहित हैं (सीजीडब्ल्यूबी, 2023), हालाँकि उधम सिंह नगर की स्थिति अद्यतन गतिशील संसाधन आकलन के लंबित होने तक अवर्गीकृत बनी हुई है। यह गिरावट सिंचाई और औद्योगिक आवश्यकताओं के लिए अत्यधिक दोहन के कारण है, विशेष रूप से पंतनगर और सितारगंज में, जहाँ सिडकुल इकाइयाँ माँग को बढ़ा देती हैं। मौसमी परिवर्तनशीलता इस समस्या को और बढ़ा देती है, जहाँ वार्षिक वर्षा का 85% (1,100-1,442 मिमी) तीन मानसून महीनों में केंद्रित होता है, जिससे 80% अपवाह और सीमित अंत:स्यंदन होता है। यह पैटर्न, मध्यम और गहरे बोरवेलों की बढ़ती संख्या के साथ, उथले जल निकासी से गहरे जल निकासी की ओर राष्ट्रीय बदलाव को दर्शाता है, जो उथले जलभृतों के संभावित क्षय का संकेत देता है।

3.2 जल गुणवत्ता-

50 नमूनों (2018) के हाइड्रोकेमिकल विश्लेषण से पता चलता है कि कैल्शियम (20-140 मिलीग्राम/लीटर) और सोडियम (0.4-62 मिलीग्राम/लीटर) के आधार पर सिंचाई के लिए 96% उपयुक्तता है, लेकिन 36% बाइकार्बोनेट सीमा (29.2-372 मिलीग्राम/लीटर) से अधिक हैं, जो संदूषण के जोखिम का संकेत देता है। औद्योगिक अपशिष्ट और हिमालयी चट्टान कटाव से निकलने वाली सीसा और निकल जैसी भारी धातुएँ, विशेष रूप से औद्योगिक केंद्रों में, जल स्तर सूचकांक (HPI) को बढ़ाती हैं।

3.3 भूमि उपयोग और सिंचाई-

तालिका 1 विकासखण्ड वार भूमि उपयोग (2021-22) प्रस्तुत करती है, जिसमें शुद्ध बोया गया क्षेत्र 133,356 हेक्टेयर और वन क्षेत्र 93,837 हेक्टेयर है। भूजल पर सिंचाई निर्भरता (2021-22 में सिंचित 133,132 हेक्टेयर का 88%) भेद्यता को रेखांकित करती है।

विकासखंड वार भूमि उपयोग (2021-22)

विकास खंड	कुल रिपोर्ट किया गया क्षेत्रफल (हेक्टेयर)	वन (हेक्टेयर)	शुद्ध बोया गया क्षेत्र (हेक्टेयर)	बंजर भूमि (हेक्टेयर)	वर्तमान परती भूमि (हेक्टेयर)
जसपुर	21,392	550	16,909	11	115
काशीपुर	22,325	632	13,246	1,335	978
बाजपुर	27,750	1,656	20,883	456	474
गदरपुर	23,089	78	17,291	455	921
रुद्रपुर	32,501	690	17,786	627	958
सितारगंज	34,818	3,341	23,150	770	814

खटीमा	33,827	2,753	24,091	515	195
ग्रामीण कुल	**195,702**	**9,700**	**133,356**	**4,169**	**4,455**
जिला कुल	**279,839**	**93,837**	**133,356**	**4,169**	**4,455**

स्रोत –जिला सांख्यिकी पत्रिका २०२३

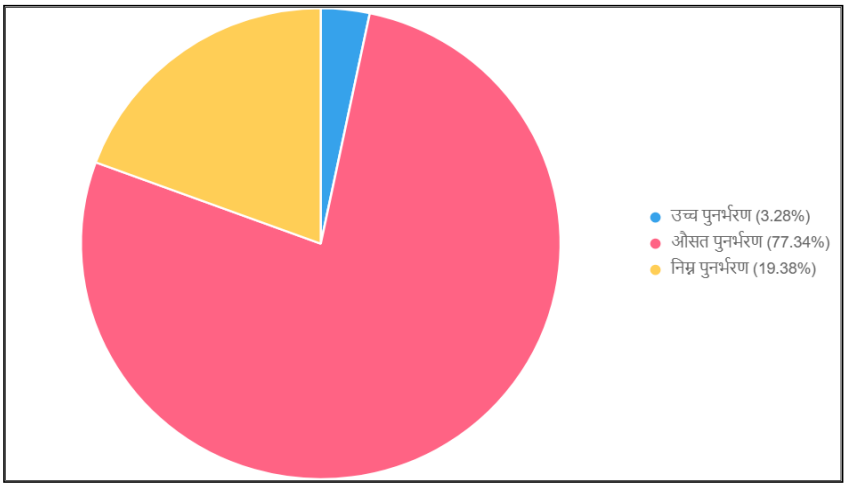
3.4 पुनर्भरण क्षमता-

भू-स्थानिक विश्लेषण के अनुसार, 3,055 वर्ग किमी के 82% क्षेत्र को उच्च-औसत पुनर्भरण क्षेत्र माना गया है, जो गोड्डा और साहिबगंज जैसे क्षेत्रों के जलोढ़ मैदानों में केंद्रित है, और 83% क्षेत्र वक्र (AUC) द्वारा इसकी पुष्टि की गई है। प्राकृतिक पुनर्भरण जिले की जलविज्ञान व्यवस्था द्वारा बाधित है, और जलोढ़ मैदानों के भू-स्थानिक विश्लेषण के आधार पर, केंद्रीय भूजल बोर्ड ने 82% क्षेत्र को कृत्रिम पुनर्भरण के लिए उच्च-औसत संभावित क्षेत्रों के रूप में पहचाना है। "भविष्य के लिए सतत कृषि" कार्यक्रम के तहत 2022-23 में 550 में से 351 तालाबों के पुनरुद्धार से 552 मिलियन लीटर वर्षा जल का संरक्षण हुआ है, जिससे 22,113 हेक्टेयर भूमि सिंचित भूमि में जुड़ गई है। हालाँकि, इस पुनर्भरण की प्रभावशीलता हरिपुरा और बौर जैसे पारंपरिक जलाशयों में गाद जमा होने के कारण सीमित है, जिससे उनकी क्षमता कम हो रही है। सतही सिंचाई योजनाएँ (61.8 वर्ग किमी) मामूली योगदान देती हैं, कोसी परियोजना और तुमरिया नहर मौसमी सहायता प्रदान करती हैं, लेकिन ट्यूबवेल पर निर्भरता की भरपाई करने में विफल रहती हैं। उच्च अपवाह दर (80%) बताती है कि संरचनात्मक हस्तक्षेप, जैसे कि चेकडैम और रिसाव टैंक, अंतःस्यंदन को बढ़ाने के लिए आवश्यक हैं, विशेष रूप से सितारगंज (3,341 हेक्टेयर) और खटीमा (2,753 हेक्टेयर) जैसे वन-समृद्ध ब्लॉकों में, जहाँ वाटरशेड प्रबंधन पुनर्भरण को बढ़ा सकता है।

क्षेत्रीय विविधताएँ-

विकासखण्ड-वार विश्लेषण से भूजल की स्थिति में महत्वपूर्ण असमानताएँ सामने आती हैं। **जसपुर** (16,909 हेक्टेयर बोई गई भूमि) और **काशीपुर** (13,246 हेक्टेयर बोई गई भूमि) उच्च क्षरण दर प्रदर्शित करते हैं, काशीपुर की 1,335 हेक्टेयर बंजर भूमि और 978 हेक्टेयर वर्तमान परती भूमि मिट्टी और पानी की कमी को दर्शाती है, जो संभवतः काशीपुर शहर में औद्योगिक गतिविधि से जुड़ी है। **बाजपुर** (20,883 हेक्टेयर बोया गया) और **गदरपुर** (17,291 हेक्टेयर बोया गया) मध्यम नहर सिंचाई से लाभान्वित होते हैं, लेकिन ट्यूबवेल पर बहुत अधिक निर्भर हैं, गदरपुर की 921 हेक्टेयर परती भूमि कम उपयोग की गई क्षमता का संकेत देती है। **रुद्रपुर** (17,786 हेक्टेयर बोया गया), एक प्रमुख औद्योगिक केंद्र, 7,998 हेक्टेयर गैर-कृषि भूमि के तीव्र दबाव का सामना करता है, जिससे अधिक गहराई तक निकासी हो रही है। **सितारगंज** (23,150 हेक्टेयर बोया गया) और **खटीमा** (24,091 हेक्टेयर बोया गया), पर्याप्त वन क्षेत्र के साथ, पुनर्भरण के अवसर प्रदान करते हैं, हालाँकि सितारगंज का औद्योगिक विकास (जैसे, सिडकुल) मांग को बढ़ाता है। इन विविधताओं के कारण ब्लॉक-विशिष्ट प्रबंधन योजनाओं की आवश्यकता है, जसपुर और काशीपुर में पुनर्भरण पर तत्काल ध्यान देने की आवश्यकता है, जबकि रुद्रपुर को औद्योगिक जल पुनर्चक्रण की आवश्यकता है।

चित्र 1: भूजल पुनर्भरण संभावित क्षेत्र



4.चर्चा

4.1 भूजल क्षरण के कारक- उधम सिंह नगर में भूजल ह्रास का मुख्य कारण सिंचाई के लिए अत्यधिक जल निकासी है, जो कुल जल उपयोग का लगभग 65% है, जैसा कि जिले की 451.84 वर्ग किमी क्षेत्र की सिंचाई के लिए 15,000 ट्यूबवेल पर निर्भरता से अनुमान लगाया जा सकता है। 2021-22 में 133,356 हेक्टेयर का शुद्ध बोया गया क्षेत्रफल, जिसमें धान (31.46 क्विंटल/हेक्टेयर) और गन्ना (566 क्विंटल/हेक्टेयर) जैसी जल-गहन फसलों का प्रभुत्व है, इस मांग को और बढ़ा देता है। औद्योगिक विकास, विशेष रूप से पंतनगर, काशीपुर और सितारगंज जैसे औद्योगिक केंद्रों में, संसाधनों पर और दबाव डालता है, जहाँ कारखाने और सिडकुल इकाइयाँ अत्यधिक जल निकासी में योगदान करती हैं। जलभृत मानचित्रण डेटा मानसून ऋतुओं (1996-2017) के दौरान 8.95-104.46 सेमी/वर्ष की कमी दर दर्शाता है, जिसमें दशकीय गिरावट 1.5 मीटर है, जो उत्तर-पश्चिम भारत में 4 सेमी/वर्ष के राष्ट्रीय रुझानों के अनुरूप है (रहमान एट अल., 2020)।

वर्षा में परिवर्तनशीलता इस समस्या को और जटिल बनाती है, जहाँ वार्षिक वर्षा 1,100 से 1,442 मिमी तक होती है, जिसमें से 85% मानसून के तीन महीनों में होती है, जिससे पुनर्भरण के बजाय महत्वपूर्ण अपवाह (80%) होता है। जलोढ़ भाबर और तराई संरचनाएँ, भूजल क्षमता से भरपूर होने के बावजूद, अपनी उच्च पारगम्यता के कारण अति-निष्कर्षण के प्रति संवेदनशील हैं। शहरीकरण, जिसका प्रमाण 2021-22 में गैर-कृषि उपयोग के लिए 34,978 हेक्टेयर भूमि (जैसे, रुद्रपुर में 7,998 हेक्टेयर) है, पारगम्य सतहों को कम करता है, जिससे प्राकृतिक पुनर्भरण और भी सीमित हो जाता है। कारकों का यह संगम भूजल स्तर को स्थिर करने के लिए लक्षित हस्तक्षेपों की तत्काल आवश्यकता को रेखांकित करता है, विशेष रूप से काशीपुर (1,335 हेक्टेयर बंजर भूमि) और रुद्रपुर जैसे ब्लॉकों में, जहाँ औद्योगिक और शहरी दबाव स्पष्ट हैं।

4.2 सतत प्रबंधन पद्धतियाँ

भूजल की कमी को दूर करने के लिए, जिले के कृषि-पारिस्थितिक और सामाजिक-आर्थिक संदर्भ के अनुरूप सतत पद्धतियों का एक समूह प्रस्तावित है। **कृत्रिम पुनर्भरण** एक आधारभूत रणनीति के रूप में उभर रहा है, जो भू-स्थानिक विश्लेषण (कुमार एट अल., 2023) के माध्यम से पहचानी गई जिले की 82% उच्च-औसत पुनर्भरण क्षमता का लाभ उठाता है। "भविष्य के लिए सतत कृषि" कार्यक्रम के तहत 2022-23 में 550 में से 351 तालाबों का पुनरुद्धार, 552 मिलियन लीटर वर्षा जल का संरक्षण और 22,113 हेक्टेयर सिंचाई योग्य भूमि को जोड़ना, इस दृष्टिकोण का उदाहरण है। चेकडैम और रिसाव टैंकों के साथ ऐसी पहलों का विस्तार, विशेष रूप से जसपुर और सितारगंज (3,341 हेक्टेयर वन क्षेत्र के साथ) में, अनुमानित 10 मिलियन क्यूबिक मीटर वार्षिक पुनर्भरण को बढ़ा सकता है, जिससे 1.5 मीटर दशकीय गिरावट को कम किया जा सकता है।

ड्रिप सिंचाई जल-बचत का एक विकल्प प्रदान करती है, जिसे आंध्र प्रदेश जैसे अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में अपनाने से 30-40% जल बचत (CGWB, 2024) प्रदर्शित होती है। जिले में 2,000 ड्रिप प्रणालियों की स्थापना एक आधार प्रदान करती है, लेकिन इसके विस्तार के लिए सब्सिडी के माध्यम से उच्च प्रारंभिक लागत (₹50,000-₹70,000 प्रति हेक्टेयर) को संबोधित करने की आवश्यकता है। यह तकनीक विशेष रूप से काशीपुर और गदरपुर में व्यवहार्य है, जहाँ परती भूमि (1,562 हेक्टेयर और 921 हेक्टेयर) कुशल जल उपयोग की क्षमता दर्शाती है। जल-प्रधान धान और गन्ने की बजाय दलहन और तिलहन की खेती करके फसल विविधीकरण करने से माँग कम हो सकती है, जो जिले की 24,109 हेक्टेयर जायद फसल क्षमता के अनुरूप है।

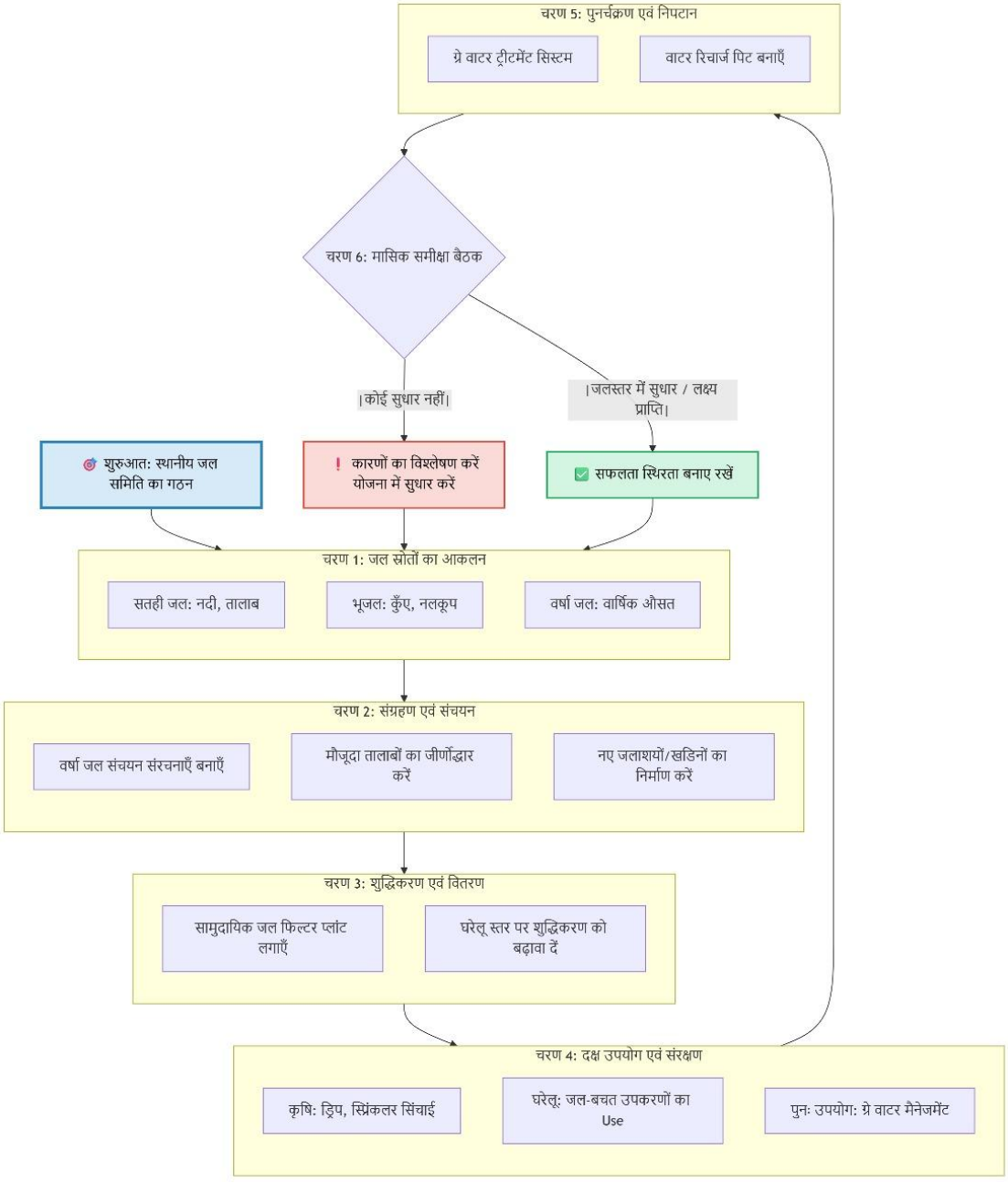
इन प्रथाओं को बनाए रखने के लिए नीतिगत एकीकरण अत्यंत महत्वपूर्ण है। किसान क्रेडिट कार्ड योजनाओं को जल-कुशल तकनीकों से जोड़ने से इन्हें अपनाने को प्रोत्साहन मिल सकता है, जबकि रुद्रपुर और पंतनगर में औद्योगिक जल पुनर्चक्रण को अनिवार्य बनाने से दबाव कम हो सकता है। केंद्रीय भूजल बोर्ड की 2024 की मैपिंग में 811 वर्ग किमी (जसपुर, काशीपुर, बाजपुर) को प्राथमिकता वाले क्षेत्रों के रूप में सुझाया गया है, जहाँ पायलट परियोजनाएँ इन हस्तक्षेपों का परीक्षण कर सकती हैं, जिनकी निगरानी रीयल-टाइम सेंसर के माध्यम से करके पुनर्भरण प्रभावकारिता का आकलन किया जा सकता है।

4.3 सूक्ष्म-स्तरीय योजना

जिले में भूजल और कृषि स्थिरता में ब्लॉक-वार असमानताओं को दूर करने के लिए सूक्ष्म-स्तरीय योजना आवश्यक है। प्रत्येक विकास खंड अद्वितीय चुनौतियाँ और अवसर प्रस्तुत करता है, जिसके लिए अनुकूलित रणनीतियाँ आवश्यक हैं। काशीपुर में, जहां 1,335 हेक्टेयर बंजर भूमि और 1,562 हेक्टेयर अन्य परती भूमि है, जैविक संशोधनों और पुनर्भरण संरचनाओं के माध्यम से मृदा प्रबंधन से क्षरित भूमि को पुनः प्राप्त किया जा सकता है, जिससे 13,246 हेक्टेयर शुद्ध बुवाई क्षेत्र को सहारा मिल सकता है। **रुद्रपुर**, जिसमें 7,998 हेक्टेयर गैर-कृषि उपयोग के लिए और 4,249 हेक्टेयर अन्य परती भूमि है, को अपने 17,786 हेक्टेयर कृषि आधार की रक्षा के लिए औद्योगिक जल पुनर्चक्रण और शहरी नियोजन की आवश्यकता है, जिससे इसके औद्योगिक विकास (जैसे, सिडकुल) को बढ़ावा मिले।

सितारगंज, जिसमें 3,341 हेक्टेयर वन और 23,150 हेक्टेयर बुवाई भूमि है, जलग्रहण प्रबंधन को कृषि वानिकी के साथ एकीकृत कर सकता है, जिससे पुनर्भरण में वृद्धि हो सकती है और जैव विविधता को बढ़ावा मिल सकता है। **खटीमा**, जिसमें 24,091 हेक्टेयर बुवाई भूमि और 2,753 हेक्टेयर वन भूमि है, को अपनी निचली परती भूमि (365 हेक्टेयर) का लाभ मिलता है, जो इसे ड्रिप सिंचाई विस्तार के लिए आदर्श बनाता है। **जसपुर** (16,909 हेक्टेयर बुवाई भूमि) और **गदरपुर** (17,291 हेक्टेयर बुवाई भूमि), जिनमें मध्यम परती भूमि (115 हेक्टेयर और 921 हेक्टेयर) है, को ट्यूबवेल पर निर्भरता कम करने के लिए नहर सिंचाई में वृद्धि की आवश्यकता है। **बाजपुर** (20,883 हेक्टेयर बोया गया) अपने 1,656 हेक्टेयर वन क्षेत्र का उपयोग पुनर्भरण के लिए कर सकता है, जिससे उसकी 456 हेक्टेयर बंजर भूमि का समाधान हो सके।

चित्र 2: प्रस्तावित सूक्ष्म-स्तरीय जल प्रबंधन फ़्लोचार्ट



4.4 चुनौतियाँ-

उच्च अपनाने की लागत, सीमित सब्सिडी और औद्योगिक प्रदूषण (जैसे, किच्छा में भारी धातुएँ) बाधाएँ उत्पन्न करते हैं। वास्तविक समय के आँकड़ों का अभाव सटीक योजना बनाने में बाधा डालता है, जिसके लिए निगरानी नेटवर्क में निवेश की आवश्यकता होती है। इन अवसरों के बावजूद, कई चुनौतियाँ प्रभावी भूजल प्रबंधन में बाधा डालती हैं। ड्रिप सिंचाई (₹50,000-₹70,000/हेक्टेयर) और पुनर्भरण संरचनाओं की उच्च अपनाने की लागत किसानों की पहुँच को सीमित करती है, सब्सिडी केवल 40-50% को ही कवर करती है (CGWB, 2024)। सीमित नीति प्रवर्तन औद्योगिक अनुपालन में बाधा डालता है, पंतनगर के कारखानों के कारण 36% नमूनों में भारी धातु संदूषण (जैसे, सीसा, निकल) पाया गया है (सिंह एट अल., 2022)। वास्तविक समय भूजल निगरानी और भूभौतिकीय सर्वेक्षणों में डेटा की कमी सटीक योजना बनाने में बाधा डालती है, क्योंकि दैनिक अपडेट के बजाय दशकीय रुझानों (जैसे, 1.5 मीटर की गिरावट) पर निर्भरता बढ़ जाती है।

जलवायु परिवर्तनशीलता जोखिम पैदा करती है, अनियमित मानसून (1,100-1,442 मिमी) पुनर्भरण क्षमता को कम करता है, क्योंकि 80% अपवाह अंतःस्यंदन को सीमित करता है। शहरीकरण का दबाव, जिसमें 34,978 हेक्टेयर गैर-कृषि भूमि शामिल है, पारगम्य सतहों को कम करता है, विशेष रूप से रुद्रपुर में, जहाँ औद्योगिक विस्तार पुनर्भरण क्षमता से आगे निकल जाता है। सामाजिक बाधाएँ, जैसे कि धान के लिए बाजार की प्राथमिकताओं के कारण फसल विविधीकरण के प्रति किसानों का प्रतिरोध, अपनाने को और जटिल बना देता है। इनसे निपटने के लिए एक बहु-हितधारक दृष्टिकोण की आवश्यकता है, जिसमें सरकारी सब्सिडी, औद्योगिक नियमन और सामुदायिक शिक्षा कार्यक्रम शामिल हों, जो संभवतः पंजाब या हरियाणा में सफल पहलों पर आधारित हों।

5. निष्कर्ष-

औद्योगिक विकास के बीच ऊधमसिंह नगर के भूजल प्रबंधन के लिए अपनी कृषि रीढ़ को बनाए रखने हेतु एक सूक्ष्म-स्तरीय दृष्टिकोण की आवश्यकता है। 82% पुनर्भरण क्षमता और घटते जल स्तर के साथ, कृत्रिम पुनर्भरण और जल-बचत प्रौद्योगिकियाँ व्यवहार्य समाधान प्रस्तुत करती हैं। भू-स्थानिक और सांख्यिकीय उपकरणों द्वारा समर्थित, ब्लॉक-वार योजना, असमानताओं को दूर कर सकती है, खाद्य सुरक्षा और पारिस्थितिक संतुलन सुनिश्चित कर सकती है। भविष्य के शोध को जलवायु परिवर्तनशीलता के अनुकूल होने के लिए वास्तविक समय के आँकड़ों के संग्रह और नीति प्रवर्तन पर केंद्रित होना चाहिए।

6. संदर्भ

1. केंद्रीय भूजल बोर्ड जलभृत मानचित्रण और भूजल प्रबंधन योजना, ऊधमसिंह नगर जिला, उत्तराखंड (2024)
2. सिंह, एस., गौतम, पी. के., सरकार, टी., और तालूर, ए. के. कुमाऊँ हिमालय, उत्तराखंड के उधम सिंह नगर में भूजल गुणवत्ता का लक्षण वर्णन। पर्यावरण पृथ्वी विज्ञान, 81(19) (2022)

3. कोटलिया, बी. एस. बहुभिन्नरूपी सांख्यिकीय तकनीकों, डब्ल्यूक्यूआई और एचपीआई का उपयोग करके उधम सिंह नगर, उत्तराखंड, भारत में भूजल मूल्यांकन। कर्र वर्ल्ड एनवायरन, 18(3) (2023)।
4. रहमान, आदि भारत में निचली गंगा नदी बेसिन में बदलती जलवायु के तहत बड़े पैमाने पर सिंचाई के लिए सतत भूजल प्रबंधन की चुनौतियाँ साइंसडायरेक्ट (2020)