

बदलते जल संसाधन और कृषि विकास की चुनौतियाँ नालन्दा जिला का भौगोलिक विश्लेषण

Aditya Raj¹, Prof. (Dr.) Vibha Singh²

¹Research Scholar, Department of Geography, Magadh University, Bodh Gaya

²Professor, Department of Geography, Gaya College, Gaya

सारांश

जल संसाधन कृषि विकास एवं ग्रामीण अर्थव्यवस्था की आधारशिला माने जाते हैं। भारत जैसे कृषि प्रधान देश में जल की उपलब्धता कृषि उत्पादन, खाद्य सुरक्षा तथा सामाजिक-आर्थिक विकास को प्रत्यक्ष रूप से प्रभावित करती है। प्रस्तुत शोध पत्र “बदलते जल संसाधन और कृषि विकास की चुनौतियाँ : नालन्दा जिला का भौगोलिक विश्लेषण” में बिहार के नालन्दा जिले में जल संसाधनों की वर्तमान स्थिति, कृषि विकास पर उनके प्रभाव तथा जल प्रबंधन संबंधी चुनौतियों का भौगोलिक अध्ययन किया गया है। अध्ययन में वर्णनात्मक एवं विश्लेषणात्मक शोध पद्धति का उपयोग किया गया है। शोध हेतु द्वितीयक आँकड़े केंद्रीय भूजल बोर्ड (CGWB), बिहार आर्थिक सर्वेक्षण, कृषि विभाग, जल संसाधन विभाग एवं जनगणना रिपोर्टों से प्राप्त किए गए हैं। इसके अतिरिक्त क्षेत्रीय अवलोकन, मानचित्रों एवं सांख्यिकीय विश्लेषण का भी उपयोग किया गया है। नालन्दा जिले की कृषि मुख्यतः मानसूनी वर्षा एवं भूजल आधारित सिंचाई पर निर्भर है। अनियमित मानसून, वर्षा की असमानता, भूजल के अत्यधिक दोहन एवं पारंपरिक जल स्रोतों के क्षरण के कारण कृषि क्षेत्र अनेक चुनौतियों का सामना कर रहा है। जिले में निजी नलकूप एवं बोरवेल आधारित सिंचाई प्रणाली के विस्तार से कृषि उत्पादन एवं बहुफसली कृषि को बढ़ावा मिला है, किन्तु इसके परिणामस्वरूप भूजल स्तर में निरंतर गिरावट दर्ज की जा रही है। अध्ययन में यह भी पाया गया कि सिंचाई सुविधाओं की क्षेत्रीय असमानता कृषि उत्पादकता एवं किसानों की आय को प्रभावित करती है। शोध में यह स्पष्ट किया गया है कि जल संसाधनों का उचित एवं वैज्ञानिक प्रबंधन कृषि विकास की स्थिरता के लिए अत्यंत आवश्यक है। वर्षा जल संचयन, आहर-पईन एवं तालाबों का पुनर्जीवन, ड्रिप सिंचाई जैसी आधुनिक तकनीकों का विस्तार तथा भूजल पुनर्भरण की योजनाएँ जल संकट को कम करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती हैं। अध्ययन में बिहार सरकार द्वारा संचालित “जल-जीवन-हरियाली अभियान” एवं अन्य सिंचाई योजनाओं की उपयोगिता पर भी प्रकाश डाला गया है।

मुख्य शब्द: जल संसाधन, कृषि विकास, भूजल दोहन, सिंचाई, जल प्रबंधन, नालन्दा जिला, कृषि स्थिरता, वर्षा जल संचयन

1. प्रस्तावना

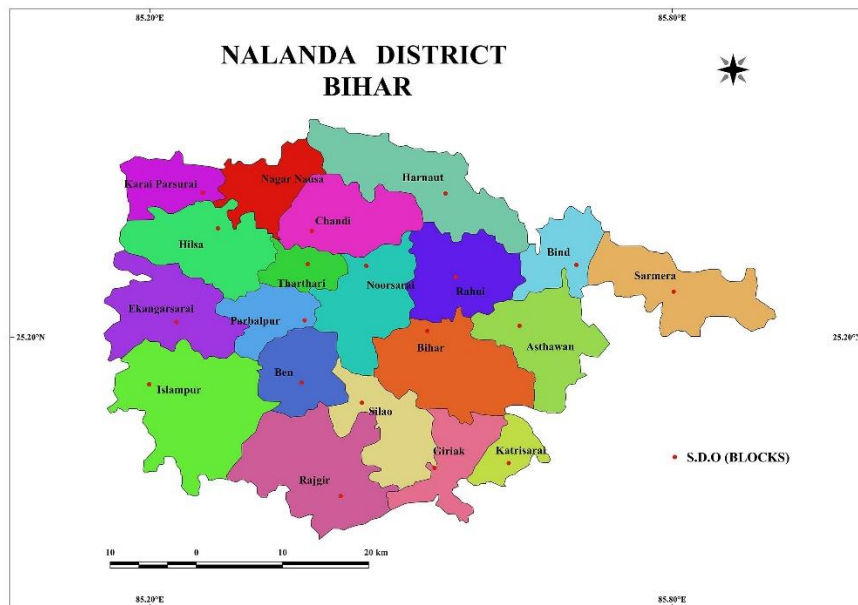
जल पृथ्वी पर जीवन एवं कृषि विकास का मूल आधार है। भारत जैसे कृषि प्रधान देश में जल संसाधनों की उपलब्धता कृषि उत्पादन, खाद्य सुरक्षा तथा ग्रामीण अर्थव्यवस्था को प्रत्यक्ष रूप से प्रभावित करती है (Singh, 2021)। बिहार राज्य की अर्थव्यवस्था मुख्यतः कृषि पर आधारित है तथा नालन्दा जिला राज्य के प्रमुख कृषि उत्पादक क्षेत्रों में सम्मिलित है, जहाँ धान, गेहूँ, मक्का, दलहन एवं सब्जियों की व्यापक खेती की जाती है (Government of Bihar, 2023)। जिले की कृषि प्रणाली मुख्यतः मानसूनी वर्षा एवं भूजल आधारित सिंचाई पर निर्भर है। हरित क्रांति के बाद निजी नलकूपों एवं बोरवेल आधारित सिंचाई का विस्तार हुआ, जिससे कृषि उत्पादन में वृद्धि हुई, किन्तु भूजल दोहन भी तेजी से बढ़ा (Kumar & Verma, 2020)।

नालन्दा जिले की भौगोलिक संरचना, नदियाँ एवं पारंपरिक जल संरचनाएँ जैसे आहर-पईन, तालाब एवं पोखर लंबे समय तक जल संरक्षण एवं सिंचाई के प्रमुख साधन रहे हैं, किन्तु वर्तमान समय में इनका महत्व घटता जा रहा है (CGWB, 2022)। अनियमित मानसून, वर्षा की असमानता, जलवायु परिवर्तन एवं अत्यधिक भूजल दोहन के कारण जिले में जल संकट की समस्या गंभीर होती जा रही है। इससे कृषि उत्पादन, फसल प्रतिरूप एवं किसानों की आय प्रभावित हो रही है। विशेष रूप से सब्जी एवं व्यावसायिक खेती के विस्तार से सिंचाई जल की मांग बढ़ी है, जिसके कारण भूजल स्तर में लगातार गिरावट देखी जा रही है (Ravish et al., 2018)। जलवायु परिवर्तन के कारण सूखा, बाढ़ एवं अनियमित वर्षा जैसी परिस्थितियाँ कृषि क्षेत्र को अधिक जोखिमपूर्ण बना रही हैं। यदि जल संसाधनों का वैज्ञानिक एवं संतुलित प्रबंधन नहीं किया गया, तो भविष्य में कृषि उत्पादन एवं खाद्य सुरक्षा पर गंभीर प्रभाव पड़ सकता है। इन समस्याओं के समाधान हेतु बिहार सरकार द्वारा “जल-जीवन-हरियाली अभियान” के अंतर्गत वर्षा जल संचयन, तालाबों एवं आहर-पईन के पुनर्जीवन तथा सूक्ष्म सिंचाई तकनीकों को बढ़ावा दिया जा रहा है (Water Resources Department, Bihar, 2023)। अतः नालन्दा जिले में जल संसाधनों एवं कृषि विकास के मध्य संबंधों का अध्ययन सतत कृषि विकास एवं प्रभावी जल प्रबंधन की दृष्टि से अत्यंत महत्वपूर्ण है।

2. अध्ययन क्षेत्र का परिचय

Nalanda district बिहार राज्य के दक्षिणी भाग में स्थित एक महत्वपूर्ण जिला है, जो ऐतिहासिक, सांस्कृतिक, शैक्षणिक एवं कृषि दृष्टि से विशेष महत्व रखता है। प्राचीन Nalanda University के कारण यह जिला विश्व स्तर पर प्रसिद्ध रहा है, जबकि वर्तमान समय में यह बिहार की कृषि अर्थव्यवस्था में महत्वपूर्ण योगदान प्रदान करता है। जिले का मुख्यालय बिहारशरीफ है तथा इसका गठन 9 नवम्बर 1972 को किया गया था (Government of Bihar, 2023)। भौगोलिक दृष्टि से यह जिला 25°00' से 25°30' उत्तरी अक्षांश तथा 85°00' से 85°45' पूर्वी देशांतर के मध्य स्थित है तथा इसका कुल क्षेत्रफल लगभग 2367 वर्ग किलोमीटर है (District Census Handbook, Nalanda, 2011)। जिले की समतल भू-आकृति, उपजाऊ जलोढ़ मिट्टी एवं अनुकूल जलवायु कृषि के लिए अत्यंत उपयुक्त मानी जाती है। दक्षिणी भाग, विशेषकर राजगीर क्षेत्र, पहाड़ी एवं चट्टानी स्थलाकृति वाला है, जबकि अधिकांश क्षेत्र गंगा के मैदानी भाग से प्रभावित है। जिले में फल्गु, पंचाने, सकरी एवं मोहाने जैसी नदियाँ प्रवाहित होती हैं, जो

कृषि एवं भूजल पुनर्भरण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। इसके अतिरिक्त तालाब, पोखर, आहर एवं पईन जैसी पारंपरिक जल संरचनाएँ लंबे समय तक सिंचाई एवं जल संरक्षण के प्रमुख साधन रही हैं, किन्तु वर्तमान समय में इनका महत्व घटता जा रहा है (CGWB, 2022)।



चित्र 1: नालंदा जिला का विस्तृत मानचित्र

नालन्दा जिले की जलवायु उपोष्णकटिबंधीय है तथा औसत वार्षिक वर्षा लगभग 1000–1200 मिमी के मध्य पाई जाती है, जिसका अधिकांश भाग दक्षिण-पश्चिम मानसून से प्राप्त होता है (Indian Meteorological Department, 2022)। जिले की अर्थव्यवस्था मुख्यतः कृषि आधारित है तथा अधिकांश जनसंख्या कृषि एवं पशुपालन पर निर्भर है। यहाँ धान, गेहूँ, मक्का, दलहन एवं विभिन्न प्रकार की सब्जियों की खेती व्यापक रूप से की जाती है। हरित क्रांति के पश्चात निजी नलकूप एवं बोरवेल आधारित सिंचाई के विस्तार से कृषि उत्पादन में वृद्धि हुई, किन्तु भूजल पर अत्यधिक निर्भरता भी बढ़ी है (Ravish et al., 2018)। वर्तमान समय में अनियमित मानसून, भूजल स्तर में गिरावट, पारंपरिक जल स्रोतों का क्षरण एवं जलवायु परिवर्तन जैसी समस्याएँ कृषि विकास के लिए गंभीर चुनौती बन चुकी हैं। इन समस्याओं के समाधान हेतु बिहार सरकार द्वारा “जल-जीवन-हरियाली अभियान” के अंतर्गत वर्षा जल संचयन, तालाबों के पुनर्जीवन एवं सूक्ष्म सिंचाई तकनीकों को बढ़ावा दिया जा रहा है, ताकि जल संसाधनों का सतत प्रबंधन सुनिश्चित किया जा सके (Water Resources Department, Bihar, 2023)।

3. अध्ययन के उद्देश्य

किसी भी शोध कार्य की सफलता उसके उद्देश्यों की स्पष्टता पर निर्भर करती है। प्रस्तुत अध्ययन “बदलते जल संसाधन और कृषि विकास की चुनौतियाँ: नालन्दा जिला का भौगोलिक विश्लेषण” का मुख्य उद्देश्य नालन्दा जिले में जल संसाधनों की बदलती स्थिति तथा उसके कृषि विकास पर पड़ने वाले प्रभावों का वैज्ञानिक एवं भौगोलिक अध्ययन करना है। वर्तमान समय में जल संकट, भूजल दोहन, अनियमित वर्षा

तथा जलवायु परिवर्तन जैसी समस्याएँ कृषि क्षेत्र के लिए गंभीर चुनौती बन चुकी हैं। इन परिस्थितियों में जल संसाधनों एवं कृषि विकास के मध्य अंतर्संबंधों को समझना अत्यंत आवश्यक हो जाता है। नालन्दा जिला बिहार के प्रमुख कृषि क्षेत्रों में से एक है, जहाँ कृषि उत्पादन मुख्यतः मानसूनी वर्षा एवं भूजल आधारित सिंचाई प्रणाली पर निर्भर करता है। जिले में सिंचाई सुविधाओं के विस्तार ने कृषि उत्पादन में वृद्धि की है, किन्तु इसके साथ-साथ भूजल स्तर में गिरावट एवं जल संकट की समस्या भी उत्पन्न हुई है। इस अध्ययन के माध्यम से जल संसाधनों की वर्तमान स्थिति, सिंचाई व्यवस्था, कृषि विकास एवं जल प्रबंधन से संबंधित समस्याओं का विस्तृत विश्लेषण किया जाएगा। अध्ययन के प्रमुख उद्देश्य निम्नलिखित हैं—

1. नालन्दा जिले में जल संसाधनों की वर्तमान स्थिति का अध्ययन करना

इस उद्देश्य के अंतर्गत जिले में उपलब्ध सतही एवं भूजल संसाधनों की स्थिति का विश्लेषण किया जाएगा। फल्गु, पंचाने, सकरी एवं अन्य नदियों, तालाबों, आहर-पईन तथा भूजल स्रोतों की उपलब्धता एवं उपयोग का अध्ययन किया जाएगा। साथ ही वर्षा की मात्रा, जल वितरण एवं जल संसाधनों के क्षेत्रीय स्वरूप का भी विश्लेषण किया जाएगा। इसके अतिरिक्त पारंपरिक जल संरचनाओं की वर्तमान स्थिति एवं उनकी उपयोगिता का अध्ययन भी इस उद्देश्य के अंतर्गत शामिल होगा।

2. कृषि विकास पर जल संसाधनों के प्रभाव का विश्लेषण करना

कृषि विकास प्रत्यक्ष रूप से जल उपलब्धता एवं सिंचाई सुविधाओं पर निर्भर करता है। इस उद्देश्य के अंतर्गत यह अध्ययन किया जाएगा कि जिले में जल संसाधनों की उपलब्धता कृषि उत्पादन, फसल प्रतिरूप, बहुफसली कृषि एवं कृषि उत्पादकता को किस प्रकार प्रभावित करती है। साथ ही सिंचाई सुविधाओं के विस्तार से कृषि विकास में हुए परिवर्तनों का विश्लेषण भी किया जाएगा। विशेष रूप से धान, गेहूँ, मक्का एवं सब्जी उत्पादन पर जल संसाधनों के प्रभाव का अध्ययन किया जाएगा।

3. भूजल स्तर में परिवर्तन एवं सिंचाई समस्याओं का अध्ययन करना

वर्तमान समय में नालन्दा जिले में सिंचाई का प्रमुख स्रोत भूजल है। नलकूप एवं बोरवेल के अत्यधिक उपयोग के कारण भूजल स्तर में लगातार गिरावट देखी जा रही है। इस उद्देश्य के अंतर्गत भूजल दोहन, भूजल पुनर्भरण, जल स्तर में परिवर्तन एवं उससे उत्पन्न सिंचाई समस्याओं का अध्ययन किया जाएगा। साथ ही किसानों द्वारा उपयोग किए जाने वाले सिंचाई साधनों, सिंचाई लागत एवं जल संकट से संबंधित समस्याओं का भी विश्लेषण किया जाएगा।

4. जल प्रबंधन एवं कृषि स्थिरता हेतु सुझाव प्रस्तुत करना

अध्ययन का अंतिम उद्देश्य नालन्दा जिले में सतत जल प्रबंधन एवं कृषि स्थिरता के लिए उपयुक्त सुझाव प्रस्तुत करना है। इसके अंतर्गत वर्षा जल संचयन, भूजल पुनर्भरण, आहर-पईन प्रणाली के पुनर्जीवन, तालाबों के संरक्षण तथा ड्रिप सिंचाई जैसी आधुनिक तकनीकों के उपयोग पर बल दिया जाएगा। साथ ही जल संरक्षण संबंधी सरकारी योजनाओं एवं नीतियों की उपयोगिता का भी मूल्यांकन किया जाएगा, ताकि कृषि विकास को अधिक स्थायी एवं पर्यावरणीय दृष्टि से संतुलित बनाया जा सके।

4. शोध पद्धति (Research Methodology)

किसी भी शोध कार्य की विश्वसनीयता एवं वैज्ञानिकता उसके द्वारा अपनाई गई शोध पद्धति पर निर्भर करती है। प्रस्तुत अध्ययन “बदलते जल संसाधन और कृषि विकास की चुनौतियाँ : नालन्दा जिला का भौगोलिक विश्लेषण” में भौगोलिक, सामाजिक एवं कृषि संबंधी तथ्यों के वैज्ञानिक अध्ययन हेतु वर्णनात्मक (Descriptive) एवं विश्लेषणात्मक (Analytical) शोध पद्धति का उपयोग किया गया है। अध्ययन का उद्देश्य नालन्दा जिले में जल संसाधनों की वर्तमान स्थिति, कृषि विकास पर उनके प्रभाव, भूजल स्तर में परिवर्तन तथा सिंचाई समस्याओं का विश्लेषण करना है। इसके लिए गुणात्मक एवं मात्रात्मक दोनों प्रकार की शोध तकनीकों को अपनाया गया है।

इस शोध में मुख्यतः द्वितीयक आँकड़ों (Secondary Data) का उपयोग किया गया है। अध्ययन हेतु आवश्यक आँकड़े विभिन्न सरकारी विभागों, प्रकाशित रिपोर्टों, जनगणना आँकड़ों, शोध पत्रों तथा संस्थागत स्रोतों से संकलित किए गए हैं। द्वितीयक आँकड़ों के माध्यम से जिले की भौगोलिक स्थिति, वर्षा, भूजल स्तर, सिंचाई व्यवस्था, फसल उत्पादन एवं कृषि विकास से संबंधित सूचनाओं का विश्लेषण किया गया है। इन आँकड़ों का उपयोग तालिकाओं, मानचित्रों एवं सांख्यिकीय विश्लेषण के माध्यम से किया गया है, ताकि अध्ययन को अधिक वैज्ञानिक एवं प्रमाणिक बनाया जा सके।

अध्ययन में उपयोग किए गए प्रमुख आँकड़ा स्रोत निम्नलिखित हैं—

1. **भारत की जनगणना (Census of India, 2011):** जिले की जनसंख्या, ग्रामीण-शहरी संरचना, कृषि पर निर्भर जनसंख्या तथा सामाजिक-आर्थिक स्थिति से संबंधित आँकड़े जनगणना रिपोर्ट से प्राप्त किए गए हैं।
2. **केंद्रीय भूजल बोर्ड (CGWB) की रिपोर्टें:** भूजल स्तर, भूजल पुनर्भरण, जल दोहन एवं जल संसाधनों की स्थिति से संबंधित आँकड़े केंद्रीय भूजल बोर्ड की रिपोर्टों से संकलित किए गए हैं।
3. **बिहार आर्थिक सर्वेक्षण (Economic Survey of Bihar):** कृषि उत्पादन, सिंचाई, सरकारी योजनाओं एवं कृषि विकास से संबंधित आँकड़े बिहार सरकार के आर्थिक सर्वेक्षण से प्राप्त किए गए हैं।
4. **जल संसाधन विभाग, बिहार सरकार:** नहर, तालाब, आहर-पईन प्रणाली, जल संरक्षण योजनाओं एवं सिंचाई परियोजनाओं से संबंधित सूचनाएँ जल संसाधन विभाग की वार्षिक रिपोर्टें एवं आधिकारिक दस्तावेजों से प्राप्त की गई हैं।
5. **कृषि विभाग एवं कृषि अनुसंधान संस्थान:** फसल प्रतिरूप, कृषि उत्पादकता एवं सिंचाई आधारित कृषि विकास से संबंधित आँकड़े कृषि विभाग एवं ICAR-CRIDA जैसी संस्थाओं की रिपोर्टों से संकलित किए गए हैं।

6. **शोध पत्र एवं पुस्तकें:** जल संसाधन, भूजल दोहन, कृषि विकास एवं भौगोलिक अध्ययन से संबंधित विभिन्न राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय शोध पत्रों, पुस्तकों एवं जर्नलों का उपयोग सैद्धांतिक आधार एवं तुलनात्मक अध्ययन के लिए किया गया है।

प्रस्तुत अध्ययन में क्षेत्रीय अवलोकन को भी विशेष महत्व दिया गया है। नालन्दा जिले के विभिन्न प्रखंडों में कृषि एवं जल संसाधनों की वास्तविक स्थिति का अवलोकन किया गया। इसके अंतर्गत किसानों द्वारा उपयोग किए जाने वाले सिंचाई साधनों, भूजल आधारित सिंचाई, तालाबों एवं आहर-पईन प्रणाली की स्थिति तथा कृषि संबंधी समस्याओं का अध्ययन किया गया। क्षेत्रीय अवलोकन के माध्यम से प्राप्त जानकारी ने द्वितीयक आँकड़ों की पुष्टि करने एवं अध्ययन को व्यावहारिक स्वरूप प्रदान करने में सहायता की।

शोध में तुलनात्मक एवं विश्लेषणात्मक दृष्टिकोण को अपनाते हुए जल संसाधनों एवं कृषि विकास के मध्य संबंधों का अध्ययन किया गया है। विभिन्न वर्षों के आँकड़ों की तुलना कर यह विश्लेषण किया गया कि भूजल स्तर, वर्षा एवं सिंचाई सुविधाओं में परिवर्तन ने कृषि उत्पादन एवं फसल प्रतिरूप को किस प्रकार प्रभावित किया है। इसके अतिरिक्त जल संकट एवं सिंचाई समस्याओं के कारण कृषि क्षेत्र में उत्पन्न चुनौतियों का भी विश्लेषण किया गया है।

5. नालन्दा जिले में जल संसाधनों की स्थिति

नालन्दा जिला बिहार के उन प्रमुख कृषि क्षेत्रों में सम्मिलित है जहाँ कृषि व्यवस्था प्रत्यक्ष रूप से जल संसाधनों पर निर्भर करती है। जिले की अधिकांश जनसंख्या ग्रामीण क्षेत्रों में निवास करती है तथा कृषि एवं कृषि आधारित गतिविधियों से जुड़ी हुई है। यहाँ जल संसाधनों का स्वरूप बहुआयामी है, जिसमें वर्षा आधारित जल संसाधन, भूजल संसाधन तथा पारंपरिक जल संरचनाएँ प्रमुख हैं। जिले की कृषि प्रणाली मुख्यतः मानसूनी वर्षा एवं भूजल आधारित सिंचाई पर निर्भर करती है।

तालिका 1: नालन्दा जिले में जल संसाधनों के प्रमुख स्रोत

जल स्रोत	उपयोग	वर्तमान स्थिति
वर्षा जल	कृषि	अनियमित
भूजल	सिंचाई	अत्यधिक दोहन
तालाब	सिंचाई/घरेलू	घटता उपयोग
आहर-पईन	जल संरक्षण	पुनर्जीवन की आवश्यकता
नदियाँ	सिंचाई	मौसमी प्रभाव

Source: CGWB, 2022

पिछले कुछ दशकों में जल संसाधनों की उपलब्धता एवं उपयोग की स्थिति में महत्वपूर्ण परिवर्तन देखने को मिला है। बढ़ती जनसंख्या, कृषि विस्तार, सिंचाई की बढ़ती आवश्यकता, जलवायु परिवर्तन तथा भूजल के अत्यधिक दोहन ने जिले में जल संकट की समस्या को गंभीर बना दिया है। नालन्दा जिले में जल संसाधनों की स्थिति का अध्ययन कृषि विकास एवं ग्रामीण अर्थव्यवस्था को समझने के लिए अत्यंत आवश्यक है।

5.1 वर्षा आधारित जल संसाधन

नालन्दा जिले की कृषि मुख्यतः मानसूनी वर्षा पर आधारित है तथा जिले में दक्षिण-पश्चिम मानसून से औसतन 1000 से 1200 मिमी वार्षिक वर्षा प्राप्त होती है, जिसका अधिकांश भाग जून से सितंबर के बीच होता है (Indian Meteorological Department, 2022)। खरीफ फसलों, विशेषकर धान उत्पादन, के लिए यह वर्षा अत्यंत महत्वपूर्ण मानी जाती है। जिले की कृषि प्रणाली वर्षा की मात्रा एवं समय पर अत्यधिक निर्भर करती है; समय पर एवं पर्याप्त वर्षा होने पर कृषि उत्पादन में वृद्धि होती है, जबकि अल्पवृष्टि अथवा अनियमित मानसून की स्थिति में उत्पादन प्रभावित हो जाता है। हाल के वर्षों में मानसून की अनिश्चितता एवं वर्षा वितरण में असमानता के कारण किसानों को अनेक समस्याओं का सामना करना पड़ रहा है। कई बार देर से मानसून आने के कारण धान की रोपाई प्रभावित होती है, जबकि कम वर्षा होने पर खेतों में नमी की कमी उत्पन्न हो जाती है। दूसरी ओर कुछ क्षेत्रों में अत्यधिक वर्षा के कारण जल जमाव एवं बाढ़ जैसी स्थितियाँ भी उत्पन्न हो जाती हैं, जिससे कृषि उत्पादकता एवं किसानों की आर्थिक स्थिति पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है (ICAR-CRIDA, 2013)। जलवायु परिवर्तन के प्रभावों के कारण वर्षा की प्रकृति में भी परिवर्तन देखा जा रहा है। वर्तमान समय में अनियमित वर्षा, अचानक भारी वर्षा तथा लंबे शुष्क काल की घटनाएँ बढ़ रही हैं, जिससे कृषि अधिक जोखिमपूर्ण हो गई है। विशेष रूप से छोटे एवं सीमांत किसान, जिनके पास सिंचाई के वैकल्पिक साधन उपलब्ध नहीं हैं, वर्षा की अनिश्चितता से अधिक प्रभावित होते हैं।

तालिका 2: नालन्दा जिले में औसत वार्षिक वर्षा का प्रवृत्ति विश्लेषण (2019–2023)

वर्ष	औसत वर्षा (मिमी)	सामान्य वर्षा से विचलन (%)	कृषि पर प्रभाव
2019	1215	+4.2	सामान्य उत्पादन
2020	1180	+1.8	अच्छी कृषि
2021	980	-15.5	मध्यम उत्पादन
2022	890	-23.2	सूखा जैसी स्थिति
2023	1105	-4.7	संतुलित उत्पादन

Source: Indian Meteorological Department (IMD), Bihar Economic Survey 2023

इन परिस्थितियों में वर्षा जल संचयन (Rainwater Harvesting) एवं जल संरक्षण की आवश्यकता अत्यंत महत्वपूर्ण हो गई है। बिहार सरकार द्वारा “जल-जीवन-हरियाली अभियान” के अंतर्गत वर्षा जल संरक्षण एवं जल संचयन संरचनाओं के विकास पर विशेष बल दिया जा रहा है, ताकि सिंचाई संकट को कम किया जा सके तथा कृषि विकास को स्थायी बनाया जा सके।

5.2 भूजल संसाधन

नालन्दा जिले में सिंचाई का प्रमुख स्रोत भूजल है। हरित क्रांति के पश्चात कृषि उत्पादन में वृद्धि के उद्देश्य से निजी नलकूपों एवं बोरवेल आधारित सिंचाई प्रणाली का तेजी से विकास हुआ, जिसके परिणामस्वरूप वर्तमान समय में जिले के अधिकांश किसान सिंचाई हेतु भूजल पर निर्भर हो चुके हैं। विद्युत एवं डीजल चालित पंपों के माध्यम से खेतों की सिंचाई की जाती है। भूजल आधारित सिंचाई ने कृषि उत्पादन,

बहुफसली कृषि एवं व्यावसायिक खेती को बढ़ावा दिया है, किन्तु इसके अत्यधिक उपयोग ने जल संकट की नई समस्याएँ उत्पन्न कर दी हैं। केंद्रीय भूजल बोर्ड (CGWB) के अनुसार नालन्दा जिले में भूजल संसाधनों की स्थिति अभी "सुरक्षित श्रेणी" में मानी जाती है, किन्तु भूजल दोहन की दर लगातार बढ़ रही है। सिंचाई की बढ़ती आवश्यकता एवं व्यावसायिक कृषि के विस्तार के कारण नलकूपों की संख्या में तेजी से वृद्धि हुई है, जिसके परिणामस्वरूप कई क्षेत्रों में भूजल स्तर में गिरावट दर्ज की गई है। गर्मियों के दौरान जल स्तर काफी नीचे चले जाने से किसानों को अधिक गहराई तक बोरिंग करानी पड़ती है, जिससे सिंचाई लागत बढ़ जाती है। छोटे एवं सीमांत किसान इस समस्या से अधिक प्रभावित होते हैं, क्योंकि उनकी आर्थिक स्थिति अपेक्षाकृत कमजोर होती है। डीजल पंपों के बढ़ते उपयोग से कृषि उत्पादन लागत में वृद्धि हो रही है तथा किसानों के लाभ में कमी आ रही है। भूजल स्तर में गिरावट का प्रभाव केवल कृषि तक सीमित नहीं है, बल्कि इसका प्रभाव पेयजल उपलब्धता एवं पर्यावरणीय संतुलन पर भी पड़ता है। यदि भूजल का अनियंत्रित दोहन जारी रहा, तो भविष्य में जिले को गंभीर जल संकट का सामना करना पड़ सकता है।

तालिका 3: नालन्दा जिले में भूजल स्तर परिवर्तन (2018–2023)

वर्ष	औसत भूजल गहराई (मीटर)	वार्षिक परिवर्तन	स्थिति
2018	6.8	—	सामान्य
2019	7.2	+0.4	गिरावट प्रारंभ
2020	7.8	+0.6	मध्यम गिरावट
2021	8.4	+0.6	गंभीर स्थिति
2022	9.1	+0.7	अत्यधिक दोहन
2023	9.7	+0.6	संकट स्तर

Source: Central Ground Water Board (CGWB), 2022–23

इसलिए भूजल पुनर्भरण (Groundwater Recharge), वर्षा जल संचयन, तालाब निर्माण एवं सूक्ष्म सिंचाई तकनीकों को बढ़ावा देना अत्यंत आवश्यक हो गया है। ड्रिप सिंचाई जैसी तकनीकों के माध्यम से कम जल में अधिक सिंचाई संभव है। साथ ही किसानों को जल के वैज्ञानिक एवं संतुलित उपयोग के प्रति जागरूक करना भी आवश्यक है (Singh, 2021)।

5.3 पारंपरिक जल स्रोत

नालन्दा जिले में पारंपरिक जल संरचनाओं का ऐतिहासिक महत्व रहा है। आहर-पईन, तालाब, पोखर एवं कुएँ लंबे समय तक ग्रामीण कृषि व्यवस्था एवं जल संरक्षण के प्रमुख साधन रहे हैं। विशेषकर दक्षिण बिहार में विकसित आहर-पईन प्रणाली एक प्राचीन एवं वैज्ञानिक जल प्रबंधन प्रणाली मानी जाती है। इस प्रणाली के अंतर्गत वर्षा जल को आहर (जलाशय) में संग्रहित किया जाता था तथा पईन (नहरनुमा संरचना) के माध्यम से खेतों तक पहुँचाया जाता था। यह प्रणाली स्थानीय भौगोलिक परिस्थितियों के अनुकूल विकसित हुई थी तथा जल संरक्षण एवं सिंचाई दोनों के लिए अत्यंत उपयोगी थी (Jha, 2019)।

पूर्व समय में तालाब एवं पोखर ग्रामीण क्षेत्रों में सिंचाई, पशुपालन एवं घरेलू उपयोग के प्रमुख स्रोत थे। ये संरचनाएँ भूजल पुनर्भरण में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाती थीं। किन्तु आधुनिक समय में इन पारंपरिक जल स्रोतों का महत्व धीरे-धीरे कम होता गया। निजी नलकूपों एवं बोरवेल आधारित सिंचाई के विस्तार, अतिक्रमण, उपेक्षा एवं रख-रखाव की कमी के कारण अनेक तालाब एवं आहर-पर्दन प्रणाली नष्ट होती जा रही हैं। पारंपरिक जल संरचनाओं के क्षरण का प्रतिकूल प्रभाव जल संरक्षण एवं कृषि व्यवस्था पर पड़ा है। जहाँ पहले वर्षा जल का संचयन प्राकृतिक रूप से हो जाता था, वहीं अब अधिकांश वर्षा जल बहकर नदियों में चला जाता है। इससे भूजल पुनर्भरण की प्रक्रिया कमजोर हुई है तथा जल संकट की समस्या बढ़ी है।

इस प्रकार नालन्दा जिले में पारंपरिक जल स्रोत न केवल ऐतिहासिक दृष्टि से महत्वपूर्ण हैं, बल्कि वर्तमान समय में जल संरक्षण एवं कृषि स्थिरता के लिए भी अत्यंत आवश्यक हैं। यदि इन जल संरचनाओं का पुनर्जीवन एवं वैज्ञानिक प्रबंधन किया जाए, तो जल संकट की समस्या को काफी हद तक कम किया जा सकता है।

6. कृषि विकास की प्रमुख चुनौतियाँ

नालन्दा जिला बिहार के प्रमुख कृषि उत्पादक क्षेत्रों में सम्मिलित है, जहाँ अधिकांश जनसंख्या प्रत्यक्ष अथवा अप्रत्यक्ष रूप से कृषि पर निर्भर करती है। जिले की अर्थव्यवस्था का आधार कृषि होने के कारण जल संसाधनों की उपलब्धता एवं सिंचाई व्यवस्था कृषि विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। पिछले कुछ दशकों में आधुनिक कृषि तकनीकों, उच्च उत्पादकता वाली फसलों तथा सिंचाई साधनों के विस्तार से कृषि उत्पादन में वृद्धि हुई है, किन्तु इसके साथ-साथ अनेक नई चुनौतियाँ भी उत्पन्न हुई हैं।

वर्तमान समय में नालन्दा जिले की कृषि व्यवस्था जल संकट, भूजल दोहन, जलवायु परिवर्तन, सिंचाई असमानता एवं बढ़ती कृषि लागत जैसी समस्याओं से प्रभावित हो रही है। ये समस्याएँ न केवल कृषि उत्पादन को प्रभावित कर रही हैं, बल्कि किसानों की सामाजिक एवं आर्थिक स्थिति पर भी प्रतिकूल प्रभाव डाल रही हैं। कृषि विकास की इन चुनौतियों का अध्ययन सतत कृषि विकास एवं जल प्रबंधन की दृष्टि से अत्यंत आवश्यक है।

6.1 सिंचाई की असमान उपलब्धता

नालन्दा जिले में सिंचाई सुविधाओं का वितरण समान नहीं है। जिले के कुछ प्रखंडों में सिंचाई की पर्याप्त सुविधाएँ उपलब्ध हैं, जबकि अनेक ग्रामीण एवं दूरस्थ क्षेत्रों में किसान आज भी मुख्यतः वर्षा आधारित कृषि पर निर्भर हैं। सिंचाई सुविधाओं में यह क्षेत्रीय असमानता कृषि उत्पादन एवं फसल विविधता को प्रभावित करती है।

जिले के बिहारशरीफ, हरनौत, हिलसा एवं इस्लामपुर जैसे क्षेत्रों में निजी नलकूपों एवं भूजल आधारित सिंचाई का अधिक विकास हुआ है, जिसके कारण वहाँ बहुफसली कृषि एवं व्यावसायिक खेती को बढ़ावा मिला है। दूसरी ओर कुछ ग्रामीण क्षेत्रों में सिंचाई सुविधाओं का अभाव पाया जाता है, जहाँ किसान मानसूनी वर्षा पर निर्भर रहते हैं। वर्षा में कमी अथवा अनियमितता की स्थिति में इन क्षेत्रों की कृषि

सर्वाधिक प्रभावित होती है (Government of Bihar, 2023)। सिंचाई असमानता का मुख्य कारण जल संसाधनों का असमान वितरण, आर्थिक विषमता एवं आधुनिक सिंचाई साधनों की सीमित उपलब्धता है। बड़े एवं आर्थिक रूप से सक्षम किसान निजी नलकूप एवं बोरवेल स्थापित कर लेते हैं, जबकि छोटे एवं सीमांत किसानों के पास पर्याप्त संसाधनों का अभाव होता है। इसके परिणामस्वरूप कृषि उत्पादन एवं आय में भी असमानता उत्पन्न होती है।

नहर आधारित सिंचाई प्रणाली जिले में सीमित रूप से विकसित है। अधिकांश सिंचाई भूजल आधारित होने के कारण जिन क्षेत्रों में भूजल उपलब्धता कम है वहाँ सिंचाई संकट अधिक गंभीर हो जाता है। इसके अतिरिक्त कई पारंपरिक जल स्रोत जैसे तालाब एवं आहर-पईन प्रणाली उपेक्षा एवं अतिक्रमण के कारण अपनी उपयोगिता खो चुके हैं, जिससे ग्रामीण क्षेत्रों में सिंचाई समस्याएँ और अधिक बढ़ गई हैं। सिंचाई सुविधाओं की असमान उपलब्धता का प्रभाव सीधे कृषि उत्पादकता पर पड़ता है। जिन क्षेत्रों में पर्याप्त सिंचाई उपलब्ध है वहाँ किसान वर्ष में दो से तीन फसलें उगा पाते हैं, जबकि वर्षा आधारित क्षेत्रों में एक ही फसल पर निर्भरता बनी रहती है। इससे कृषि आय एवं ग्रामीण जीवन स्तर में भी अंतर उत्पन्न होता है।

6.2 भूजल दोहन

नालन्दा जिले में सिंचाई का प्रमुख आधार भूजल है। हरित क्रांति के पश्चात निजी नलकूपों एवं बोरवेल आधारित सिंचाई प्रणाली का तेजी से विस्तार हुआ। वर्तमान समय में जिले के अधिकांश किसान कृषि कार्यों के लिए भूजल पर निर्भर हैं। यद्यपि भूजल आधारित सिंचाई ने कृषि उत्पादन में वृद्धि की है, किन्तु इसके अत्यधिक उपयोग से जल संकट की समस्या गंभीर होती जा रही है। कृषि में डीजल एवं विद्युत चालित पंपों के बढ़ते उपयोग के कारण भूजल स्तर में निरंतर गिरावट दर्ज की जा रही है। विशेष रूप से गर्मी के मौसम में कई क्षेत्रों में जल स्तर काफी नीचे चला जाता है, जिससे किसानों को अधिक गहराई तक बोरिंग करानी पड़ती है। इससे सिंचाई लागत बढ़ जाती है तथा छोटे एवं सीमांत किसान आर्थिक रूप से अधिक प्रभावित होते हैं (CGWB, 2022)।

तालिका 4: प्रमुख फसलों की जल आवश्यकता एवं सिंचाई निर्भरता

फसल	जल आवश्यकता (मिमी)	सिंचाई निर्भरता	भूजल उपयोग स्तर
धान	1200-1500	अत्यधिक	उच्च
गेहूँ	450-650	मध्यम	मध्यम
मक्का	500-700	मध्यम	मध्यम
आलू	550-750	उच्च	उच्च
सब्जियाँ	600-900	अत्यधिक	उच्च

Source: ICAR-CRIDA, Agricultural Water Requirement Report

भूजल दोहन की समस्या का एक प्रमुख कारण जल की बढ़ती मांग है। वर्तमान समय में सब्जी उत्पादन एवं व्यावसायिक कृषि का विस्तार हुआ है, जिनमें अधिक सिंचाई की आवश्यकता होती है। धान जैसी जल-आधारित फसलों की खेती भी भूजल दोहन को बढ़ावा देती है। इसके अतिरिक्त किसानों में जल

संरक्षण एवं वैज्ञानिक सिंचाई तकनीकों के प्रति जागरूकता की कमी भी इस समस्या को बढ़ाती है। भूजल स्तर में गिरावट का प्रभाव केवल कृषि तक सीमित नहीं है, बल्कि पेयजल उपलब्धता एवं पर्यावरणीय संतुलन पर भी पड़ता है। यदि इसी प्रकार अनियंत्रित दोहन जारी रहा, तो भविष्य में जिले को गंभीर जल संकट का सामना करना पड़ सकता है। भूजल दोहन के कारण मिट्टी की नमी क्षमता एवं प्राकृतिक जल पुनर्भरण प्रणाली भी प्रभावित होती है।

6.3 जलवायु परिवर्तन

वर्तमान समय में जलवायु परिवर्तन कृषि क्षेत्र के लिए वैश्विक स्तर पर एक गंभीर चुनौती बन चुका है। नालन्दा जिला भी इस समस्या से अछूता नहीं है। तापमान में वृद्धि, अनियमित मानसून, अल्पवृष्टि, अत्यधिक वर्षा एवं प्राकृतिक आपदाओं की बढ़ती घटनाओं ने कृषि प्रणाली को प्रभावित किया है। जिले की कृषि मुख्यतः मानसूनी वर्षा पर निर्भर करती है। यदि मानसून समय पर न आए अथवा वर्षा की मात्रा कम हो, तो धान जैसी खरीफ फसलों की बुआई एवं उत्पादन प्रभावित हो जाता है। दूसरी ओर अत्यधिक वर्षा एवं जल जमाव की स्थिति फसलों को नुकसान पहुँचाती है। इस प्रकार सूखा एवं बाढ़ दोनों स्थितियाँ किसानों के लिए गंभीर चुनौती बनती जा रही हैं (ICAR-CRIDA, 2013)।

जलवायु परिवर्तन के कारण मौसम चक्र में अस्थिरता देखी जा रही है। पहले जहाँ वर्षा अपेक्षाकृत नियमित होती थी, वहीं वर्तमान समय में अचानक भारी वर्षा एवं लंबे शुष्क काल की घटनाएँ बढ़ गई हैं। इससे कृषि कार्यों की योजना प्रभावित होती है तथा किसानों के लिए जोखिम बढ़ जाता है। तापमान वृद्धि का प्रभाव गेहूँ एवं दलहन जैसी रबी फसलों पर भी देखा जा रहा है। अधिक तापमान के कारण फसलों की वृद्धि अवधि कम हो जाती है तथा उत्पादन में कमी आती है। इसके अतिरिक्त जलवायु परिवर्तन के कारण कीट एवं रोगों का प्रकोप भी बढ़ रहा है, जिससे कृषि उत्पादन प्रभावित हो रहा है।

छोटे एवं सीमांत किसान जलवायु परिवर्तन से सबसे अधिक प्रभावित होते हैं, क्योंकि उनके पास सिंचाई के वैकल्पिक साधन, आधुनिक तकनीक एवं आर्थिक संसाधनों का अभाव होता है। इसलिए जलवायु अनुकूल कृषि तकनीकों, सूखा सहनशील बीजों एवं आधुनिक सिंचाई प्रणालियों को बढ़ावा देना आवश्यक हो गया है।

6.4 कृषि लागत में वृद्धि

नालन्दा जिले में कृषि विकास की एक प्रमुख चुनौती कृषि लागत में निरंतर वृद्धि है। वर्तमान समय में कृषि कार्यों में सिंचाई, उर्वरक, बीज, डीजल एवं कृषि मशीनों पर होने वाला खर्च लगातार बढ़ रहा है। विशेष रूप से सिंचाई व्यवस्था कृषि लागत का महत्वपूर्ण भाग बन चुकी है।

भूजल स्तर में गिरावट के कारण किसानों को अधिक गहराई तक बोरिंग करानी पड़ती है, जिससे प्रारंभिक निवेश बढ़ जाता है। इसके अतिरिक्त डीजल एवं विद्युत चालित पंपों के उपयोग से सिंचाई व्यय में वृद्धि हो रही है। डीजल की बढ़ती कीमतों का सीधा प्रभाव कृषि लागत पर पड़ता है। छोटे एवं सीमांत किसान इस समस्या से सबसे अधिक प्रभावित होते हैं, क्योंकि उनकी आय सीमित होती है (Ravish et al., 2018)। कृषि लागत में वृद्धि के कारण किसानों का लाभांश घटता जा रहा है। कई बार

उत्पादन लागत इतनी अधिक हो जाती है कि किसानों को अपेक्षित लाभ प्राप्त नहीं हो पाता। इससे किसानों की आर्थिक स्थिति कमजोर होती है तथा ऋण पर निर्भरता बढ़ती है।

तालिका 5: सिंचाई लागत में वृद्धि का तुलनात्मक अध्ययन

वर्ष	औसत सिंचाई लागत (₹/हेक्टेयर)	डीजल मूल्य वृद्धि (%)	कृषि लाभ पर प्रभाव
2018	4200	—	सामान्य
2019	4700	8	हल्का प्रभाव
2020	5200	11	लागत वृद्धि
2021	6100	17	लाभ में कमी
2022	7200	19	आर्थिक दबाव
2023	8100	12	गंभीर प्रभाव

Source: Bihar Agricultural Cost Survey, 2023

सिंचाई लागत में वृद्धि का एक कारण पारंपरिक जल स्रोतों का क्षरण भी है। पहले तालाब, कुएँ एवं आहर-पर्जन जैसी संरचनाएँ कम लागत वाली सिंचाई उपलब्ध कराती थीं, किन्तु वर्तमान समय में इनके महत्व में कमी आई है। परिणामस्वरूप किसान निजी नलकूपों एवं डीजल पंपों पर अधिक निर्भर हो गए हैं। कृषि लागत को कम करने हेतु सरकार द्वारा सौर ऊर्जा आधारित पंप, सूक्ष्म सिंचाई तकनीक एवं जल संरक्षण योजनाओं को प्रोत्साहित किया जा रहा है। यदि इन योजनाओं का प्रभावी क्रियान्वयन किया जाए, तो किसानों की सिंचाई लागत कम की जा सकती है तथा कृषि को अधिक लाभकारी बनाया जा सकता है।

7. जल संसाधन एवं कृषि विकास का संबंध

जल संसाधन एवं कृषि विकास के मध्य अत्यंत घनिष्ठ एवं प्रत्यक्ष संबंध पाया जाता है। कृषि उत्पादन की सफलता मुख्यतः जल उपलब्धता, सिंचाई व्यवस्था एवं जल प्रबंधन की दक्षता पर निर्भर करती है। विशेष रूप से बिहार एवं नालन्दा जिले जैसे कृषि प्रधान क्षेत्रों में जल संसाधनों की उपलब्धता कृषि विकास को सीधे प्रभावित करती है। नालन्दा जिले की कृषि प्रणाली मुख्यतः मानसूनी वर्षा एवं भूजल आधारित सिंचाई पर आधारित है, जहाँ धान, गेहूँ, मक्का, दलहन, तिलहन एवं विभिन्न सब्जियों की खेती व्यापक रूप से की जाती है। जिन क्षेत्रों में पर्याप्त सिंचाई सुविधाएँ उपलब्ध हैं वहाँ बहुफसली कृषि, उच्च उत्पादकता एवं व्यावसायिक खेती का विकास हुआ है, जबकि जल संकट वाले क्षेत्रों में कृषि उत्पादन अपेक्षाकृत कम पाया जाता है। सिंचाई सुविधाओं के विस्तार से किसानों को वर्ष भर कृषि कार्य करने का अवसर मिला है, जिससे फसल सघनता एवं कृषि आय में वृद्धि हुई है। बिहारशरीफ, हरनौत, हिलसा एवं इस्लामपुर जैसे क्षेत्रों में सिंचाई सुविधाओं के कारण सब्जी एवं नकदी फसलों की खेती को बढ़ावा मिला है। दूसरी ओर जिन क्षेत्रों में सिंचाई सुविधाओं का अभाव है वहाँ कृषि मुख्यतः मानसूनी वर्षा पर निर्भर रहती है तथा वर्षा की अनियमितता के कारण कृषि उत्पादन प्रभावित होता है। जल संसाधनों का प्रभाव केवल कृषि उत्पादन तक सीमित नहीं है, बल्कि यह ग्रामीण रोजगार, आय एवं सामाजिक विकास को भी प्रभावित करता है। नालन्दा जिले में भूजल आधारित सिंचाई ने कृषि विकास में महत्वपूर्ण योगदान दिया

है, किन्तु भूजल के अत्यधिक दोहन के कारण जल स्तर में लगातार गिरावट दर्ज की जा रही है, जो भविष्य के लिए गंभीर चुनौती बनती जा रही है (CGWB, 2022)।

तालिका 6: सिंचाई सुविधा एवं फसल उत्पादकता का तुलनात्मक विश्लेषण

प्रखंड	सिंचित क्षेत्र (%)	धान उत्पादकता (क्विंटल/हेक्टेयर)	गेहूँ उत्पादकता (क्विंटल/हेक्टेयर)
बिहारशरीफ	82	42	36
हरनौत	76	39	34
हिलसा	69	35	31
राजगीर	51	28	24
इस्लामपुर	79	41	35

Source: District Statistical Handbook, Nalanda (2023)

यदि जल संसाधनों का संतुलित एवं वैज्ञानिक उपयोग नहीं किया गया, तो कृषि उत्पादन एवं खाद्य सुरक्षा दोनों प्रभावित हो सकते हैं। इसलिए वर्षा जल संचयन, भूजल पुनर्भरण, ड्रिप जैसी सूक्ष्म सिंचाई तकनीकों तथा आहर-पर्इन एवं तालाबों जैसी पारंपरिक जल संरचनाओं के पुनर्जीवन को बढ़ावा देना आवश्यक है (Jha, 2019)। बिहार सरकार द्वारा "जल-जीवन-हरियाली अभियान" के अंतर्गत जल संरक्षण एवं सिंचाई सुविधाओं के विस्तार हेतु विभिन्न योजनाएँ संचालित की जा रही हैं, जिनका उद्देश्य जल संसाधनों का सतत उपयोग सुनिश्चित कर कृषि विकास को अधिक स्थायी एवं संतुलित बनाना है।

8. सतत जल प्रबंधन हेतु सुझाव

नालन्दा जिले में कृषि विकास मुख्यतः जल संसाधनों पर निर्भर करता है। वर्तमान समय में अनियमित वर्षा, भूजल स्तर में गिरावट, सिंचाई संकट एवं जलवायु परिवर्तन जैसी समस्याओं ने कृषि क्षेत्र के समक्ष गंभीर चुनौतियाँ उत्पन्न कर दी हैं। यदि जल संसाधनों का वैज्ञानिक एवं संतुलित प्रबंधन नहीं किया गया, तो भविष्य में कृषि उत्पादन, ग्रामीण अर्थव्यवस्था एवं खाद्य सुरक्षा पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ सकता है। इसलिए सतत जल प्रबंधन की आवश्यकता अत्यंत महत्वपूर्ण हो गई है। सतत जल प्रबंधन का उद्देश्य जल संसाधनों का ऐसा उपयोग सुनिश्चित करना है जिससे वर्तमान आवश्यकताओं की पूर्ति हो सके तथा भविष्य की पीढ़ियों के लिए भी जल संसाधन सुरक्षित रहें। नालन्दा जिले की भौगोलिक एवं कृषि परिस्थितियों को ध्यान में रखते हुए निम्नलिखित सुझाव प्रस्तुत किए जा सकते हैं—

8.1 आहर-पर्इन एवं तालाबों का पुनर्जीवन

नालन्दा जिले में पारंपरिक जल संरचनाओं का ऐतिहासिक महत्व रहा है। आहर-पर्इन प्रणाली दक्षिण बिहार की एक प्राचीन एवं वैज्ञानिक जल संचयन व्यवस्था है, जिसका उपयोग वर्षा जल संरक्षण एवं सिंचाई के लिए किया जाता था। इसके अतिरिक्त तालाब, पोखर एवं कुएँ ग्रामीण क्षेत्रों में सिंचाई एवं भूजल पुनर्भरण के प्रमुख साधन थे। वर्तमान समय में इन पारंपरिक जल संरचनाओं का महत्व कम हो गया है। अतिक्रमण, उपेक्षा एवं रख-रखाव की कमी के कारण अनेक तालाब एवं आहर-पर्इन प्रणाली नष्ट होती जा रही हैं। परिणामस्वरूप वर्षा जल का प्राकृतिक संचयन कम हुआ है तथा भूजल पुनर्भरण

प्रभावित हुआ है। यदि आहर-पईन एवं तालाबों का पुनर्जीवन किया जाए, तो वर्षा जल का संरक्षण संभव होगा तथा सिंचाई संकट को काफी हद तक कम किया जा सकेगा। सरकार एवं स्थानीय समुदायों की सहभागिता से पुराने तालाबों की सफाई, गहरीकरण एवं मरम्मत की जानी चाहिए। इसके अतिरिक्त ग्रामीण क्षेत्रों में सामुदायिक जल संरक्षण कार्यक्रमों को बढ़ावा देना आवश्यक है (Jha, 2019)।

8.2 ड्रिप सिंचाई तकनीकों को बढ़ावा दिया जाए

नालन्दा जिले में अधिकांश सिंचाई पारंपरिक विधियों द्वारा की जाती है, जिनमें जल की अत्यधिक बर्बादी होती है। वर्तमान परिस्थितियों में जल संरक्षण हेतु आधुनिक सूक्ष्म सिंचाई तकनीकों को बढ़ावा देना आवश्यक है। ड्रिप सिंचाई ऐसी तकनीकें हैं जिनके माध्यम से कम जल में अधिक सिंचाई संभव है। ड्रिप सिंचाई प्रणाली में जल सीधे पौधों की जड़ों तक पहुँचाया जाता है, जिससे जल की बचत होती है तथा फसल उत्पादन में वृद्धि होती है। इन तकनीकों के उपयोग से जल संरक्षण के साथ-साथ उर्वरकों एवं श्रम लागत में भी कमी आती है। विशेष रूप से सब्जी एवं बागवानी फसलों के लिए ये तकनीकें अत्यंत उपयोगी हैं। सरकार द्वारा किसानों को सूक्ष्म सिंचाई तकनीकों हेतु अनुदान एवं प्रशिक्षण उपलब्ध कराया जाना चाहिए (Singh, 2021)।

8.3 वर्षा जल संचयन को अनिवार्य बनाया जाए

नालन्दा जिले में पर्याप्त मात्रा में मानसूनी वर्षा होती है, किन्तु वर्षा जल का अधिकांश भाग बिना उपयोग के बहकर नदियों में चला जाता है। यदि वर्षा जल का वैज्ञानिक ढंग से संचयन किया जाए, तो जल संकट को काफी हद तक कम किया जा सकता है। वर्षा जल संचयन भूजल पुनर्भरण एवं जल संरक्षण का प्रभावी उपाय है। इसके अंतर्गत वर्षा जल को तालाबों, जलाशयों एवं भूमिगत संरचनाओं में संग्रहित किया जाता है। ग्रामीण एवं शहरी दोनों क्षेत्रों में वर्षा जल संचयन प्रणाली को अनिवार्य बनाया जाना चाहिए। विद्यालयों, सरकारी भवनों एवं पंचायत स्तर पर वर्षा जल संचयन संरचनाओं का निर्माण किया जाना चाहिए। इसके अतिरिक्त किसानों को खेत तालाब निर्माण एवं जल संचयन तकनीकों के प्रति जागरूक किया जाना आवश्यक है। इससे सिंचाई हेतु अतिरिक्त जल उपलब्ध हो सकेगा तथा भूजल स्तर में सुधार होगा।

8.4 भूजल दोहन पर नियंत्रण हेतु प्रभावी नीति बनाई जाए

नालन्दा जिले में सिंचाई का प्रमुख स्रोत भूजल है। नलकूप एवं बोरवेल के अत्यधिक उपयोग के कारण भूजल स्तर में निरंतर गिरावट देखी जा रही है। यदि इसी प्रकार अनियंत्रित दोहन जारी रहा, तो भविष्य में गंभीर जल संकट उत्पन्न हो सकता है। भूजल संरक्षण हेतु प्रभावी नीति निर्माण अत्यंत आवश्यक है। भूजल दोहन को नियंत्रित करने के लिए बोरवेल पंजीकरण, जल उपयोग मानक एवं भूजल निगरानी प्रणाली विकसित की जानी चाहिए। इसके अतिरिक्त भूजल पुनर्भरण हेतु तालाब निर्माण, वृक्षारोपण एवं जल संरक्षण योजनाओं को बढ़ावा देना आवश्यक है। कृषि क्षेत्र में जल की अधिक खपत वाली फसलों के स्थान पर कम जल उपयोग वाली फसलों को प्रोत्साहित किया जाना चाहिए। साथ ही किसानों को वैज्ञानिक सिंचाई पद्धतियों एवं जल उपयोग दक्षता के प्रति जागरूक करना आवश्यक है।

8.5 किसानों को जल संरक्षण के प्रति जागरूक किया जाए

जल संरक्षण की सफलता केवल सरकारी योजनाओं पर निर्भर नहीं करती, बल्कि इसमें किसानों एवं स्थानीय समुदायों की सक्रिय भागीदारी भी आवश्यक है। वर्तमान समय में अनेक किसान जल के वैज्ञानिक उपयोग एवं संरक्षण संबंधी तकनीकों से पूर्णतः परिचित नहीं हैं। कृषकों को प्रशिक्षण, कार्यशाला एवं जागरूकता कार्यक्रमों के माध्यम से जल संरक्षण के महत्व को समझाया जाना चाहिए। कृषि विज्ञान केंद्र (KVK), पंचायत संस्थाएँ एवं कृषि विभाग मिलकर जल संरक्षण संबंधी कार्यक्रम संचालित कर सकते हैं।

किसानों को यह जानकारी दी जानी चाहिए कि अनावश्यक सिंचाई एवं अत्यधिक भूजल दोहन भविष्य में जल संकट को और गंभीर बना सकता है। यदि किसान जल के संतुलित उपयोग को अपनाएँ, तो कृषि लागत कम होगी तथा जल संसाधनों का संरक्षण भी संभव होगा।

8.6 जलवायु अनुकूल कृषि तकनीकों को प्रोत्साहित किया जाए

वर्तमान समय में जलवायु परिवर्तन कृषि क्षेत्र के लिए गंभीर चुनौती बन चुका है। अनियमित वर्षा, सूखा, बाढ़ एवं तापमान वृद्धि जैसी समस्याएँ कृषि उत्पादन को प्रभावित कर रही हैं। इसलिए जलवायु अनुकूल कृषि तकनीकों को बढ़ावा देना आवश्यक हो गया है। जलवायु अनुकूल कृषि के अंतर्गत सूखा सहनशील बीज, कम अवधि वाली फसलें, जैविक खेती एवं वैज्ञानिक फसल प्रबंधन तकनीकों को अपनाया जाता है। इसके अतिरिक्त कृषि विविधीकरण एवं बहुफसली कृषि प्रणाली को प्रोत्साहित किया जाना चाहिए, ताकि किसानों की आय स्थिर बनी रहे।

तालिका 7: नालन्दा जिले में जल संरक्षण योजनाओं की स्थिति

योजना	उद्देश्य	वर्तमान स्थिति
जल-जीवन-हरियाली	जल संरक्षण	प्रगति पर
प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना	सिंचाई विस्तार	आंशिक सफलता
सूक्ष्म सिंचाई योजना	जल बचत	सीमित उपयोग
तालाब पुनर्जीवन योजना	भूजल पुनर्भरण	चल रही

Source: Water Resources Department, Bihar (2023)

सरकार एवं कृषि अनुसंधान संस्थानों को जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को ध्यान में रखते हुए नई कृषि तकनीकों का विकास एवं प्रसार करना चाहिए। यदि जलवायु अनुकूल कृषि प्रणाली को बढ़ावा दिया जाए, तो भविष्य में कृषि क्षेत्र को अधिक स्थायी एवं सुरक्षित बनाया जा सकता है (ICAR-CRIDA, 2013)।

9. निष्कर्ष

नालन्दा जिले की अर्थव्यवस्था मुख्यतः कृषि पर आधारित है तथा जिले की अधिकांश जनसंख्या प्रत्यक्ष अथवा अप्रत्यक्ष रूप से कृषि गतिविधियों से जुड़ी हुई है। यहाँ कृषि उत्पादन की सफलता मुख्यतः मानसूनी वर्षा, भूजल उपलब्धता एवं सिंचाई सुविधाओं पर निर्भर करती है। वर्तमान समय में जल संसाधनों में हो रहे परिवर्तन कृषि विकास, ग्रामीण अर्थव्यवस्था एवं सामाजिक जीवन को प्रत्यक्ष रूप से प्रभावित

कर रहे हैं। मानसून की अनियमितता, वर्षा वितरण में असमानता तथा जलवायु परिवर्तन के प्रभावों के कारण कृषि क्षेत्र अनेक समस्याओं का सामना कर रहा है। समय पर वर्षा न होने से खरीफ फसलों की बुआई प्रभावित होती है, जबकि अल्पवृष्टि एवं सूखे की स्थिति में सिंचाई संकट उत्पन्न हो जाता है। दूसरी ओर अत्यधिक वर्षा एवं जल जमाव भी कृषि उत्पादन को प्रभावित करते हैं। जिले में सिंचाई का प्रमुख स्रोत भूजल है तथा निजी नलकूपों एवं बोरवेल आधारित सिंचाई प्रणाली ने बहुफसली कृषि एवं व्यावसायिक खेती को बढ़ावा दिया है, किन्तु भूजल के अत्यधिक दोहन के कारण जल स्तर में निरंतर गिरावट दर्ज की जा रही है। गर्मी के मौसम में जल स्तर नीचे चले जाने से किसानों को अधिक गहराई तक बोरिंग करानी पड़ती है, जिससे सिंचाई लागत बढ़ती है और छोटे एवं सीमांत किसान अधिक प्रभावित होते हैं। सिंचाई सुविधाओं की क्षेत्रीय असमानता भी कृषि विकास में बाधा उत्पन्न करती है, क्योंकि कुछ प्रखंडों में पर्याप्त सिंचाई उपलब्ध है जबकि अनेक ग्रामीण क्षेत्रों में किसान अभी भी मानसूनी वर्षा पर निर्भर हैं। इसके अतिरिक्त पारंपरिक जल संरचनाओं जैसे आहर-पईन, तालाब एवं पोखरों का क्षरण जल संकट को और गंभीर बना रहा है। अतीत में ये संरचनाएँ वर्षा जल संचयन एवं सिंचाई का महत्वपूर्ण आधार थीं, किन्तु उपेक्षा, अतिक्रमण एवं रख-रखाव की कमी के कारण इनकी उपयोगिता घटती जा रही है। अध्ययन से स्पष्ट होता है कि जहाँ पर्याप्त सिंचाई सुविधाएँ उपलब्ध हैं वहाँ कृषि विविधीकरण, सब्जी उत्पादन एवं व्यावसायिक खेती का विकास हुआ है, जबकि जल संकट वाले क्षेत्रों में कृषि उत्पादन सीमित पाया जाता है। वर्तमान समय में जलवायु परिवर्तन, भूजल दोहन एवं बढ़ती कृषि लागत कृषि क्षेत्र को और अधिक जटिल बना रहे हैं। सिंचाई हेतु डीजल एवं विद्युत चालित पंपों के उपयोग से कृषि लागत बढ़ रही है तथा किसानों की आर्थिक स्थिति प्रभावित हो रही है। यदि भविष्य में जल संसाधनों का अनियंत्रित दोहन जारी रहा, तो कृषि उत्पादन एवं खाद्य सुरक्षा दोनों प्रभावित हो सकते हैं। अतः वर्षा जल संचयन, भूजल पुनर्भरण, आहर-पईन एवं तालाबों का पुनर्जीवन तथा ड्रिप जैसी सूक्ष्म सिंचाई तकनीकों को बढ़ावा देना अत्यंत आवश्यक है। साथ ही किसानों को जल संरक्षण एवं वैज्ञानिक सिंचाई पद्धतियों के प्रति जागरूक करना भी जरूरी है। बिहार सरकार द्वारा “जल-जीवन-हरियाली अभियान” एवं विभिन्न सिंचाई योजनाओं के माध्यम से जल संरक्षण एवं भूजल पुनर्भरण की दिशा में प्रयास किए जा रहे हैं, जिनके प्रभावी क्रियान्वयन द्वारा नालन्दा जिले में कृषि विकास को अधिक स्थायी, संतुलित एवं पर्यावरणीय दृष्टि से सुरक्षित बनाया जा सकता है।

संदर्भ सूची:

1. Census of India. (2011). District Census Handbook: Nalanda. Directorate of Census Operations, Bihar.
2. Central Ground Water Board (CGWB). (2022). Ground Water Year Book of Bihar State. Ministry of Jal Shakti, Government of India.
3. District Census Handbook, Nalanda. (2011). Census of India 2011. Directorate of Census Operations, Bihar.
4. Government of Bihar. (2023). Economic Survey of Bihar 2022–23. Patna: Finance Department, Government of Bihar.



5. ICAR-CRIDA. (2013). District Agriculture Contingency Plan: Nalanda District, Bihar. Hyderabad: Central Research Institute for Dryland Agriculture.
6. Indian Meteorological Department (IMD). (2022). Climatological Data of Bihar State. Government of India.
7. Jha, A. K. (2019). Traditional Irrigation Systems in South Bihar: A Study of Ahar-Pyne System. *Indian Journal of Regional Studies*, 51(2), 88–96.
8. Kothari, C. R. (2019). *Research Methodology: Methods and Techniques* (3rd ed.). New Delhi: New Age International Publishers.
9. Kumar, A., & Verma, R. (2020). *Agricultural Geography and Irrigation Development in Bihar*. New Delhi: Concept Publishing House.
10. Ravish, C., Jain, S. K., & Singh, A. K. (2018). Assessment of Groundwater Resources for Irrigation in Nalanda District of South Bihar, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(2), 1223–1232.
11. Singh, R. (2021). *Water Resource Management and Agricultural Sustainability in India*. Jaipur: Rawat Publications.
12. Water Resources Department, Bihar. (2023). *Annual Report on Irrigation and Water Conservation*. Government of Bihar.