

रिमोट सेंसिंग एवं GIS का उपयोग करते हुए तेलंगाना के हिमायतसागर जलाशय में
स्थानिक-कालिक परिवर्तनों तथा उन्हें प्रभावित करने वाले कारकों का आकलन
**Assessment of Spatial-Temporal Changes in Himayatsagar Waterbody, Telangana, and
Its Influencing Factors Using Remote Sensing and GIS**

ज्योति राजावत¹, डॉ. अफरीन खानम², डॉ. जे. स्वराज³

Jyoti Rajawat¹, Dr. Afreen Khanam², Dr. J. Swaraj³

¹Research Scholar Mangalaytan University, Aligarh (U.P)

²Assistant Professor, Department of Biotechnology and Life Sciences,
Mangalaytan University, Aligarh (U.P)

³Scientist & Head, EPTRI, Hyderabad (Telangana)

¹jyotirajawatam01@gmail.com, ²afreen.iul@gmail.com, ³swarajeptri@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21817790>

सारांश

मानवजनित गतिविधियों और जलवायु परिवर्तनशीलता के कारण शहरी जल निकाय निरंतर खतरे का सामना कर रहे हैं। हिमायतसागर झील, जो कभी हैदराबाद के लिए पेयजल का एक प्रमुख स्रोत थी, पिछले कुछ दशकों से इस झील में स्थानिक और सामयिक रूप से पर्याप्त परिवर्तन हुए हैं। इस अध्ययन (2010–2024) में झील की गतिशीलता, भूमि उपयोग/भूमि आवरण (LULC) में परिवर्तन, वर्षा की परिवर्तनशीलता और शहरी विस्तार का विश्लेषण करने के लिए बहु-कालिक उपग्रह डेटा और जीआईएस का उपयोग किया गया है। परिणामों से ज्ञात होता है कि अनियंत्रित शहरी विकास, जलग्रहण क्षेत्र में वनस्पति की कमी और मानसूनी वर्षा में निम्नता के कारण झील के क्षेत्रफल में 37% की कमी आई है। यह अध्ययन झील के सतत संरक्षण के लिए एकीकृत जलसंभर प्रबंधन, सख्त बफर जोन विनियमन और दूरस्थ निगरानी को महत्व देता है।

Abstract

Urban waterbodies are under increasing threat due to anthropogenic activities and climate variability. Himayatsagar Lake, once a major drinking water source for Hyderabad, has experienced substantial spatial and temporal changes over recent decades. This study (2010-2024) employs multi-temporal satellite data and GIS to analyze lake dynamics, land use/land cover (LULC) changes, rainfall variability, and urban expansion. Results indicate a 37% reduction in lake area, influenced by unregulated urban growth, reduced catchment vegetation, and decreased monsoon rainfall. The study emphasizes integrated watershed management, strict buffer zone regulation, and remote monitoring for sustainable lake conservation.

मुख्यशब्द: हिमायतसागर, स्थानिक-सामयिक विश्लेषण, रिमोट सेंसिंग, जीआईएस, जल निकाय गतिशीलता, भूमि उपयोग परिवर्तन, शहरीकरण

Key words: Himayatsagar, spatial temporal analysis, remote sensing, GIS, waterbody dynamics, land use change, urbanization

परिचय

शहरी एवं परिनगरीय (अर्ध-शहरी) परिवेश में जल निकाय महत्वपूर्ण पारिस्थितिक, जलवैज्ञानिक और सामाजिक-आर्थिक दृष्टि से महत्वपूर्ण कार्य करते हैं। भारत के संदर्भ में, हिमायतसागर और उस्मानसागर जैसी झीलें ऐतिहासिक रूप से हैदराबाद जैसे शहरों के लिए पेयजल, बाढ़ नियंत्रण और भूजल पुनर्भरण का स्रोत रही हैं। यद्यपि, तीव्र शहरी विस्तार एवं जलवायु परिवर्तन के कारण इन संसाधनों में महत्वपूर्ण परिवर्तन हुए हैं।

1927 में एसि नदी (मूसी की एक सहायक नदी) पर निर्मित हिमायतसागर झील के भौगोलिक विस्तार और पारिस्थितिक स्थिति में उल्लेखनीय परिवर्तन हुए हैं। वर्षों से, जनसंख्या दबाव, अवैध निर्माण और मानसून के बदलते पैटर्न ने इसके जलग्रहण क्षेत्र की गतिशीलता में परिवर्तन हुए हैं। इस अध्ययन में रिमोट सेंसिंग और जीआईएस प्रौद्योगिकी का उपयोग करके 2010 से 2024 तक हिमायतसागर के भौगोलिक और सामयिक परिवर्तनों का परिक्षण किया गया है, इसका उद्देश्य इन परिवर्तनों को प्रभावित करने वाले मानवजनित और प्राकृतिक कारकों से जोड़ना है।

साहित्य समीक्षा

कई अध्ययन शहरी जल निकायों में स्थानिक-कालिक परिवर्तनों का मूल्यांकन करने में दूरसंवेदी (Remote Sensing) और GIS तकनीकों की प्रभावशीलता को प्रदर्शित कर चुके हैं।

मिश्रा और नागराजन [1] ने इस बात पर प्रकाश डाला है कि कैसे अनियोजित शहरीकरण भारतीय शहरों में झीलों की आकृति विज्ञान और जल विज्ञान व्यवस्था को महत्वपूर्ण रूप से बदल देता है। पॉल और डेका [2] ने शहरी झीलों के सिकुड़ने की मात्रा निर्धारित करने के लिए बहु-सामयिक लैंडसैट डेटा का सफलतापूर्वक उपयोग किया और जलग्रहण क्षेत्रों में भूमि उपयोग परिवर्तन की भूमिका पर जोर दिया है। सहाना एवं अन्य [6] और कुमार एवं अन्य [7] के अध्ययनों में बताया गया है कि वनस्पति आवरण में कमी और अभेद्य सतहों के विस्तार से अपवाह, अवसादन

और जल निकाय का क्षरण तेज होता है। जलवायु-प्रेरित प्रभावों, विशेष रूप से वर्षा की परिवर्तनशीलता को भी अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में जलाशय भंडारण गतिशीलता को प्रभावित करने वाले महत्वपूर्ण कारकों के रूप में पहचाना गया है (आईएमडी, 2024; घोष एवं अन्य, [8])। यद्यपि ये अध्ययन मूल्यवान अंतर्दृष्टि प्रदान करते हैं, लेकिन अधिकांश या तो दीर्घकालिक क्षेत्रीय आकलन या अल्पकालिक शहर-स्तरीय विश्लेषण पर ध्यान केंद्रित करते हैं, जिनमें अक्सर जल विज्ञान, जलवायु और नीति-संबंधी कारकों का एकीकृत मूल्यांकन नहीं होता है।

ज्ञान अंतर

भारत में शहरी झीलों के क्षरण पर व्यापक शोध के बावजूद, हिमायतसागर झील जैसे प्रमुख पेयजल जलाशयों के लिए उच्च-रिजॉल्यूशन उपग्रह डेटा, भूमि उपयोग/भूमि आवरण गतिशीलता, वर्षा परिवर्तनशीलता और नीतिगत प्रभावों को मिलाकर किए गए एकीकृत स्थानिक-कालिक मूल्यांकन पर सीमित अध्ययन ही हुए हैं। इसके अतिरिक्त, 2010 के बाद के उन विश्लेषणों की भी कमी है जिनमें वर्तमान के शहरी विस्तार और नियामक परिवर्तनों (जैसे कि सरकारी आदेश 111 का निरसन) को शामिल किया गया है। यह अध्ययन हिमायतसागर झील का 2010 से 2024 तक का व्यापक बहु-कारक मूल्यांकन प्रदान करके इस अंतर को दूर करता है, जिसमें स्थानिक संकुचन को मानवजनित दबावों और जलवायु परिवर्तनशीलता से जोड़कर साक्ष्य-आधारित शहरी जल प्रबंधन का समर्थन किया जाता है।

अध्ययन क्षेत्र

हिमायतसागर झील भारत के तेलंगाना राज्य में हैदराबाद शहर की सीमांत क्षेत्र में स्थित है (अक्षांश: 17.35° N, देशांतर: 78.38° E)। अधिकतम जल भंडारण क्षमता के समय यह झील लगभग 20 वर्ग किलोमीटर क्षेत्र में फैली होती है। यह झील हैदराबाद महानगर क्षेत्र के लिए प्रमुख पेयजल स्रोत के रूप में कार्य कर चुकी है।

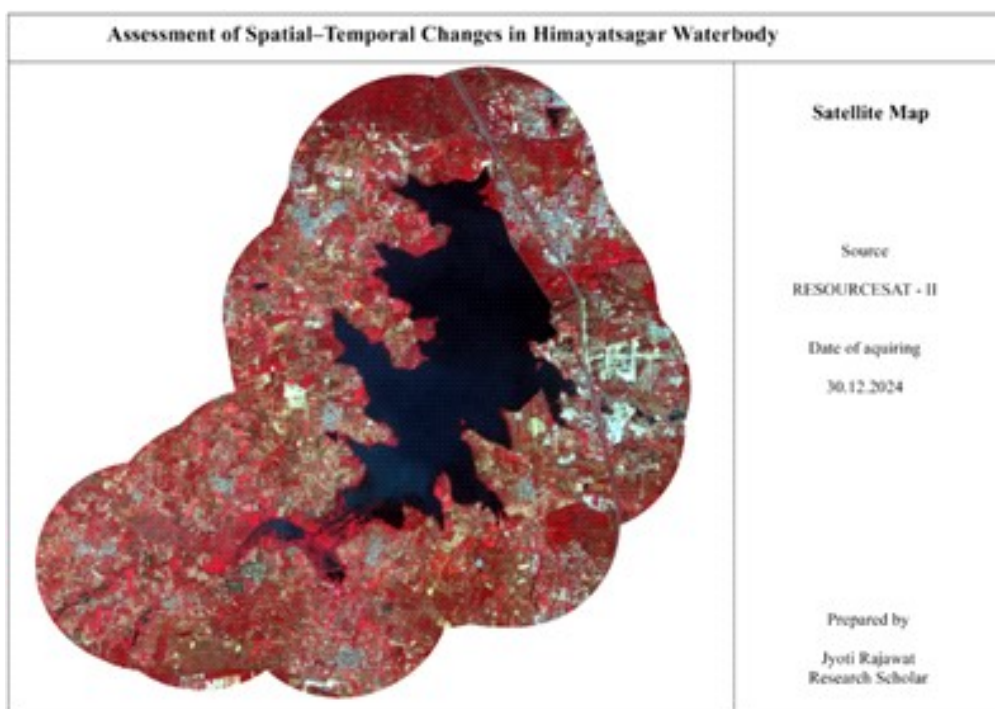
यह झील अर्ध-शुष्क क्षेत्र में स्थित है, जहाँ उष्णकटिबंधीय आर्द्र और शुष्क जलवायु पाई जाती है और यहाँ औसत वार्षिक वर्षा लगभग 750–800 मिमी होती है, जो अधिकतर दक्षिण-पश्चिम मानसून के दौरान होती है।

आंकड़े एवं कार्यप्रणाली

डेटा स्रोत

- उपग्रह चित्रण (Satellite Imagery):
Resource sat 2 A (2024)

- टोपोग्रीफ़ी और सर्वेक्षण मानचित्र: भारतीय सर्वेक्षण विभाग (SOI) – (मापन अनुपात 1:25,000)
- वर्षा डेटा: भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD)
- जनगणना एवं शहरी विकास डेटारू नगर एवं ग्राम नियोजन निदेशालय (DTCP), तेलंगाना



चित्र 1— हिमायतसागर जलाशय में स्थानिक एवं कालिक परिवर्तनों का आकलन कार्यप्रणाली

उपग्रह डेटा का पूर्व-संसाधन (Preprocessing):

- रेडियोमेट्रिक और ज्योमेट्रिक सुधार
- डीओएस विधि का उपयोग करके वायुमंडलीय सुधार

भूमि उपयोग / भूमि आवरण (LULC) वर्गीकरण:

- सुपरवाइज्ड क्लासिफिकेशन (Supervised Classification) अधिकतम संभाव्यता एल्गोरिदम (Maximum Likelihood Algorithm) का उपयोग करके

- सत्यापन (Accuracy Assessment) – ग्राउंड ट्रुथ डेटा और गूगल अर्थ के माध्यम से एक वर्गीकरण योजना NRSC के वर्गीकरण के आधार पर स्थानीय परिस्थितियों के अनुसार तैयार की गई। इसमें निम्नलिखित श्रेणियां शामिल थीं:

1. जल निकाय (Water Bodies)
2. कृषि भूमि (Agricultural Land)
3. वन/वनस्पति (Forest/Vegetation)
4. निर्मित क्षेत्र (Built-up Land)
5. परती/बंजर भूमि (Barren/Wasteland)

- प्रत्येक LULC वर्ग के लिए प्रशिक्षण नमूने (Training Samples) मैदानी सर्वेक्षण बिंदुओं, Google Earth संदर्भ, तथा फॉल्स कलर कंपोजिट्स (FCC) की दृश्य व्याख्या के माध्यम से चुने गए।
- प्रत्येक वर्ग के लिए रुचि क्षेत्रों (ROIs) को डिजिटाइज किया गया ताकि उनके स्पेक्ट्रल सिग्नेचर तैयार किए जा सकें।
- मैक्सिमम लाइकलिहुड क्लासिफायर (MLC) को अपनाया गया क्योंकि यह स्पेक्ट्रल डेटा के सामान्य वितरण (Normal Distribution) को मानता है और सटीक परिणाम प्रदान करता है।
- उपग्रह चित्र के प्रत्येक पिक्सेल को उस वर्ग में वर्गीकृत किया गया जिसकी स्पेक्ट्रल संभावना अधिकतम थी।
- फिल्टरिंग: पृथक पिक्सेल को हटाने और मानचित्र की पठनीयता बढ़ाने के लिए मेजॉरिटी फिल्टर (Majority Filter) लागू किया गया।
- मर्जिंग (एकीकरण): गलत वर्गीकृत किए गए छोटे वर्गों को उपयुक्त प्रमुख वर्गों के साथ मिला दिया गया।

कालिक विश्लेषण

- क्षेत्रफल अनुमान (Area Estimation) और ओवरले तुलना (Overlay Comparison) के माध्यम से विभिन्न वर्षों में झील क्षेत्र में हुए परिवर्तनों का विश्लेषण किया गया।

प्रभावकारी कारकों का आकलन (Influencing Factors Assessment):

- बफर जोन विश्लेषण (Buffer Zone Analysis): झील के चारों ओर शहरी विस्तार की दिशा और गति का आकलन।
- कैचमेंट क्षेत्र में LULC परिवर्तन: भूमि उपयोग/आवरण में हुए बदलावों का झील की पारिस्थितिकी और जलग्रहण क्षमता पर प्रभाव का मूल्यांकन।

परिणाम और चर्चा

- वर्षा प्रवृत्तियों (Rainfall Trends) के साथ सहसंबंध (Correlation) का विश्लेषण किया गया।

हिमायतसागर जल निकाय में स्थानिक परिवर्तन

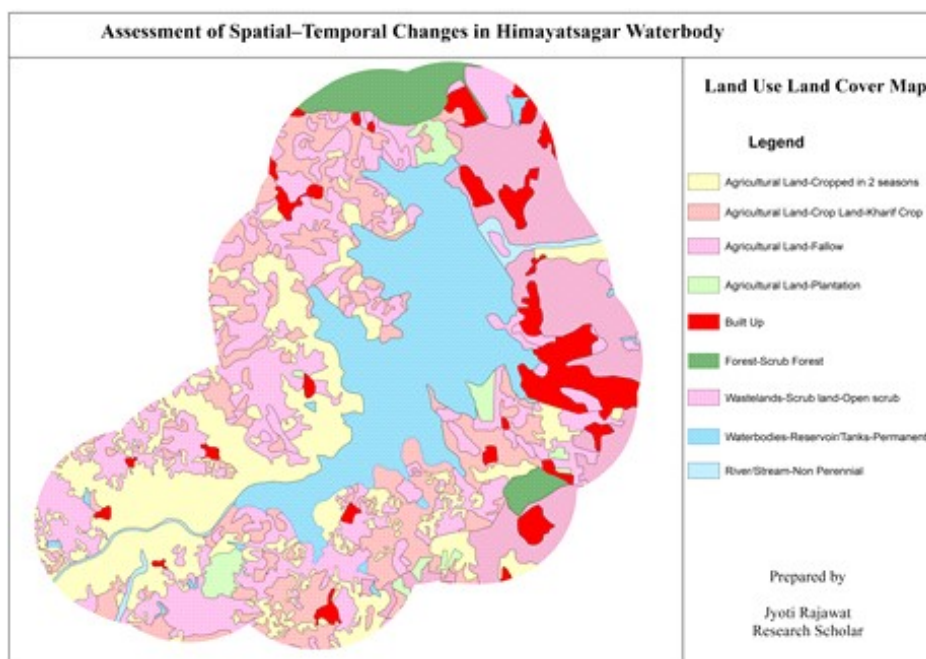
झील के क्षेत्रफल में निरंतर कमी देखी गई है:

- 2024: लगभग 9.2 वर्ग किलोमीटर, जो अब मुख्य रूप से कृषि भूमि में परिवर्तित हो चुका है।

भूमि उपयोग / भू-आवरण परिवर्तन

5 किमी के बफर क्षेत्र के भीतर निर्मित क्षेत्र और बंजर भूमि में महत्वपूर्ण वृद्धि देखी गई:

- निर्मित क्षेत्र 8% (2010) से बढ़कर 26% (2024) हो गया है।
- कृषि भूमि में 17% की कमी आई है।
- कैचमेंट क्षेत्र में वनस्पति आवरण 12% कम हो गया है।



चित्र 2— अध्ययन क्षेत्र का उपग्रह चित्र दर्शाते हुए

भूमि उपयोग वर्ग	क्षेत्र (हेक्टेयर या वर्ग इकाई में)
कृषि भूमि — फसल भूमि (2 मौसम में फसल)	1942.90
कृषि भूमि — फसल भूमि (खरीफ फसल)	1408.65
कृषि भूमि — बंजर भूमि	2007.57
कृषि भूमि — प्लांटेशन	191.00
ग्रामीण निर्मित क्षेत्र	591.58
वन — झाड़ी वाला वन	352.29
बंजर भूमि — खुला झाड़ी क्षेत्र	1395.46
जल निकाय — जलाशय/टैंक — मौसमी	1806.53
जल निकाय — नदी/नाला — गैर-स्थायी	92.18

वर्षा में परिवर्तनशीलता

वर्षा डेटा से पता चलता है कि 2005 के बाद वर्षा के पैटर्न में अस्थिरता आई है, जिसमें औसत मानसूनी वर्षा में लगभग 9% की कमी हुई है, जिससे जलाशय में जल प्रवाह प्रभावित हुआ है।

शहरीकरण दबाव

झील के आसपास शहरी विकास ने पहले GO 111 आदेश के तहत स्थापित नो-डेवलपमेंट जोन के नियमों का उल्लंघन किया है, जो अब निरस्त हो चुका है। इस उल्लंघन के कारण झील के क्षेत्र में अतिक्रमण बढ़ा है तथा सीवेज जलाशय

में सीधे प्रवाहित हो रहा है, जिससे जल गुणवत्ता और पारिस्थितिकीय स्थिति पर नकारात्मक प्रभाव पड़ रहा है।

संभावित अनुप्रयोग

इस अध्ययन के निष्कर्षों के कई व्यावहारिक और नीतिगत अनुप्रयोग हैं। हिमायतसागर झील का स्थानिक-कालिक मूल्यांकन जल फैलाव क्षेत्र, भूमि उपयोग/भूमि आवरण पैटर्न और बफर जोन की अखंडता में परिवर्तन की निगरानी के लिए एक वैज्ञानिक आधार प्रदान करता है। परिणाम जल संसाधन प्रबंधकों को जलाशय भंडारण गतिशीलता का मूल्यांकन करने और अतिक्रमण तथा भूमि उपयोग परिवर्तन के प्रति संवेदनशील क्षेत्रों की पहचान करने में सहायता कर सकते हैं। भूमि उपयोग, भूमि आवरण और बफर जोन विश्लेषण शहरी और क्षेत्रीय नियोजन के लिए, विशेष रूप से महत्वपूर्ण पेयजल स्रोतों के आसपास विकास गतिविधियों को विनियमित करने में मूल्यवान जानकारी प्रदान करते हैं।

इस अध्ययन में प्रदर्शित रिमोट सेंसिंग और जीआईएस तकनीकों के एकीकरण को सरकारी एजेंसियां शहरी जलाशयों और आर्द्रभूमि की नियमित निगरानी के लिए अपना सकती हैं। परिणाम नियामक अधिकारियों को भूमि उपयोग नियमों और पर्यावरणीय दिशानिर्देशों, जिनमें बफर जोन संरक्षण उपाय भी शामिल हैं, इसके अनुपालन का आकलन करने में सहायता कर सकते हैं। इसके अतिरिक्त, उत्पन्न स्थानिक जानकारी अपवाह पैटर्न, तलछट प्रवाह और जलाशय स्थिरता को प्रभावित करने वाले भूमि उपयोग परिवर्तनों की पहचान करके जलग्रहण क्षेत्र स्तर के प्रबंधन में सहायता कर सकती है। यह अध्ययन एक हस्तांतरणीय पद्धतिगत ढांचा भी प्रदान करता है जिसे समान दबावों का सामना कर रहे अन्य शहरी और अर्ध-शहरी जल निकायों पर लागू किया जा सकता है।

निष्कर्ष

अध्ययन से हिमायतसागर झील की भयावह गिरावट का पता चलता है, जिसका मुख्य कारण अनियंत्रित शहरी विकास, जलवायु परिवर्तनशीलता

और पर्यावरण नियमों के कमजोर प्रवर्तन हैं। स्थानिक-सामयिक विश्लेषण जल निकायों की गतिशीलता की निगरानी में रिमोट सेंसिंग और जीआईएस की शक्ति को दर्शाता है और साक्ष्य-आधारित नीति निर्माण का समर्थन करता है।

भविष्य के अनुसंधान दिशा-निर्देश

भविष्य के अनुसंधान में जल फैलाव और भूमि उपयोग की गतिशीलता में मौसमी और अल्पकालिक भिन्नताओं को अधिक प्रभावी ढंग से समझने के लिए उच्च सामयिक और स्थानिक रिजॉल्यूशन वाले उपग्रह डेटा को शामिल करने पर ध्यान केंद्रित किया जा सकता है। रिमोट सेंसिंग तकनीकों का उपयोग करके जल गुणवत्ता मापदंडों, जैसे कि मैलापन, क्लोरोफिल-ए और पोषक तत्वों की सांद्रता का एकीकरण, भूमि उपयोग परिवर्तन और शहरीकरण से जुड़े पारिस्थितिक प्रभावों की समझ को बढ़ाएगा।

जलविज्ञानीय मॉडलिंग पद्धतियों को भू-स्थानिक विश्लेषण के साथ मिलाकर भूमि उपयोग परिवर्तन, वर्षा की परिवर्तनशीलता और जलाशय के अंतर्वाह-बहिर्वाह गतिशीलता के बीच संबंध का मात्रात्मक विश्लेषण किया जा सकता है। आगे के अध्ययनों में अवसादन पैटर्न और जलस्तर में परिवर्तन की जांच करके दीर्घकालिक भंडारण क्षमता में होने वाली हानि का आकलन भी किया जा सकता है। सामाजिक-आर्थिक और नीति-आधारित विश्लेषण, जिनमें नियामक प्रभावशीलता और हितधारकों के भूमि उपयोग व्यवहार का आकलन शामिल है, परिवर्तन के कारकों के बारे में पूरक जानकारी प्रदान कर सकते हैं। अंत में, भविष्य के शहरी विकास और जलवायु परिवर्तनशीलता के परिदृश्य-आधारित मॉडलिंग से हिमायतसागर झील और इसी तरह की शहरी जलाशय प्रणालियों की सक्रिय योजना और सतत प्रबंधन में सहायता मिलेगी।

संदर्भ

1. Mishra, A., and Nagarajan, R. (2011). Impact of urbanization on water bodies: A GIS-based study. *Geoinformatica*, 15(4), 627-641.

2. Paul, S., and Deka, J. (2019). Monitoring urban lake shrinkage using Landsat data. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 13, 152-162.
3. GO 111, Government of Telangana (1996). Conservation of the catchment areas of Himayatsagar and Osmansagar lakes.
4. IMD (2024). Rainfall statistics of India.
5. Lillesand, T., Kiefer, R. W., and Chipman, J. (2015). *Remote Sensing and Image Interpretation*. Wiley.
6. Sahana, M., Hong, H., and Sajjad, H. (2018). Assessment of land-use-land-cover change and its impact on surface water dynamics. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(6), 1-15.
7. Kumar, P., Avtar, R., Dasgupta, R., and Johnson, B. (2020). Impact of urban development on water bodies: A remote sensing perspective. *Sustainable Cities and Society*, 54, 101939.
8. Ghosh, S., Vittal, H., and Sharma, T. (2017). Understanding the impact of climate change on Indian monsoon rainfall. *Journal of Climate*, 30(3), 837-862.
9. India Meteorological Department (IMD). (2024). *Rainfall Statistics of India*. Government of India.
10. Singh, A., Sharma, V. N., Rana, N. K., Shivani, and Maurya, C. (2025). GIS-based assessment of lake morphometry, siltation, and land use/land cover (LULC) changes in Chilua Lake, Terai region, India. *Discover Geoscience*, 3, 207.
11. Deoli, V., Kumar, D., and Kuriki, A. (2022). Detection of changes in water-spread area in a eutrophic lake using Landsat data. *Sensors*, 22(18), 6827.
12. Nitish, K., and Indu, J. (2025). Analysis of the causes of lake expansion and contraction in India using long-term satellite data. *Environmental Research*.