



## जालोर नगर में भूमि उपयोग एवं भूमि आवरण परिवर्तन: एक भौगोलिक विश्लेषण

लेखक: नरेश कुमार<sup>1</sup>

सहायक आचार्य, भूगोल विभाग,  
जी. के. गोवाणी राजकीय महाविद्यालय भीनमाल (जालोर)

अनरूपी लेखक डॉ. संध्या पठानिया\*

आचार्य एवं विभागाध्यक्ष, भूगोल विभाग,  
राजकीय मीरा कन्या महाविद्यालय, उदयपुर

### सारांश (Abstract)

यह अध्ययन राजस्थान के अर्ध-शुष्क क्षेत्र में स्थित जालोर नगर में वर्ष 2001 से 2021 के मध्य हुए नगरीकरण तथा उससे संबंधित भूमि उपयोग एवं भूमि आच्छादन (LULC) परिवर्तनों का स्थानिक-कालिक विश्लेषण प्रस्तुत करता है। इस अध्ययन का उद्देश्य मध्यम आकार के शहरों में नगरीकरण की प्रवृत्तियों और उनके पर्यावरणीय निहितार्थों को समझना है, जिन्हें प्रायः महानगरों की तुलना में कम अकादमिक ध्यान प्राप्त हुआ है। शोध में बहु-कालिक लैंडसैट उपग्रह आँकड़ों (Landsat 7 ETM+ एवं Landsat 8 OLI) और GIS आधारित तकनीकों का उपयोग करते हुए पर्यवेक्षित छवि वर्गीकरण (Supervised Image Classification) विधि अपनाई गई है। अध्ययन के परिणाम दर्शाते हैं कि जालोर नगर में नगरीकरण क्रमिक लेकिन निरंतर रहा है, जिसमें निर्मित और औद्योगिक क्षेत्रों का उल्लेखनीय विस्तार हुआ है। यह विस्तार मुख्यतः बंजर भूमि और वनस्पति क्षेत्रों की कीमत पर हुआ, जबकि कृषि भूमि में समग्र रूप से सापेक्ष स्थिरता देखी गई। वनस्पति आवरण (Vegetation Cover) में आई उल्लेखनीय कमी अर्ध-शुष्क पर्यावरण में पारिस्थितिक संतुलन (Ecological Balance) के लिए गंभीर चुनौती को रेखांकित करती है। औद्योगिक गतिविधियों, विशेषकर ग्रेनाइट प्रसंस्करण, ने शहरी परिधि के स्थानिक पुनर्गठन को और अधिक प्रभावित किया है। निष्कर्षतः यह स्पष्ट करता है कि जालोर जैसे मध्यम आकार के अर्ध-शुष्क नगरों में नगरीकरण विस्तार-उन्मुख और पर्यावरणीय रूप से संवेदनशील रहा है। यह शोध सतत शहरी नियोजन (sustainable Urban Planning), भूमि प्रबंधन और भविष्य की विकास नीतियों के लिए GIS आधारित वैज्ञानिक आधार प्रदान करता है।

**मुख्य शब्द (Keywords):** नगरीकरण, भूमि उपयोग एवं भूमि आच्छादन परिवर्तन(LULC), GIS एवं सुदूर संवेदन, स्थानिक-कालिक विश्लेषण (Spatio-Temporal Analysis), अर्ध-शुष्क (Semi-Arid)

### ● प्रस्तावना (Introduction)

नगरीकरण वर्तमान शहरों विशेष रूप से विकासशील देशों को स्वरूप प्रदान करने वाली सबसे महत्वपूर्ण स्थानिक और सामाजिक-आर्थिक

प्रक्रियाओं में से एक है। नगरीकरण केवल आबादी का किसी एक स्थान पर संकेंद्रण केंद्र नहीं है, जबकि यह एक सामाजिक आर्थिक एवं जनसांख्यिकी गतिविधि को प्रदर्शित करता है। यह बस्ती संरचना, भूमि उपयोग, आर्थिक गतिविधि और जनसांख्यिकीय संकेंद्रण में एक जटिल परिवर्तन का प्रतिनिधित्व करता है (Kundu & Pandey, 2020)। पिछले कुछ दशकों में, तीव्र शहरी विकास ने शहरों के भौतिक और कार्यात्मक चरित्र को बदल दिया है, जिससे भूमि उपयोग और भूमि आच्छादन प्रतिरूपों में व्यापक परिवर्तन आए हैं (Pan et al., 2017)। ये परिवर्तन विशेष रूप से मध्यम आकार के शहरों में अधिक स्पष्ट हैं, जहाँ शहरी विस्तार अक्सर अनियोजित या अर्ध-नियोजित तरीके से होता है, जो कृषि भूमि, वनस्पतियों और प्राकृतिक खुले स्थानों पर दबाव डालता है। वर्ष 2011 की जनगणना के अनुसार भारत में 47% शहरी आबादी 1,00,000 से कम जनसंख्या वाले मध्यम आकार के शहरों में निवास करती है जो शहरीकरण की प्रवृत्ति को और अधिक प्रदर्शित करती है।

भारत में जनसंख्या वृद्धि, आर्थिक विविधीकरण, औद्योगिक विकास और बेहतर संपर्क मार्ग द्वारा संचालित होकर बीसवीं सदी के उत्तरार्ध से नगरीकरण की गति तेज हुई है (Rahaman et al., 2018)। जहाँ महानगरों को पर्याप्त विद्वतापूर्ण ध्यान प्राप्त हुआ है, वहीं मध्यम और लघु शहरी केंद्र क्षेत्रीय विकास में अपनी बढ़ती भूमिका के बावजूद अपेक्षाकृत कम अध्ययन का विषय रहे हैं (Escudero Gómez et al., 2019)। ये शहर अक्सर आसपास के ग्रामीण क्षेत्रों के लिए प्रशासनिक, वाणिज्यिक और औद्योगिक केंद्रों के रूप में कार्य करते हैं और भूमि परिवर्तन को प्रभावी ढंग से प्रबंधित करने की संस्थागत क्षमता के बिना तीव्र स्थानिक विस्तार का अनुभव करते हैं। परिणामस्वरूप, ऐसे शहरों में भूमि उपयोग परिवर्तन खंडित, असमान और पर्यावरणीय रूप से संवेदनशील होते हैं। इस प्रकार बढ़ते हुए शहरीकरण का प्रमुख प्रभाव शहरी प्रभाव क्षेत्र के भूमि उपयोग पर



निरंतर देखा गया है जहाँ ये है सकारात्मक एवं नकारात्मक दोनों दृश्यों को रेखांकित करता है।

भूमि उपयोग और भूमि आच्छादन परिवर्तन (Land use and Land Cover) को नगरीकरण प्रक्रिया के प्रत्यक्ष और मापने योग्य परिणाम के रूप में व्यापक रूप से मान्यता प्राप्त है (Khan et al., 2024)। कृषि भूमि, वनस्पति और खुले क्षेत्रों का निर्मित और औद्योगिक भूमि में रूपांतरण मौलिक रूप से शहरी परिदृश्य और पारिस्थितिक तंत्र को बदल देता है (Muchelo et al., 2024)। इन परिवर्तनों का अध्ययन शहरी विकास की प्रकृति, दिशा और तीव्रता में मूल्यवान अंतर्दृष्टि प्रदान करता है। यह नगरीकरण के स्थानिक परिणामों को समझने में भी मदद करता है, जिसमें भूमि विखंडन, हरित आवरण की हानि और प्राकृतिक संसाधनों पर बढ़ता दबाव शामिल है (Shastri et al., 2020)। इसलिए, भूमि उपयोग विश्लेषण शहरी भौगोलिक अनुसंधान का एक आवश्यक घटक बन गया है। वर्तमान समय में बढ़ते हुए तकनीकी के उपयोग एवं उपलब्ध आंकड़ों से शहरीकरण का स्थानिक एवं कालिक विश्लेषण भू-स्थानिक आधारित प्रौद्योगिकी के प्रयोग से अधिक सरल हुआ है।

भू-स्थानिक प्रौद्योगिकियों (Geospatial Technology), विशेष रूप से भौगोलिक सूचना प्रणाली (GIS) और सुदूर संवेदन (Remote Sensing) में प्रगति ने समय के साथ शहरी विस्तार की निगरानी और विश्लेषण करने की क्षमता को महत्वपूर्ण रूप से बढ़ाया है (Weng, 2001)। उपग्रह चित्रों (Satellite Imagery) के माध्यम से भूमि उपयोग प्रतिरूपों का निरंतर और बहु-कालिक अवलोकन संभव हुआ है, जो भूमि परिवर्तन के मात्रात्मक मूल्यांकन की सुविधा प्रदान करता है (Al Rawashdeh & Saleh, 2006)। भौगोलिक सूचना प्रणाली आधारित वर्गीकरण और परिवर्तन पहचान तकनीकों का उपयोग शहरी विकास प्रवृत्तियों, स्थानिक संक्रमणों और प्रमुख भूमि रूपांतरण प्रक्रियाओं की पहचान करने में प्रभावी सिद्ध हुआ है (Morshed et al., 2017; Koko et al., 2020)। ये विधियाँ उन शहरों में नगरीकरण के विश्लेषण के लिए एक विश्वसनीय ढांचा प्रदान करती हैं जहाँ ऐतिहासिक भूमि रिकॉर्ड सीमित या असंगत हैं।

राजस्थान के दक्षिण-पश्चिमी भाग में स्थित जालोर शहर क्रमिक लेकिन निरंतर शहरी विकास का अनुभव करने वाले एक विशिष्ट मध्यम आकार के शहरी केंद्र का प्रतिनिधित्व करता है। पिछले दो दशकों में, जनसंख्या वृद्धि, आर्थिक गतिविधियों और विशेष रूप से

पत्थर एवं ग्रेनाइट प्रसंस्करण (Processing) से संबंधित औद्योगिक विकास के कारण शहर का उल्लेखनीय स्थानिक विस्तार हुआ है। इस विकास के परिणामस्वरूप भूमि उपयोग प्रतिरूपों में प्रत्यक्ष परिवर्तन हुए हैं, जिसमें निर्मित क्षेत्रों का विस्तार, वनस्पति आवरण में कमी और पूर्ववर्ती बंजर या कृषि भूमि का रूपांतरण शामिल है। हालांकि, जालोर शहर में नगरीकरण और भूमि उपयोग परिवर्तन का व्यवस्थित स्थानिक-कालिक विश्लेषण अब तक सीमित रहा है।

जालोर में भूमि उपयोग परिवर्तन के प्रतिरूप और परिमाण को समझना कई कारणों से महत्वपूर्ण है। प्रथम, एक मध्यम आकार के शहर के रूप में, जालोर नगरीकरण की उन गतिक्रियों को दर्शाता है जो प्रमुख महानगरीय क्षेत्रों से भिन्न हैं। द्वितीय, अर्ध-शुष्क वातावरण में इसकी अवस्थिति भूमि परिवर्तन प्रक्रियाओं को अधिक संवेदनशील और संभावित रूप से अपरिवर्तनीय बनाती है। तृतीय, जालोर से प्राप्त निष्कर्ष राजस्थान और भारत के अन्य शुष्क क्षेत्रों के समान शहरों में शहरी विकास प्रक्रियाओं की व्यापक समझ में योगदान दे सकते हैं।

यह अध्ययन 2001 और 2021 के बीच भूमि उपयोग और भूमि आच्छादन परिवर्तनों के विस्तृत विश्लेषण के माध्यम से जालोर शहर में नगरीकरण की स्थानिक-कालिक गतिशीलता की जांच करने का लक्ष्य रखता है। भौगोलिक सूचना प्रणाली आधारित तकनीकों और बहु-कालिक स्थानिक आंकड़ों का उपयोग करके, यह अध्ययन प्रमुख भूमि उपयोग श्रेणियों में परिवर्तनों का मापन करता है और भूमि रूपांतरण के प्रमुख प्रतिरूपों की पहचान करता है। निर्मित और औद्योगिक क्षेत्रों के विस्तार और कृषि भूमि, वनस्पति एवं खुले स्थानों पर उनके प्रभाव को समझने पर विशेष बल दिया गया है।

#### ● साहित्य समीक्षा (Review of Literature)

नगरीकरण पिछले कुछ दशकों में, विशेष रूप से भारत जैसे विकासशील देशों में, सबसे प्रमुख वैश्विक प्रवृत्तियों में से एक रहा है। भारत और अन्य शुष्क क्षेत्रों में प्रारंभिक अध्ययनों ने भूमि उपयोग और भूमि आच्छादन परिवर्तनों की निगरानी के लिए सुदूर संवेदन (Remote Sensing) और पर्यवेक्षित छवि वर्गीकरण (Supervised Image Classification) के उपयोग को शक्तिशाली उपकरणों के रूप में रेखांकित किया। जोग और दीक्षित (2016) के मौलिक कार्य ने शहरी और कृषि अनुप्रयोगों के लिए पर्यवेक्षित छवि



वर्गीकरण की अवधारणा प्रस्तुत की। उनके अध्ययन ने 'मैक्सिमम लाइकलीहुड'(maximum likelihood), 'मिनिमम डिस्टेंस'(minimum distance) और 'सपोर्ट वेक्टर मशीन'(support vector) जैसे एल्गोरिदम (algorithm) का मूल्यांकन किया और 'कापा गुणांक' विश्लेषण के माध्यम से इन वर्गीकरणों की विश्वसनीयता प्रदर्शित की। इसके उपरांत, **गोल्डब्लाट और अन्य (2016)** ने लैंडसैट इमेजरी और गूगल अर्थ इंजन (GEE) का उपयोग करके भारत में निर्मित क्षेत्रों के पर्यवेक्षित वर्गीकरण के लिए एक बड़े पैमाने का डेटासेट विकसित किया। उनका कार्य राष्ट्रीय स्तर पर शहरी सीमाओं की पहचान करने में महत्वपूर्ण था और इसने राजस्थान जैसे छोटे क्षेत्रीय अध्ययनों के लिए लागू होने योग्य एक रूपरेखा प्रदान की।

शुष्क और अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में अनुसंधान ने वर्गीकरण की सटीकता को और अधिक परिष्कृत किया है। उदाहरण के तौर पर, **पांडे और अन्य (2018)** ने महाराष्ट्र में बहु-स्पेक्ट्रमी (Multi-Spectral) उपग्रह चित्रों का विश्लेषण किया ताकि 'LISS-III' और लैंडसैट डेटा का उपयोग करके भूमि को कृषि, बंजर, वन और विकसित क्षेत्रों में वर्गीकृत किया जा सके। उनके पर्यवेक्षित वर्गीकरण ने 88% से अधिक सटीकता प्राप्त की, जो जालोर के पर्यावरण के समान शुष्क परिदृश्यों में इसकी प्रयोज्यता की पुष्टि करती है। **मौलिक और चक्रवर्ती (2017)** ने 'सपोर्ट वेक्टर मशीन' आधारित वर्गीकरण तकनीकों की समीक्षा की और छोटे प्रशिक्षण डेटासेट के साथ भी उनकी मजबूती को नोट किया जो पश्चिमी राजस्थान जैसे डेटा-अभाव वाले क्षेत्रों के अध्ययनों के लिए एक प्रमुख लाभ है। बाद में, **कुसुल और अन्य (2017)** ने फसल और भूमि आच्छादन मानचित्रण के लिए 'डीप लर्निंग' (Deep Learning) को पर्यवेक्षित वर्गीकरण के साथ एकीकृत किया और 85% से अधिक सटीकता प्राप्त की, जिसने स्थानिक विश्लेषण के लिए न्यूरल नेटवर्क की बढ़ती क्षमता का प्रदर्शन किया। **टेम्पा और अन्य (2024)** ने नगरीकरण और वनस्पति हानि के आकलन के लिए 'सेंटिनल-2' (Sentinel-2A) इमेजरी और 'रैंडम फॉरेस्ट' क्लासिफायर (Random Forest Classifier) का उपयोग किया, जिससे सात वर्षों में महत्वपूर्ण शहरी विकास (5-15%) और वनस्पति क्षरण का पता चला। इसी प्रकार, **ली और अन्य (2023)** ने सतत शहरी निगरानी के लिए मशीन लर्निंग और सुदूर संवेदन को एकीकृत करने वाली एक रूपरेखा प्रदान की, जिसमें

शहरी नियोजन में निर्णय लेने के लिए मानव-पर्यवेक्षित दृष्टिकोण के महत्व पर जोर दिया गया।

भारत में नगरीकरण और भूमि उपयोग परिवर्तन पर बढ़ते साहित्य के बावजूद, अधिकांश अध्ययन दिल्ली, मुंबई, बेंगलुरु और जयपुर जैसे बड़े महानगरीय क्षेत्रों पर केंद्रित रहे हैं। तुलनात्मक रूप से ऐसे अध्ययन कम हैं जिन्होंने अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में स्थित मध्यम आकार के शहरों का परीक्षण किया हो, जहाँ पर्यावरणीय बाधाएँ और संसाधन सीमाएँ शहरी विकास के साथ मजबूती से परस्पर क्रिया करती हैं। पश्चिमी राजस्थान, जो शुष्क और अर्ध-शुष्क जलवायु परिस्थितियों, नाजुक पारिस्थितिक तंत्र और सीमित जल उपलब्धता की विशेषता रखता है, शहरी विस्तार के अध्ययन के लिए एक विशिष्ट संदर्भ प्रस्तुत करता है। ऐसे क्षेत्रों में, नगरीकरण से जुड़े भूमि उपयोग परिवर्तन पर्यावरणीय स्थिरता और क्षेत्रीय लचीलेपन के लिए दीर्घकालिक प्रभाव डाल सकते हैं।

#### ● उद्देश्य

- वर्ष 2001 से 2021 के दौरान जालोर नगर में नगरीकरण की स्थानिक एवं कालिक प्रवृत्तियों का भौगोलिक सूचना प्रणाली व सुदूर संवेदन तकनीकों के माध्यम से अध्ययन करना।
- नगरीकरण के परिणामस्वरूप भूमि उपयोग एवं भूमि आच्छादन में हुए प्रमुख परिवर्तनों का मात्रात्मक विश्लेषण करना।
- अर्ध-शुष्क पर्यावरण में स्थित जालोर जैसे मध्यम आकार के नगर में नगरीकरण के पर्यावरणीय प्रभावों को समझना तथा सतत शहरी नियोजन हेतु उपयोगी सुझाव प्रस्तुत करना।

#### ● अध्ययन क्षेत्र

जालोर शहर भारत के राजस्थान राज्य के दक्षिण-पश्चिमी भाग में स्थित है और जालोर जिले के प्रशासनिक मुख्यालय के रूप में कार्य करता है। भौगोलिक रूप से, यह लगभग  $25^{\circ}16'$  से  $25^{\circ}24'$  उत्तरी अक्षांश और  $72^{\circ}33'$  से  $72^{\circ}42'$  पूर्वी देशांतर पर स्थित है (मानचित्र संख्या 1), जो इसे पश्चिमी राजस्थान के अर्ध-शुष्क क्षेत्र के अंतर्गत रखता है। अरावली पर्वत श्रृंखला और मारवाड़ के मैदानों के बीच संक्रमणकालीन सीमा के निकट इसकी स्थिति शहर को विशिष्ट भौतिक विशेषताएँ प्रदान करती है, जिसने समय के साथ इसके

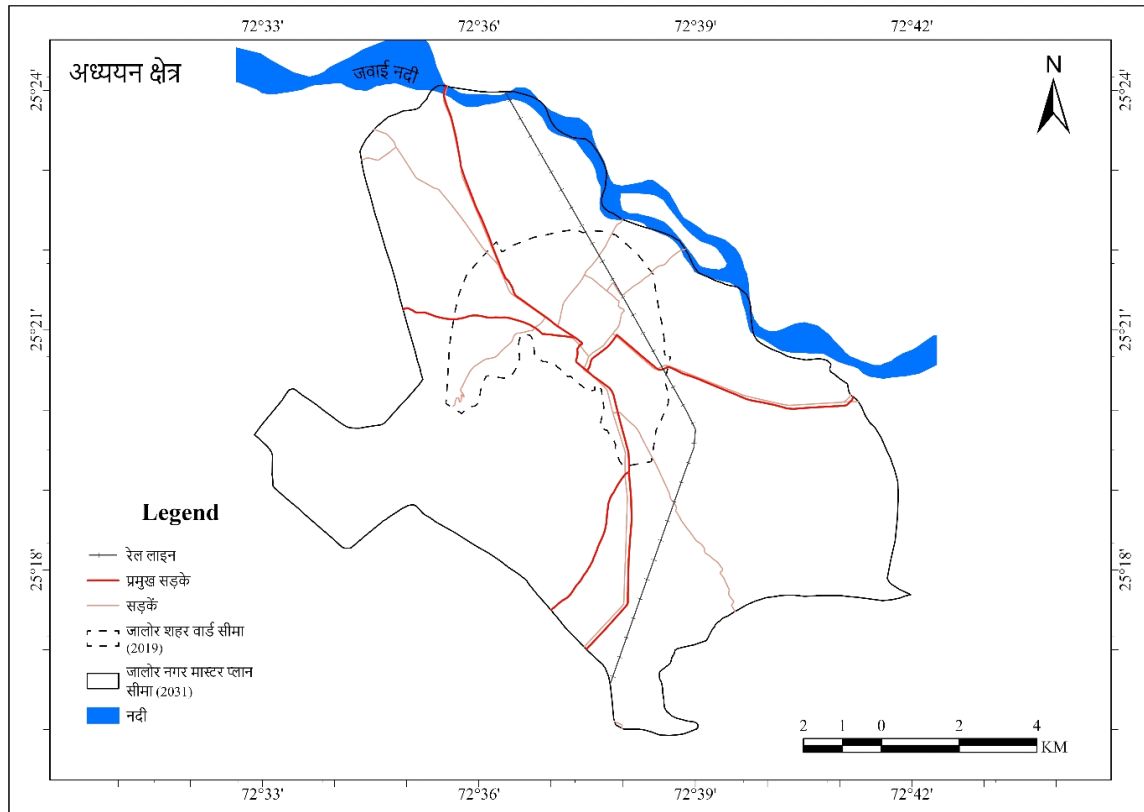


स्थानिक विकास और भूमि उपयोग प्रतिरूप को प्रभावित किया है। यह शहर अरावली श्रेणी के उत्तरी विस्तार से जुड़ी अलग-थलग पहाड़ियों और मंद ढाल वाले मैदानों द्वारा चिह्नित एक लहरदार स्थलाकृति पर बसा है। समुद्र तल से लगभग 162 मीटर की औसत ऊँचाई के साथ, यहाँ के भू-भाग ने शहरी विस्तार को सीमित करने के साथ-साथ निर्देशित भी किया है, जिससे मुख्य रूप से अपेक्षाकृत समतल और सुलभ क्षेत्रों में विकास संभव हुआ है। इन भू-आकृतिक स्थितियों ने शहर की बस्ती संरचना को आकार देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है।

जलवायु की दृष्टि से, जालोर एक गर्म अर्ध-शुष्क वातावरण का अनुभव करता है, जिसकी विशेषता ग्रीष्मकाल का अत्यधिक तापमान और दक्षिण-पश्चिम मानसून के दौरान केंद्रित कम एवं असमान वर्षा है। ऐसी जलवायु परिस्थितियाँ भूमि और जल संसाधनों पर निरंतर दबाव डालती हैं, जो कृषि पद्धतियों, वनस्पति वितरण

और शहरी भूमि उपयोग संबंधी निर्णयों को प्रभावित करती हैं। बारहमासी नदियों का अभाव और मौसमी जल निकासी चैनलों पर निर्भरता स्थानीय भूमि संसाधनों की संवेदनशीलता को और अधिक बढ़ा देती है।

हाल के दशकों में, जालोर ने निरंतर जनसंख्या वृद्धि देखी है क्योंकि यह प्रशासन, व्यापार और सेवाओं के लिए एक जिला-स्तरीय केंद्र के रूप में कार्य करता है। आर्थिक गतिविधियों, विशेष रूप से पत्थर और ग्रेनाइट प्रसंस्करण ने रोजगार सृजन और शहर के स्थानिक पुनर्गठन में योगदान दिया है। यहाँ शहरी विकास का प्रतिरूप मुख्य क्षेत्र में सघन विकास और परिवहन गलियारों के साथ बाहर की ओर विस्तार के रूप में रहा है, जो जालोर को अर्ध-शुष्क परिवेश में क्रमिक शहरी परिवर्तन से गुजर रहे एक प्रतिनिधि मध्यम आकार के शहर के रूप में स्थापित करता है।



मानचित्र 1: जालोर नगर का अध्ययन क्षेत्र मानचित्र

स्रोत : जालोर मास्टर प्लान 2031, India WRIS



● **आँकड़े एवं शोध पद्धति (Data and Methodology)**

● **आँकड़ों के स्रोत (Data Source)**

वर्तमान अध्ययन जालोर शहर में नगरीकरण-जनित भूमि उपयोग और भूमि आच्छादन परिवर्तनों (LULC Changes) का विश्लेषण करने के लिए बहु-कालिक (Multi-Temporal)

उपग्रह आँकड़ों पर आधारित है (तालिका संख्या 1), जिसे सहायक स्थानिक और सांख्यिकीय आँकड़े भी शामिल है। उपरोक्त अध्ययन में लैंडसैट उपग्रह (Landsat Satellite) चित्रों का चयन उनकी दीर्घकालिक उपलब्धता, मध्यम स्थानिक विभेदन (spatial resolution) और शहरी भूमि उपयोग अध्ययनों के लिए सिद्ध उपयुक्तता के कारण किया गया था।

तालिका संख्या 1: उपग्रह आँकड़ों का विवरण

उपग्रह सेंसर	वर्ष	पाथ / रो	अधिग्रहण तिथि	स्थानिक विभेदन	प्रयुक्त स्पेक्ट्रल बैंड
Landsat 7 ETM+	2001	149 / 42	21/11/2001	30 मीटर	बैंड 1-5 एवं बैंड 7
Landsat 8 OLI	2022	149 / 42	10/12/2021	30 मीटर	बैंड 2-7

स्रोत: USGS Earth Explorer

वर्ष 2001 के भू उपयोग के लिए 'लैंडसैट 7 एन्हांसड थेमैटिक मैपर प्लस'(Landsat 7 ETM+) के चित्रों का उपयोग किया गया, जबकि वर्ष 2021 के लिए 'लैंडसैट 8 ऑपरेशनल लैंड इमेजर' (Landsat 8 OLI) के चित्रों का प्रयोग किया गया। दोनों डेटासेट 'यूनाइटेड स्टेट्स जियोलॉजिकल सर्वे' (USGS) अर्थ एक्सप्लोरर प्लेटफॉर्म से प्राप्त किए गए थे। वायुमंडलीय प्रभावों और वनस्पतियों के मौसमी बदलाव को कम करने के लिए शुष्क मौसम के चित्रों का चयन किया गया, ताकि दोनों समय अवधियों के बीच बेहतर तुलना सुनिश्चित की जा सके (Choate et al., 2021; Ramsey et al., 2004)। उपग्रह आँकड़ों के अतिरिक्त, अध्ययन क्षेत्र को परिभाषित करने और शहरी विकास के प्रतिरूपों की व्याख्या करने के लिए नगर निकाय सीमा मानचित्रों और जनगणना आधारित जनसांख्यिकीय जानकारी का उपयोग किया गया।

सभी स्थानिक आँकड़ों का प्रसंस्करण और विश्लेषण सुदूर संवेदन और भौगोलिक सूचना प्रणाली सॉफ्टवेयर का उपयोग करके किए गए, जिसमें मुख्य रूप से छवि वर्गीकरण और स्थानिक विश्लेषण के लिए 'आर्क-जीआईएस' (ArcGIS) और डेटा विश्लेषण के लिए 'माइक्रोसॉफ्ट एक्सेल' (MS Excel) का उपयोग किया गया।

● **विश्लेषण विधि (Analysis Methods)**

● **छवि पूर्व-प्रसंस्करण (Image Pre-Processing)**

वर्गीकरण से पूर्व, ज्यामितीय और रेडियोमेट्रिक (Orthomorphic and radiometric Correction) निरंतरता सुनिश्चित करने के लिए उपग्रह चित्रों को मानक पूर्व-प्रसंस्करण प्रक्रियाओं से गुजारा गया (Choate et al., 2021)। सर्वप्रथम, चित्रों को ज्यामितीय रूप से सही किया गया और एक समान समन्वय प्रणाली (WGS 84 UTM 43N Datum) पर प्रक्षेपित किया गया। इस चरण ने 2001 और 2021 के डेटासेट के बीच स्थानिक संरेखण सुनिश्चित किया। सेंसर से संबंधित त्रुटियों और वायुमंडलीय विकृतियों को कम करने के लिए रेडियोमेट्रिक सुधार लागू किया गया (Janzen et al., 2006)। इसके पश्चात, सटीक अध्ययन क्षेत्र प्राप्त करने के लिए जालोर शहर के मास्टर प्लान 2031 की नगर निकाय सीमा का उपयोग करके छवियों की उप-सेटिंग की गई।

● **भूमि उपयोग एवं भूमि आच्छादन वर्गीकरण योजना (LULC Classification Scheme)**

भूमि उपयोग और भूमि आच्छादन श्रेणियों को वर्गीकृत करने के लिए 'पर्यवेक्षित वर्गीकरण' (Supervised Classification) दृष्टिकोण अपनाया गया। दृश्य व्याख्या,



क्षेत्रीय ज्ञान और शहरी भूमि उपयोग अध्ययनों पर उपलब्ध साहित्य के आधार पर निम्नलिखित भूमि उपयोग वर्गों की पहचान की गई:

- निर्मित क्षेत्र
- कृषि भूमि
- बंजर / खुली भूमि
- वनस्पति
- मध्यम से सघन वन
- जल निकाय
- औद्योगिक क्षेत्र

यह वर्गीकरण योजना नगरीकरण से जुड़े प्रमुख भूमि उपयोग प्रकारों को दर्ज करने और दोनों अध्ययन वर्षों के बीच निरंतरता बनाए रखने के लिए तैयार की गई। वर्गीकरण योजना निर्धारित करने के बाद, 'मैक्सिमम लाइकलीहुड क्लासिफिकेशन' (MLC) एल्गोरिदम (Algorithm) का उपयोग करके पर्यवेक्षित वर्गीकरण किया गया (Hogland et al., 2013)। यह विधि सांख्यिकीय संभाव्यता सिद्धांत पर आधारित है और यह मानती है कि प्रत्येक वर्ग के स्पेक्ट्रल मान सामान्य वितरण का पालन करते हैं (Sisodia et al., 2014)। MLC प्रत्येक पिक्सेल को उस वर्ग में आवंटित करता है जिसके लिए उसकी सदस्यता की संभावना सबसे अधिक होती है, जो इसे शहरी अध्ययनों में सबसे विश्वसनीय और व्यापक रूप से उपयोग की जाने वाली वर्गीकरण तकनीकों में से एक बनाता है।

प्रत्येक भूमि उपयोग श्रेणी के लिए प्रशिक्षण नमूनों (Training samples) का चयन सावधानीपूर्वक 'फॉल्स कलर कम्पोजिट' (FCC) छवियों की दृश्य व्याख्या, उच्च-विभेदन संदर्भ चित्रों और अध्ययन क्षेत्र के स्थानीय ज्ञान के संयोजन का उपयोग करके किया गया। भूमि आच्छादन प्रकारों के भीतर स्पेक्ट्रल परिवर्तनशीलता (Spectral Change) को दर्ज करने के लिए प्रत्येक वर्ग हेतु कई प्रशिक्षण बहुभुज (polygons) बनाए गए।

वर्गीकरण प्रक्रिया में निम्नलिखित चरण शामिल थे:

- प्रत्येक भूमि उपयोग वर्ग के लिए प्रतिनिधि प्रशिक्षण नमूनों का चयन
- वर्ग हस्ताक्षरों (Spectral signatures) का सांख्यिकीय मूल्यांकन
- मैक्सिमम लाइकलीहुड क्लासिफिकेशन (Maximum Likelihood classifier) का निष्पादन

- 2001 और 2021 के लिए वर्गीकृत भूमि उपयोग मानचित्रों का निर्माण

पिक्सेल-स्तर की त्रुटियों को कम करने और मानचित्र की स्पष्टता बढ़ाने के लिए वर्गीकरण के बाद स्मूथिंग प्रक्रिया लागू की गई। इसके उपरांत, गलत पहचान को सुधार कर वर्गीकरण की सटीकता सुनिश्चित करने के लिए रास्टर छवि को वेक्टर प्रारूप में परिवर्तित किया गया।

● **परिवर्तन मैट्रिक्स विश्लेषण (LULC Change Matrix)**  
एक 'पश्च-वर्गीकरण तुलना' (Post-classification comparison) विधि द्वारा विभिन्न वर्षों के चित्रों को स्वतंत्र रूप से वर्गीकृत करके और पिक्सेल की तुलना करके स्थानिक-कालिक भूमि उपयोग परिवर्तन का विश्लेषण किया गया। भौगोलिक सूचना प्रणाली उपकरणों का उपयोग करके प्रत्येक भूमि उपयोग वर्ग के लिए क्षेत्र के सांख्यिकीय आँकड़ों की गणना की गई, जिससे लाभ और हानि का मात्रात्मक निर्धारण किया गया। एक 'भूमि उपयोग परिवर्तन मैट्रिक्स' के माध्यम से विभिन्न वर्गों के बीच होने वाले संक्रमणों का परीक्षण किया गया। निर्मित और औद्योगिक क्षेत्रों को 'अपरिवर्तनीय' श्रेणियों के रूप में माना गया, जिससे कृषि, वनस्पति और बंजर भूमि से शहरी उपयोगों में रूपांतरण के मार्गों की पहचान करने में मदद मिली।

- **परिणाम एवं विवेचना**

- **परिणाम**

- **भूमि उपयोग एवं भूमि आच्छादन प्रतिरूप (2001)**

वर्ष 2001 में जालोर शहर का भूमि उपयोग और भूमि आच्छादन (LULC) वितरण एक अर्ध-शुष्क वातावरण के भीतर शहरी विकास को दर्शाता है। तालिका 2 एवं मानचित्र संख्या 2 के अनुसार जालोर नगर (2031 मास्टर प्लान की सीमा रेखा के अनुसार) कृषि भूमि उपयोग प्रमुख श्रेणी थी, जो लगभग 5,418.30 हेक्टेयर क्षेत्र में है, जो की कुल वर्तमान शहरी क्षेत्र का लगभग 49 प्रतिशत हिस्सा था। यह शहर के मजबूत कृषि आधार और आसपास के ग्रामीण क्षेत्रों के साथ इसके घनिष्ठ कार्यात्मक जुड़ाव को इंगित करता है। बंजर भूमि दूसरी सबसे बड़ी श्रेणी के रूप में दर्ज की गई, जो लगभग 3,437.63 हेक्टेयर (31.07 प्रतिशत) क्षेत्र में विस्तृत थी, जो अर्ध-शुष्क परिदृश्यों की एक विशिष्ट विशेषता है एवं बदलते हुए भूमि उपयोग की मध्यम अवस्था को इंगित करती है।



वही वनस्पति आवरण, जिसमें खुले वनस्पतिक क्षेत्र शामिल हैं, 1,373.59 हेक्टेयर (12.41 प्रतिशत) था, जबकि मध्यम से सघन वन मुख्यतः जालोर नगर की दक्षिण में स्थित पहाड़ी क्षेत्र में पाया जाता है, अपेक्षाकृत कम क्षेत्र (224.65 हेक्टेयर या 2.03 प्रतिशत) में व्याप्त थी। वही निर्मित क्षेत्र (built-up

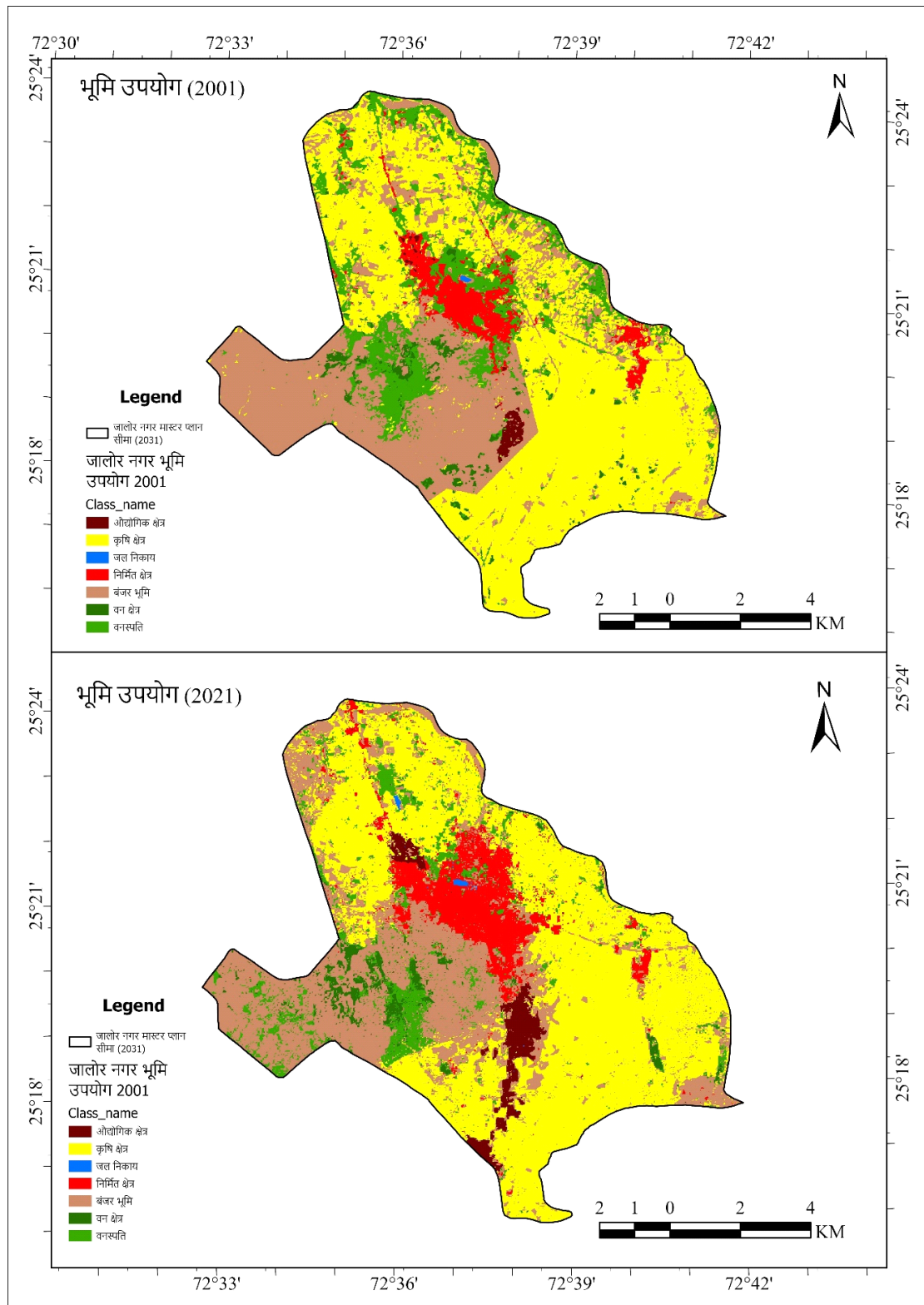
land) केवल 533.50 हेक्टेयर क्षेत्र को कवर करता था, जो कुल क्षेत्रफल का मात्र 4.82 प्रतिशत था, जो शुरुआत में सीमित शहरी फैलाव का सुझाव देता है। औद्योगिक भूमि और जल निकायों का अनुपात बहुत कम था, जिससे यह स्पष्ट होता है कि उस समय आर्थिक और ढांचागत विकास अभी अपनी प्रारंभिक अवस्था में था।

तालिका संख्या 2: जालोर नगर का भूमि उपयोग (2001 एवं 2021)

भूमि उपयोग श्रेणी	2001	2021	परिवर्तन (±)	2001 (%)	2021 (%)	प्रतिशत परिवर्तन
बंजर भूमि	3437.63	3202.73	-234.90	31.07	28.95	-2.12
निर्मित क्षेत्र	533.5	935.31	401.81	4.82	8.45	3.63
कृषि क्षेत्र	5418.3	5563.83	145.53	48.97	50.29	1.32
मध्यम से सघन वन	224.65	256.34	31.69	2.03	2.32	0.29
वनस्पति क्षेत्र	1373.59	783.03	-590.56	12.41	7.08	-5.33
जल निकाय	4	13.25	9.25	0.04	0.12	0.08
औद्योगिक क्षेत्र	72.55	309.3	236.75	0.66	2.8	2.14
<b>कुल</b>	<b>11064.22</b>	<b>11063.79</b>	—	<b>100</b>	<b>100</b>	—

स्रोत : उपग्रह आँकड़ों का भू-स्थानिक विश्लेषण से प्राप्त

( हेक्टेयर में)



मानचित्र 2 : जालोर नगर का भू उपयोग वर्ष 2001 एवं 2021

स्रोत: Landsat 7 & 8, ArcGIS Software



● **भूमि उपयोग एवं भूमि आच्छादन प्रतिरूप (2021)**

तालिका 2 एवं मानचित्र संख्या 2 के अनुसार जालोर नगर (2031 मास्टर प्लान की सीमा रेखा के अनुसार) वर्ष 2021 तक, जालोर शहर की भूमि उपयोग और भूमि आच्छादन संरचना में प्रत्यक्ष परिवर्तन देखे गए हैं। कृषि भूमि अब भी सबसे प्रमुख श्रेणी बनी रही, जो थोड़े विस्तार के साथ 5,563.83 हेक्टेयर (50.29 प्रतिशत) हो गई, जो निरंतर नगरीकरण के बावजूद कृषि के बने हुए महत्व को दर्शाती है। बंजर भूमि घटकर 3,202.73 हेक्टेयर (28.95 प्रतिशत) रह गई, जो अन्य भूमि उपयोग श्रेणियों में इसके क्रमिक रूपांतरण का संकेत देती है।

सबसे महत्वपूर्ण परिवर्तन निर्मित क्षेत्र (built-up area) में देखा गया, जो बढ़कर 935.31 हेक्टेयर हो गया, जो कुल क्षेत्रफल का

8.45 प्रतिशत है। औद्योगिक भूमि में भी व्यापक वृद्धि दर्ज की गई, जो 72.55 हेक्टेयर से बढ़कर 309.30 हेक्टेयर (2.80 प्रतिशत) हो गई, जो शहर के भीतर बढ़ती आर्थिक गतिविधियों को रेखांकित करती है। इसके विपरीत, वनस्पति आवरण (vegetation cover) में भारी गिरावट आई और यह घटकर 783.03 हेक्टेयर (7.08 प्रतिशत) रह गया, जबकि मध्यम से सघन वन क्षेत्र में कम वृद्धि देखी गई और यह 256.34 हेक्टेयर (2.32 प्रतिशत) तक पहुँच गई। जल निकाय, विस्तार में अब भी सीमित होने के बावजूद, 4.00 हेक्टेयर से बढ़कर 13.25 हेक्टेयर हो गए, परन्तु जल निकाय के क्षेत्र में वृद्धि मुख्यतः औद्योगिक क्षेत्र में वृद्धि एवं औद्योगिकरण से निकला गंदे जल के भराव के कारण हुआ है यह वृद्धि औद्योगिक कारणों के नकारात्मक प्रभाव को दर्शाती है।

● **भूमि उपयोग एवं भूमि आच्छादन में परिवर्तन (2001-2021)**

तालिका संख्या 3: जालोर नगर का भूमि उपयोग परिवर्तन (2001 एवं 2021)

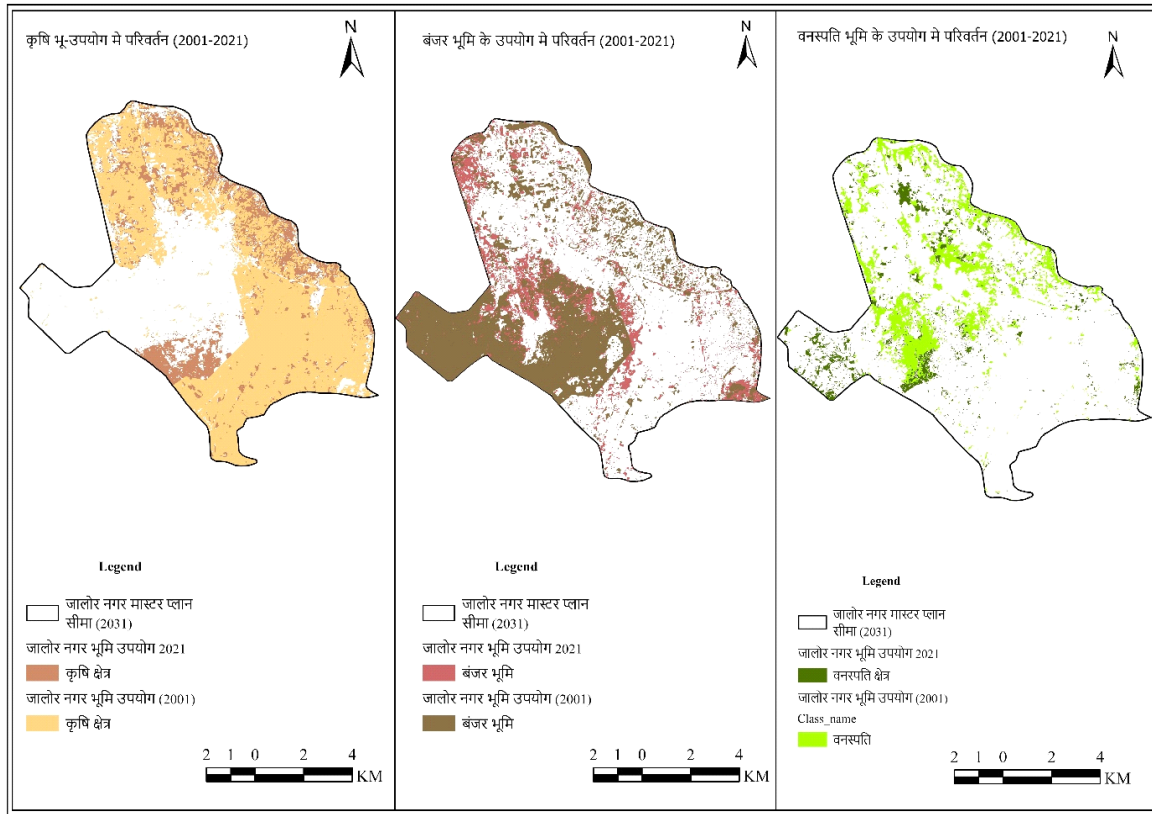
2001 \ 2021	बंजर भूमि	कृषि क्षेत्र	मध्यम से सघन वन	वनस्पति	जल निकाय	निर्मित क्षेत्र	औद्योगिक क्षेत्र	कुल (2001)
बंजर भूमि	3202.73	0	0	0	0	234.9	0	3437.63
कृषि क्षेत्र	0	5418.3	0	0	0	145.53	0	5418.3
मध्यम से सघन वन	0	0	224.65	0	0	31.69	0	224.65
वनस्पति	0	145.53	31.69	783.03	0	413.34	0	1373.59
जल निकाय	0	0	0	0	4	0	9.25	4
निर्मित क्षेत्र	0	0	0	0	0	533.5	0	533.5
औद्योगिक क्षेत्र	0	0	0	0	0	0	72.55	72.55
<b>कुल (2021)</b>	<b>3202.73</b>	<b>5563.83</b>	<b>256.34</b>	<b>783.03</b>	<b>13.25</b>	<b>935.31</b>	<b>309.3</b>	<b>11063.79</b>

स्रोत: उपग्रह आँकड़ों का भू-स्थानिक विश्लेषण से प्राप्त

(हेक्टेयर में)

तालिका 3 एवं मानचित्र संख्या 3 के अनुसार, भूमि उपयोग और भूमि आच्छादन परिवर्तन मैट्रिक्स वर्ष 2001 से 2021 के बीच जालोर शहर में नगरीकरण-जनित रूपांतरण की विस्तृत समझ प्रदान करता है। यह मैट्रिक्स स्पष्ट रूप से दर्शाता है कि इस अवधि के दौरान शहरी विकास मुख्य रूप से विस्तार-उन्मुख था

और प्राथमिक रूप से गैर-शहरी भूमि श्रेणियों के निर्मित और औद्योगिक उपयोगों में रूपांतरण पर निर्भर था। सभी भूमि उपयोग परिवर्तनों में सबसे महत्वपूर्ण बदलाव निर्मित श्रेणी के विस्तार की दिशा में थे, जो 2001 में 533.50 हेक्टेयर से बढ़कर 2021 में 935.31 हेक्टेयर हो गया।



मानचित्र 3: जालोर नगर का भूमि उपयोग परिवर्तन (2001 एवं 2021)

स्रोत: Landsat 7 & 8, ArcGIS Software

बंजर भूमि शहरी विस्तार के लिए सबसे महत्वपूर्ण स्रोत के रूप में उभरी। 2001 की कुल बंजर भूमि में से लगभग 234.90 हेक्टेयर क्षेत्र 2021 तक निर्मित क्षेत्रों में परिवर्तित हो गया। यह संक्रमण अर्ध-शुष्क शहरों में शहरी विकास के विशिष्ट प्रतिरूप को रेखांकित करता है, जहाँ कम उपयोग वाली या खुली भूमि शहरी विस्तार के प्रथम मोर्चे के रूप में कार्य करती है। कृषि भूमि की तुलना में कम अधिग्रहण लागत और कम तत्काल सामाजिक बाधाओं के कारण अक्सर ऐसे भूमि रूपांतरण को प्राथमिकता दी जाती है।

कृषि भूमि ने भी शहरी विकास में योगदान दिया, जिसमें 145.53 हेक्टेयर क्षेत्र निर्मित क्षेत्रों में परिवर्तित हो गया। हालांकि, मैट्रिक्स से पता चलता है कि कृषि भूमि का एक बड़ा हिस्सा अपरिवर्तित रहा, जो शहरी सीमांत क्षेत्रों पर कृषि गतिविधियों के लचीलेपन को दर्शाता है। साथ ही, पूर्ववर्ती वनस्पति भूमि के 145.53 हेक्टेयर क्षेत्र पर कृषि का विस्तार हुआ, जो शहरी कार्यों द्वारा साधारण प्रतिस्थापन के बजाय भूमि उपयोग के एक जटिल पुनर्गठन का सुझाव देता है। इसके साथ ही वनस्पति भूमि का कृषि में परिवर्तित

होना प्राकृतिक संसाधनों के प्रति दबाव को भी करता है। वहीं कृषि भूमि का बंजर भूमि में परिवर्तन शहरीकरण की ओर बदले हुए भूमि अधिग्रहण अवस्था को दर्शाता है जिसमें कृषि भूमि प्रारंभ में बंजर भूमि में परिवर्तित होती है एवं उसके पश्चात बंजर भूमि पर औद्योगिक एवं नगरीय विकास होता है।

वनस्पति आवरण में कई संक्रमण मार्ग देखे गए। वनस्पति भूमि का एक महत्वपूर्ण हिस्सा (413.34 हेक्टेयर) निर्मित क्षेत्रों में परिवर्तित हो गया, जिससे शहरी अतिक्रमण के मामले में वनस्पति सबसे अधिक प्रभावित श्रेणी बन गई। इसके अतिरिक्त, वनस्पति के कुछ हिस्से कृषि और मध्यम से सघन वन श्रेणियों में परिवर्तित हुए, जो दर्शाता है कि सरकार एवं नगरीय निकाय द्वारा वन संरक्षण के लिए चलाए गये अभियान से खुले वन क्षेत्र, मध्यम से सघन वन क्षेत्रों में परिवर्तित हुआ है। मध्यम से सघन वन क्षेत्रों में अपेक्षाकृत अधिक स्थिरता देखी गई, जहाँ केवल 31.69 हेक्टेयर भूमि निर्मित क्षेत्र में परिवर्तित हुई, जो यह संकेत देती है कि ऐसे क्षेत्र तुलनात्मक रूप से कम सुलभ एवं जालोर पहाड़ी के ढलान क्षेत्र में मध्यम से सघन वन क्षेत्र, औद्योगिक एवं निवास के लिए उपयुक्त स्थान नहीं है।



औद्योगिक भूमि का विस्तार पूरी तरह से एकदिशीय था, जो 72.55 हेक्टेयर से बढ़कर 309.30 हेक्टेयर हो गया, जिसमें कोई विपरीत संक्रमण नहीं देखा गया। यह औद्योगिक विकास की अपरिवर्तनीय प्रकृति और शहरी परिदृश्य को आकार देने में इसकी मजबूत भूमिका की पुष्टि करता है। जालोर नगर में औद्योगिक विकास मुख्यतः दक्षिण पश्चिम दिशा में राजमार्ग के दोनों ओर ग्रेनाइट की प्रशस्करण इकाइयों द्वारा फैला हुआ है (मानचित्र 3)। समग्र रूप से भूमि उपयोग परिवर्तन मैट्रिक्स यह प्रदर्शित करता है कि जालोर शहर में नगरीकरण स्थानिक रूप से चयनात्मक, पर्यावरणीय रूप से प्रभावशाली और काफी हद तक अपरिवर्तनीय रहा है, जिसमें बंजर और वनस्पति भूमि निरंतर शहरी विस्तार के प्राथमिक स्रोत के रूप में कार्यरत रही है।

#### ● विवेचना

इस अध्ययन के परिणाम प्रदर्शित करते हैं कि 2001 से 2021 के बीच जालोर शहर में नगरीकरण क्रमिक लेकिन निरंतर रहा है, जो अर्ध-शुष्क क्षेत्रों के मध्यम आकार के शहरों में देखी जाने वाली व्यापक प्रवृत्ति को दर्शाता है। निर्मित और औद्योगिक भूमि का विस्तार भूमि उपयोग परिवर्तन के प्रमुख कारकों के रूप में उभरा, जो आवासीय, वाणिज्यिक और आर्थिक स्थान की बढ़ती मांग का संकेत देता है। यह प्रतिरूप पुष्टि करता है कि ऐसे शहरों में शहरी विकास मुख्य रूप से आंतरिक घनत्व बढ़ाने के बजाय बाह्य विस्तार के माध्यम से समायोजित किया जाता है।

बंजर भूमि ने शहरी विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है, जिसमें से लगभग 234.90 हेक्टेयर क्षेत्र निर्मित विकास के लिए प्राथमिक भूमि भंडार के रूप में परिवर्तित हुआ। यह प्रवृत्ति अर्ध-शुष्क शहरी वातावरण की विशेषता है, जहाँ कम उपयोग वाली भूमि को शहरी ताने-बाने में आसानी से अवशोषित कर लिया जाता है। औद्योगिक विस्तार ने स्थानिक पुनर्गठन में और योगदान दिया, जिससे परिधीय विकास को बल मिला और आसपास के भूमि संसाधनों पर दबाव बढ़ा। निर्मित और औद्योगिक भूमि रूपांतरण की अपरिवर्तनीय प्रकृति प्रारंभिक शहरी विकास निर्णयों के दीर्घकालिक निहितार्थों को रेखांकित करती है।

अध्ययन अवधि के दौरान समग्र रूप से कृषि भूमि में सापेक्ष स्थिरता देखी गई, जो शहरी सीमांत पर शहरी और कृषि कार्यों के निरंतर सह-अस्तित्व का सुझाव देती है परन्तु स्थानीय विश्लेषण से ज्ञात होता है कि कृषि भूमि का बंजर एवं निर्मित क्षेत्र में रूपांतरण एवं शहर के

परिधि क्षेत्र की बंजर भूमि का कृषि भूमि में व वनस्पति क्षेत्र का कृषि में रूपांतरण हुआ है। हालांकि, कृषि भूमि का निर्मित क्षेत्रों में चयनात्मक रूपांतरण उस उभरते दबाव का संकेत देता है जो भविष्य में तीव्र हो सकता है। वनस्पति आवरण में सबसे महत्वपूर्ण गिरावट दर्ज की गई, जो जलवायु की दृष्टि से संवेदनशील वातावरण में शहरी एवं कृषि क्षेत्र का अतिक्रमण और सीमित संरक्षण को दर्शाती है। हरित आवरण की ऐसी हानि पारिस्थितिक संतुलन और सूक्ष्म-जल विश्लेषण वायु परिस्थितियों के लिए गंभीर निहितार्थ रखती है। अतः जालोर में नगरीकरण स्थानिक रूप से चयनात्मक और विस्तार-उन्मुख रहा है, जो अर्ध-शुष्क क्षेत्रों के मध्यम आकार के शहरों में सतत विकास को समर्थन देने के लिए भूमि उपयोग परिवर्तन की निरंतर निगरानी के महत्व पर बल देता है।

#### ● निष्कर्ष

यह भौगोलिक अध्ययन वर्ष 2001 से 2021 तक के बहु-कालिक लैंडसैट आंकड़ों का विश्लेषण करके जालोर नगर में स्थानिक-कालिक शहरीकरण प्रक्रिया का विस्तृत मूल्यांकन करता है। यह दर्शाता है कि जालोर शहर में नगरीकरण की प्रक्रिया अत्यंत गतिशील रही है, जिसमें निर्मित और औद्योगिक क्षेत्र में उल्लेखनीय वृद्धि देखी गई। यह विस्तार मुख्य रूप से बंजर भूमि और वनस्पति क्षेत्रों की कीमत पर संभव हुआ है। यह नगर में बढ़ती जनसंख्या और भौतिक विकास को दर्शाता है। कृषि भूमि का अपेक्षाकृत कुल क्षेत्रफल स्थिर रहा है परंतु स्थानिक रूप से कृषि क्षेत्र में आमूल परिवर्तन हुए हैं, प्रारंभ में जहाँ कृषि भूमि नगर के कोर क्षेत्र के पास थी वह धीरे-धीरे नगर परिधि क्षेत्र की ओर बंजर व वनस्पति क्षेत्र पर विस्तार किया है।

विकास और भूमि उपयोग परिवर्तन का सबसे अधिक नकारात्मक प्रभाव नगर की प्राकृतिक वनस्पति पर पड़ा है। वर्ष 2001 में वनस्पति क्षेत्र 1373.59 हेक्टेयर था, जो 2021 में घटकर मात्र 783.03 हेक्टेयर रह गया। इस क्षेत्र का एक बहुत बड़ा हिस्सा निर्मित क्षेत्र (413.34 हेक्टेयर) और कृषि क्षेत्र (145.53 हेक्टेयर) में तब्दील हो गया है। नगरीकरण से वनस्पति क्षेत्र में हुई यह गिरावट अर्ध-शुष्क परिवेश में पर्यावरणीय संवेदनशीलता को गहराई से उजागर करती है और मध्यम आकार के शहरों में निरंतर निगरानी तथा सतत भूमि प्रबंधन की आवश्यकता पर बल देती है। बंजर भूमि का उपयोग नगर के निर्मित क्षेत्र को विकसित करने के लिए किया गया है, इस कारण बंजर क्षेत्र में भी कमी आई है।



जालोर शहर के संदर्भ में, यह अध्ययन दर्शाता है कि स्थानीय पारिस्थितिकी तंत्र में महत्वपूर्ण परिवर्तन हुए हैं जिनके दीर्घकालीन प्रभाव हो सकते हैं। अतः, भविष्य में शहरीकरण की प्रक्रिया को अधिक सुविचारित और संतुलित तरीके से संचालित करना होगा जिससे पर्यावरणीय क्षरण को न्यूनतम किया जा सके तथा विकास कार्यों के साथ-साथ पर्यावरण और पारिस्थितिकी का संतुलन भी बना रहे। यह शोध मध्यम आकार के शहरों में सतत विकास और प्रभावी भूमि प्रबंधन के लिए एक वैज्ञानिक आधार प्रदान करता है।

#### ● मुद्दाव

● **नियोजित शहरी विस्तार (Planned Urban Development):** जालोर नगर में निर्मित और औद्योगिक भूमि के तीव्र विस्तार को देखते हुए मास्टर प्लान 2031 के प्रावधानों का कठोरता से पालन आवश्यक है। शहरी विकास को नियंत्रित दिशा में सीमित रखते हुए अनियोजित परिधीय विस्तार पर रोक लगाई जानी चाहिए।

● **ग्रीन बेल्ट का निर्माण :** वनस्पति आवरण में हुई उल्लेखनीय कमी पारिस्थितिक असंतुलन का संकेत देती है। अतः औद्योगिक क्षेत्रों और आवासीय क्षेत्रों के बीच एक सघन ग्रीन बेल्ट विकसित की जानी चाहिए। वृक्षारोपण में केवल उन स्थानीय पेड़ों (जैसे- खेजड़ी, रोहिड़ा, नीम, और जाल) को प्राथमिकता दी जाए जो कम पानी में जीवित रह सकते हैं और स्थानीय पारिस्थितिकी तंत्र के अनुकूल हैं।

● **स्लरी डंपिंग पर सख्त रोक:** उपजाऊ कृषि भूमि या खुली जगहों पर स्लरी डालने पर पूर्ण प्रतिबंध होना चाहिए। इससे मिट्टी के छिद्र बंद हो जाते हैं और भूमि बंजर हो जाती है। स्लरी का उपयोग ईट, टाइल्स या सड़क निर्माण सामग्री बनाने वाले उद्योगों में अनिवार्य रूप से किया जाना चाहिए। शहर से दूर केवल चिह्नित और गैर-उपजाऊ भूमि (डंपिंग यार्ड) पर ही अपशिष्ट निस्तारण की अनुमति हो।

● **कृषि भूमि रूपांतरण पर रोक:** कृषि भूमि के व्यावसायिक या आवासीय भूमि में रूपांतरण के नियमों को सख्त किया जाना चाहिए। शहरी सीमांत क्षेत्रों में कृषि भूमि के चयनात्मक रूपांतरण को नियंत्रित करने हेतु भूमि-उपयोग जोनिंग और कृषि-शहरी सह-अस्तित्व को बढ़ावा दिया जाना चाहिए।

- **ड्रोन एवं जीआईएस आधारित सतत निगरानी:** भूमि उपयोग और भूमि आच्छादन परिवर्तनों की नियमित निगरानी के लिए ड्रोन, जीआईएस और सुदूर संवेदन तकनीकों को नगर नियोजन प्रक्रिया में संस्थागत रूप से शामिल किया जाना चाहिए। जिससे नगर की स्थानिक एवं कालिक नियोजन की प्रक्रिया सतत रूप से हो सके।
- **जलग्रहण क्षेत्रों और जालोर की पहाड़ियों के तलहटी क्षेत्रों में वाटर हार्वेस्टिंग स्ट्रक्चर (एनीकट और नाडियां) बनाए जाएं,** ताकि जल की समस्या का इससे स्थायी समाधान हो सके।

अतः इन उपायों के माध्यम से जालोर जैसे अर्ध-शुष्क मध्यम आकार के शहर में संतुलित, पर्यावरण-संवेदनशील और दीर्घकालिक सतत नगरीय विकास सुनिश्चित किया जा सकता है।

#### संदर्भ सूची

- [1]. Al Rawashdeh, S., & Saleh, B. (2006). Satellite Monitoring of Urban Spatial Growth in the Amman Area, Jordan. *Journal of Urban Planning and Development*, 132(4), 211–216. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9488\(2006\)132:4\(211\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9488(2006)132:4(211))  
Choate, M. J., Lubke, M., Storey, J. C., & Rengarajan, R. (2021). Geometric Calibration Updates to Landsat 7 ETM+ Instrument for Landsat Collection 2 Products. *Remote Sensing*, 13(9), 1638. <https://doi.org/10.3390/rs13091638>
- [2]. Escudero Gómez, L. A., García González, J. A., & Martínez Navarro, J. M. (2019). Medium-sized Cities in Spain and Their Urban Areas within National Network. *Urban Science*, 3(1), 5. <https://doi.org/10.3390/urbansci3010005>
- [3]. Goldblatt, R., You, W., Hanson, G., & Khandelwal, A. (2016). Detecting the Boundaries of Urban Areas in India: A Dataset for Pixel-Based Image Classification in Google Earth Engine. *Remote Sensing*, 8(8), 634. <https://doi.org/10.3390/rs8080634>
- [4]. Hogland, J., Billor, N., & Anderson, N. (2013). Comparison of standard maximum likelihood classification and polytomous logistic regression used in remote sensing. *European Journal of Remote Sensing*, 46(1),



- 623–640.  
<https://doi.org/10.5721/eujrs20134637>
- [5]. Janzen, D. T., Fredeen, A. L., & Wheate, R. D. (2006). Radiometric correction techniques and accuracy assessment for Landsat TM data in remote forested regions. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 32(5), 330–340. <https://doi.org/10.5589/m06-028>
- [6]. Jog, S., & Dixit, M. (2016). Supervised classification of satellite images. 93–98. <https://doi.org/10.1109/casp.2016.7746144>
- [7]. Khan, D., Bano, S., & Khan, N. (2024). Spatio-temporal analysis of urbanization effects: unravelling land use and land cover dynamics and their influence on land surface temperature in Aligarh City. *Geology, Ecology, and Landscapes*, 9(4), 1–25. <https://doi.org/10.1080/24749508.2024.2409488>
- [8]. Koko, A. F., Hamed, R., Yue, W., Alabsi, A. A. N., & Abubakar, G. A. (2020). Monitoring and Predicting Spatio-Temporal Land Use/Land Cover Changes in Zaria City, Nigeria, through an Integrated Cellular Automata and Markov Chain Model (CA-Markov). *Sustainability*, 12(24), 10452. <https://doi.org/10.3390/su122410452>
- [9]. Kundu, D., & Pandey, A. K. (2020). *World Urbanisation: Trends and Patterns* (pp. 13–49). Springer Nature Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-3738-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-15-3738-7_2)
- [10]. Kussul, N., Skakun, S., Shelestov, A., & Lavreniuk, M. (2017). Deep Learning Classification of Land Cover and Crop Types Using Remote Sensing Data. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 14(5), 778–782. <https://doi.org/10.1109/lgrs.2017.2681128>
- [11]. Li, F., Yigitcanlar, T., Nepal, M., Nguyen, K., & Dur, F. (2023). Machine learning and remote sensing integration for leveraging urban sustainability: A review and framework. *Sustainable Cities and Society*, 96, 104653. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104653>
- [12]. Maulik, U., & Chakraborty, D. (2017). Remote Sensing Image Classification: A survey of support-vector-machine-based advanced techniques. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, 5(1), 33–52. <https://doi.org/10.1109/mgrs.2016.2641240>
- [13]. Morshed, N., Yorke, C., & Zhang, Q. (2017). Urban Expansion Pattern and Land Use Dynamics in Dhaka, 1989–2014. *The Professional Geographer*, 69(3), 396–411. <https://doi.org/10.1080/00330124.2016.1268058>
- Muchelo, R. O., Ugbaje, S. U., Akpa, S. I. C., & Bishop, T. F. A. (2024). Patterns of Urban Sprawl and Agricultural Land Loss in Sub-Saharan Africa: The Cases of the Ugandan Cities of Kampala and Mbarara. *Land*, 13(7), 1056. <https://doi.org/10.3390/land13071056>
- [14]. Pan, T., Chi, W., Lu, D., Chen, X., Cao, L., Du, G., Zhang, C., Kuang, W., Shao, H., & Liu, Z. (2017). Urban Land-Cover Dynamics in Arid China Based on High-Resolution Urban Land Mapping Products. *Remote Sensing*, 9(7), 730. <https://doi.org/10.3390/rs9070730>
- [15]. Pande, C. B., Khadri, S. F. R., Patil, S., & Moharir, K. N. (2018). Study of land use classification in an arid region using multispectral satellite images. *Applied Water Science*, 8(5). <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0764-0>
- [16]. Rahaman, M., Sahana, M., Das, D. N., & Dutta, S. (2018). *Analysing Urban Sprawl and Spatial Expansion of Kolkata Urban Agglomeration Using Geospatial Approach* (pp. 205–221). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-99882-4\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-99882-4_12)
- [17]. Ramsey, R. D., Wright, D. L., & McGinty, C. (2004). Evaluating the Use of Landsat 30m Enhanced Thematic Mapper to Monitor Vegetation Cover in Shrub-Steppe Environments. *Geocarto International*, 19(2), 39–47. <https://doi.org/10.1080/10106040408542305>
- [18]. Shastri, S., Singh, A. P., Verma, P., Singh, P., & Rai, P. K. (2020). Land Cover Change Dynamics and their Impacts on Thermal Environment of Dadri Block, Gautam Budh Nagar, India. *Journal of Landscape Ecology*,



- 13(2), 1–13. <https://doi.org/10.2478/jlecol-2020-0007>
- [19]. Shafaeey, M. A., Ebied, H. M., Al-Berry, M. N., Tolba, M. F., & Salem, M. A.-M. (2018). Deep Learning for Satellite Image Classification (pp. 383–391). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-99010-1\\_35](https://doi.org/10.1007/978-3-319-99010-1_35)
- [20]. Sisodia, P. S., Kumar, A., & Tiwari, V. (2014, May 1). *Analysis of Supervised Maximum Likelihood Classification for remote sensing image*. <https://doi.org/10.1109/icraie.2014.6909319>
- [21]. Tempa, K., Agarwal, A., Tashi, T., & Ilunga, M. (2024). Utilizing Sentinel-2 Satellite Imagery for LULC and NDVI Change Dynamics for Gelephu, Bhutan. *Applied Sciences*, 14(4), 1578. <https://doi.org/10.3390/app14041578>
- [22]. Weng, Q. (2001). A remote sensing?GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, China. *International Journal of Remote Sensing*, 22(10), 1999–2014. <https://doi.org/10.1080/713860788>
- [23]. Wang, Z., Cui, Y., Zhang, X., Liang, Y., & He, Y. (2024). Refined Land Use Classification for Urban Core Area from Remote Sensing Imagery by the EfficientNetV2 Model. *Applied Sciences*, 14(16), 7235. <https://doi.org/10.3390/app14167235>