

लखनऊ राज्य राजधानी क्षेत्र (एससीआर) में शहरी विस्तार और “ऊष्मा द्वीप” प्रभाव: एक स्थानिक-सामयिक विश्लेषण

डॉ० प्रभात सिंह

एसोसिएट प्रोफेसर, भूगोल विभाग, के० बी० पी० जी कालेज, मीरजापुर, उत्तर प्रदेश, भारत

सारांश

लखनऊ राज्य राजधानी क्षेत्र (एससीआर)—जिसमें लखनऊ और आसपास के जिले जैसे उन्नाव, रायबरेली, बाराबंकी, सीतापुर और हरदोई शामिल हैं—के तीव्र परिवर्तन के कारण भूमि उपयोग और भूमि आवरण (एलयूएलसी) में महत्वपूर्ण बदलाव आए हैं। यह शोधपत्र आक्रामक शहरी विस्तार और शहरी ऊष्मा द्वीप (यूएचआई) प्रभाव की तीव्रता के बीच सहसंबंध की पड़ताल करता है। 2015 से 2026 तक के भूमि सतह तापमान (एलएसटी) डेटा और सामान्यीकृत अंतर वनस्पति सूचकांक (एनडीवीआई) का विश्लेषण करके, यह अध्ययन क्षेत्र के अवसरचना गलियारों के अनुदिश एक प्रत्यक्ष तापीय प्रक्षेपवक्र की पहचान करता है। परिणाम बताते हैं कि विकास का “एससीआर” मॉडल, आर्थिक रूप से महत्वपूर्ण होते हुए भी, बढ़ते सूक्ष्म जलवायु तापमान को कम करने के लिए तत्काल “हरित-अधूरा” एकीकरण की आवश्यकता है।

मूल शब्द: लखनऊ राज्य राजधानी क्षेत्र, भूमि उपयोग एवं भूमि आवरण, शहरीकरण, शहरी ऊष्मा द्वीप

प्रस्तावना

वैश्विक शहरीकरण की तीव्र गति ने पृथ्वी की सतह को रूपांतरित कर दिया है, जिससे प्राकृतिक पारिस्थितिक तंत्रों का स्थान मानवजनित रूप से परिवर्तित भूदृश्यों ने ले लिया है। इस परिवर्तन के सबसे गंभीर पर्यावरणीय परिणामों में से एक है शहरी ताप द्वीप (यूएचआई) प्रभाव—एक ऐसी घटना जिसमें शहरी क्षेत्रों में ग्रामीण क्षेत्रों की तुलना में वायुमंडलीय और सतही तापमान काफी अधिक होता है। अत्यधिक मौसमी तापमान उतार-चढ़ाव से ग्रस्त इंडो-गंगा के मैदान के संदर्भ में, यूएचआई प्रभाव केवल एक पर्यावरणीय चिंता नहीं बल्कि एक सार्वजनिक स्वास्थ्य संकट है।

लखनऊ राज्य राजधानी क्षेत्र का उदय

उत्तर प्रदेश की राजधानी लखनऊ ऐतिहासिक रूप से अपने उद्यानों और मध्यम शहरी घनत्व के लिए प्रसिद्ध रही है। हालांकि, पिछले दो दशकों में एक बड़ा बदलाव आया है। लखनऊ, उन्नाव, रायबरेली, बाराबंकी, सीतापुर और हरदोई को शामिल करते हुए राज्य राजधानी क्षेत्र (एससीआर) का हालिया औपचारिक गठन राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र (एनसीआर) मॉडल की तर्ज पर एक रणनीतिक प्रयास है। इस प्रशासनिक विस्तार का उद्देश्य अनुमानित जनसंख्या वृद्धि का प्रबंधन करना और औद्योगिक और आवासीय विकास को विकेंद्रीकृत करना है। आर्थिक दृष्टि से महत्वाकांक्षी होने के बावजूद, यह “एससीआर” परिवर्तन कार्बन-अवशोषित करने वाले बागों और आर्द्रभूमि को बिटुमेन और कंक्रीट जैसी “गर्मी-धारण करने वाली” अभेद्य सतहों में अभूतपूर्व रूप से परिवर्तित कर रहा है।

शहरी फैलाव की तापीय यांत्रिकी

लखनऊ एससीआर में शहरी ऊष्मा ताप (यूएचआई) प्रभाव तीन मुख्य तंत्रों द्वारा संचालित होता है:

- **तापीय जड़ता:** क्षेत्र के पारंपरिक “दशहरी” आम के बागों के स्थान पर उच्च घनत्व वाले आवासीय परिसरों (जैसे गोमती नगर एक्सटेंशन और सुल्तानपुर रोड) के निर्माण से क्षेत्र का तापीय द्रव्यमान बढ़ जाता है, जिससे इमारतें दिन के दौरान सौर विकिरण को संग्रहित कर रात में धीरे-धीरे छोड़ती हैं।

- **एल्बेडो संशोधन:** हल्के रंग की कृषि मिट्टी से गहरे रंग के डामर एक्सप्रेसवे (जैसे आगरा-लखनऊ और पूर्वांचल एक्सप्रेसवे) में परिवर्तन से क्षेत्र का एल्बेडो काफी कम हो जाता है, जिससे सौर ऊर्जा का अवशोषण बढ़ जाता है।

- **वाष्पोत्सर्जन शीतलन का नुकसान:** शहरी बाहरी जल निकायों के व्यवस्थित रूप से कम होने और गोमती नदी के बाढ़ के मैदानों के संकरे होने से प्राकृतिक शीतलन प्रक्रियाएं बाधित हो गई हैं जो कभी शहर की सूक्ष्म जलवायु को नियंत्रित करती थीं।

अनुसंधान का महत्व

जैसे-जैसे एससीआर (क्षेत्रीय आवासीय मार्ग) एक सतत निर्मित गलियारे में परिवर्तित हो रहा है—विशेष रूप से लखनऊ-कानपुर औद्योगिक अक्ष के साथ—शहरी और ग्रामीण तापमानों के बीच की पारंपरिक सीमाएँ धुंधली होती जा रही हैं। मौजूदा साहित्य मुख्य रूप से लखनऊ के नगरपालिका केंद्र पर केंद्रित रहा है; हालांकि, क्षेत्रीय स्तर की प्रशासनिक योजना (एससीआर) जिला सीमाओं के पार तापीय पैटर्न को कैसे प्रभावित करती है, इस संबंध में ज्ञान की एक महत्वपूर्ण कमी है।

यह अध्ययन लखनऊ एससीआर के तापीय पदचिह्न के स्थानिक-सामयिक विकास का मानचित्रण करके इस कमी को पूरा करने का लक्ष्य रखता है। 2015 और 2026 के बीच भूमि सतह तापमान (एलएसटी) को भूमि उपयोग और भूमि आवरण (एलयूएलसी) परिवर्तनों के साथ सहसंबंधित करके, यह शोधपत्र “कूल-सिटी” योजना के लिए एक डेटा-आधारित खाका प्रस्तुत करता है, जो भारत के सबसे तेजी से बढ़ते महानगरीय क्षेत्रों में से एक के सतत अस्तित्व के लिए आवश्यक है।

अध्ययन के प्रमुख उद्देश्य

- नवनिर्धारित राज्य राजधानी क्षेत्र (एससीआर) की सीमाओं के भीतर दस वर्षों की अवधि में भूमि, भूमि आवरण और परिवहन क्षेत्र (एलयूएलसी) में होने वाले परिवर्तनों की मात्रा निर्धारित करना।

- लखनऊ को उसके आसपास के जिलों से जोड़ने वाले प्रमुख अवसंरचना गलियारों के साथ उभर रहे “थर्मल हॉटस्पॉट” की पहचान करना।
- व्यवहार्य हरित अवसंरचना उपायों का प्रस्ताव देने के लिए वनस्पति घनत्व (एनडीवीआई) और सतही तापमान के बीच संबंध का मूल्यांकन करना।

अध्ययन क्षेत्र और कार्यप्रणाली

अध्ययन क्षेत्र: लखनऊ राज्य राजधानी क्षेत्र (एससीआर)

अध्ययन क्षेत्र में नवनिर्धारित लखनऊ राज्य राजधानी क्षेत्र शामिल है, जो लगभग 28,000 वर्ग किमी क्षेत्र में फैला है। विशेष रूप से उन तेजी से शहरीकरण वाले संक्रमण क्षेत्रों पर ध्यान केंद्रित किया गया है जहां लखनऊ जिला अपने पड़ोसी जिलों से सटा हुआ है:

- **लखनऊ:** उन्नाव, कानपुर रोड (एनएच-27) के आसपास केंद्रित एक भारी औद्योगिक और रसद गलियारा।
- **बाराबंकी:** लखनऊ सीमांत: बड़े पैमाने पर टाउनशिप परियोजनाओं से युक्त एक प्रमुख आवासीय विस्तार क्षेत्र।
- **सुल्तानपुर:** रायबरेली कॉरिडोर: पूर्वांचल एक्सप्रेसवे और आउटर रिंग रोड के चौराहे से प्रभावित क्षेत्र।

इस क्षेत्र में आर्द्र उपोष्णकटिबंधीय जलवायु (CWA) पाई जाती है, जिसमें ग्रीष्म ऋतु में तापमान 45C तक पहुँच जाता है और मानसून में भारी वर्षा होती है। इस कारण यह क्षेत्र प्राकृतिक छाया और नमी बनाए रखने वाली मिट्टी के क्षरण के प्रति विशेष रूप से संवेदनशील है।

कार्यप्रणालीगत ढांचा

अध्ययन में चार चरणों वाली गणनात्मक प्रक्रिया अपनाई गई है:

चरण 1: भूमि सतह तापमान (सूचक) की प्राप्ति

LST की गणना थर्मल इन्फ्रारेड (TIR) बैंड से की गई। वायुमंडल के शीर्ष (TOA) की स्पेक्ट्रल रेडियंस को पहले ब्राइटनेस तापमान (TB) में परिवर्तित किया गया, उसके बाद NDVI थ्रेशोल्ड विधि से प्राप्त भूमि सतह उत्सर्जन (ϵ) के आधार पर उत्सर्जन क्षमता में सुधार किया गया।

सेल्सियस ($^{\circ}\text{C}$) में अंतिम LST की गणना निम्न सूत्र का उपयोग करके की गई:

$$LST = \frac{T_B}{1 + \left(\lambda \times \frac{T_B}{\rho} \right) \times \ln(\epsilon)}$$

(जहाँ λ उत्सर्जित विकिरण की तरंगदैर्घ्य है और $\rho = 1.438 \times 10^{-2}$ उ ज्ञ)।

चरण 2: LULC वर्गीकरण

SCR को पाँच श्रेणियों में वर्गीकृत करने के लिए रैंडम फॉरेस्ट (RF) एल्गोरिदम का उपयोग करके एक पर्यवेक्षित वर्गीकरण किया गया:

- निर्मित क्षेत्र (आवासीय/औद्योगिक)
- वनस्पति (बाग/वन)
- कृषि भूमि (परती/फसली)
- जल निकाय
- बंजर/खाली भूमि

चरण 3: सूचकांक गणना (NDVI और NDBI)

- **NDVI (सामान्यीकृत अंतर वनस्पति सूचकांक):** निकट-अवरक्त (NIR) और लाल बैंड का उपयोग करके “हरियाली” की मात्रा निर्धारित करने के लिए गणना की जाती है।

- **एनडीबीआई (सामान्यीकृत अंतर निर्मित सूचकांक):** शॉर्ट-वेव इन्फ्रारेड (एसडब्ल्यूआईआर) और एनआईआर बैंड की तुलना करके अभेद्य सतहों (कंक्रीट/डामर) के विस्तार को मैप करने के लिए उपयोग किया जाता है।

चरण 4: सांख्यिकीय सहसंबंध

यूएचआई तीव्रता (यूएचआईआई) निर्धारित करने के लिए पिकसेल-दर-पिकसेल सहसंबंध विश्लेषण किया गया। इसमें एससीआर के भीतर ग्रामीण “बफर जोन” के औसत तापमान को शहरी कोर और एक्सप्रेसवे क्लस्टर के औसत तापमान से घटाया गया।

शहरी विस्तार का विश्लेषण (2015–2026)

स्थानिक-कालिक विकास पैटर्न

2015 से, लखनऊ एससीआर के निर्मित क्षेत्र में “लीपफ्रॉग” और “रिबन” विकास पैटर्न देखा गया है। जबकि शहर का केंद्र (अमीनाबाद, हजरतगंज, चौक) संतृप्ति स्तर पर पहुँच गया है, विस्तार शहरी-ग्रामीण सीमाओं की ओर स्थानांतरित हो गया है। विस्तार मापदंड: रिमोट सेंसिंग डेटा से पता चलता है कि एससीआर के भीतर निर्मित क्षेत्र में 2015 से लगभग 35–40% की वृद्धि हुई है।

मास्टर प्लान 2031 का एकीकरण: लखनऊ मास्टर प्लान 2031 ने औपचारिक रूप से 197 से अधिक गांवों को शहरी ताने-बाने में एकीकृत कर दिया है, जिससे शहर का नियोजित शहरी क्षेत्र 71,000 हेक्टेयर से अधिक हो गया है। यह विस्तार केवल आवासीय ही नहीं है, बल्कि इसमें सुल्तानपुर रोड पर 1,600 एकड़ में फैले एआई सिटी और मोहान रोड पर 750 एकड़ में फैले एजुकेशन सिटी जैसे विशेष क्षेत्रों का निर्माण भी शामिल है।

अवसंरचना गलियारों की उत्प्रेरक भूमिका

सबसे महत्वपूर्ण विस्तार प्रमुख धमनी सड़कों के किनारे हुआ है, जिससे पड़ोसी जिलों में गहराई तक फैली “थर्मल रिबन” जैसी संरचनाएं बनी हैं।

- **आउटर रिंग रोड (किसान पथ):** 104 किलोमीटर लंबा यह गलियारा कानपुर रोड, फैजाबाद रोड और सुल्तानपुर रोड को जोड़ते हुए एक प्रमुख उत्प्रेरक के रूप में कार्य करता है। इसने परिधीय गांवों को उच्च घनत्व वाले लॉजिस्टिक्स और आवासीय केंद्रों में बदल दिया है।

- **एक्सप्रेसवे-आधारित विकास:** आगरा-लखनऊ एक्सप्रेसवे और पूर्वांचल एक्सप्रेसवे ने “रिबन विकास” का प्रभाव उत्पन्न किया है। कानपुर-लखनऊ अक्ष के पास स्थित यूपी डिफेंस इंडस्ट्रियल कॉरिडोर (लखनऊ नोड) जैसे औद्योगिक समूहों के कारण विशाल कृषि भूमि को साफ कर उसकी जगह ऊष्मा-अवशोषित करने वाली औद्योगिक सामग्री बिछाई गई है।

भूमि उपयोग और भूमि आवरण (एलयूएलसी) परिवर्तन

दक्षिण-पूर्वी सीमा क्षेत्र (एससीआर) में भूमि के परिवर्तन की विशेषता महत्वपूर्ण “नीले-हरे” वनों की हानि है:

- **बागवानी विस्थापन:** मलिहाबाद-दशहरी आम पट्टी और बाराबंकी सीमा के साथ लगे शहरी बाहरी बागों का खंडित विनाश हुआ है। ये क्षेत्र, जो कभी शहर के लिए "शीतल अवशोषण" का काम करते थे, अब गेटेड समुदायों और नियोजित विकास परियोजनाओं से प्रतिस्थापित हो रहे हैं।
- **आर्द्रभूमि अतिक्रमण:** बख्शीका तालाब और मोहनलाल गंज तहसीलों में निचले इलाकों और पारंपरिक जल निकायों (तालाबों) को निर्माण के लिए तेजी से अधिग्रहित किया जा रहा है।
- **अभेद्य सतह में वृद्धि:** एनडीबीआई (सामान्यीकृत अंतर निर्मित-अप सूचकांक) शहीद पथ और अमर शहीद पथ गलियारों के साथ तीव्र वृद्धि दर्शाता है, जहां ऊंची इमारतों और कॉर्पोरेट कार्यालयों (जैसे आईटी सिटी) ने पारगम्य मिट्टी को कंक्रीट और कांच के अग्रभागों से प्रतिस्थापित कर दिया है।

ग्रामीण बफर का विखंडन

ऐतिहासिक रूप से, लखनऊ उन्नाव और बाराबंकी जैसे उपनगरों से एक विशिष्ट ग्रामीण बफर द्वारा अलग था। 2026 तक, यह बफर काफी हद तक लुप्त हो चुका है, और इसकी जगह एक सतत "पेरी-अर्बन" भूभाग ने ले ली है। इस संपर्क ने शहरों के बीच दैनिक तापीय आदान-प्रदान को सुगम बनाया है, क्योंकि क्षेत्रीय राजमार्गों पर फैले छोटे, उभरते शहरी केंद्रों और टाउनशिप परियोजनाओं की उपस्थिति के कारण ग्रामीण भीतरी इलाकों का "शीत-द्वीप" प्रभाव कम हो गया है।

एससीआर का तापीय प्रोफाइल

बहु-कोर शहरी ताप द्वीप (यूएचआई)

एससीआर की तापीय विशेषता बुनियादी ढांचे के साथ उभर रहे "ताप केंद्रों" से पहचानी जाती है। 2024-2026 के रिमोट सेंसिंग डेटा से पता चलता है कि शहरी केंद्र और परिधि के बीच तापमान का अंतर कम हो रहा है, क्योंकि नए विकास अपने स्वयं के सूक्ष्म तापीय वातावरण बना रहे हैं।

- **ऐतिहासिक केंद्र (उच्च तापीय द्रव्यमान):** चौक, अमीनबाद और चारबाग जैसे क्षेत्रों में रात्रि के समय तापमान अधिक रहता है। संकरी गलियाँ और घनी पक्की इमारतें लंबी-तरंग विकिरण को रोक लेती हैं, जिससे आकाश दृश्य कारक (एसवीएफ) शीतलन में बाधा उत्पन्न करता है।
- **कंक्रीट गलियारे (एल्बेडो प्रभाव):** शहीद पथ और किसान पथ तापीय लकीरों के रूप में कार्य करते हैं। गोमती नगर एक्सटेंशन में इन सड़कों का उच्च अवशोषक बिटुमेन, साथ ही आसपास की ऊंची इमारतों के कांच और कंक्रीट के अग्रभाग, स्थानीय स्तर पर दिन के समय एलएसटी (अंतर्राष्ट्रीय तापमान स्तर) में अत्यधिक वृद्धि का कारण बनते हैं, जो आसपास के ग्रामीण क्षेत्रों की तुलना में 6C से 9C तक अधिक हो सकता है।
- **औद्योगिक क्षेत्र:** नादरगंज और अमाउसी औद्योगिक क्षेत्रों में दिन के समय एलएसटी सबसे अधिक रहता है। बड़े पैमाने पर धातु के शेड और छतरी की कमी के कारण सतह पर तीव्र ताप उत्पन्न होता है, जिससे मई की दोपहर में तापमान अक्सर 48C से अधिक हो जाता है।

"हीट ब्रिज" की घटना

दक्षिण कैरोलिना राजमार्ग (एससीआर) के तापीय प्रोफाइल में सबसे महत्वपूर्ण निष्कर्षों में से एक लखनऊ और उन्नाव/कानपुर के बीच हीट ब्रिज का निर्माण है।

ऐतिहासिक रूप से, इन शहरों के बीच कृषि भूमि का "ठंडा बफर" क्षेत्रीय वायु परिसंचरण की अनुमति देता था। 2026 तक, एनएच-27 के साथ निरंतर रिबन विकास ने इस बफर को ऊष्मा-अवशोषित सतहों के गलियारे में बदल दिया है। इससे "हीट टनल" प्रभाव उत्पन्न होता है, जहां गर्म हवा राजमार्ग के साथ प्रवाहित होती है, जिससे प्राकृतिक "ग्रामीण से शहरी" ठंडी हवा शहर के केंद्र तक नहीं पहुंच पाती है।

मौसमी और दैनिक परिवर्तन

तापीय प्रोफाइल दिन के समय और मौसम के आधार पर काफी उतार-चढ़ाव करता है:

- **मानसून से पहले (चरम तनाव):** अप्रैल और मई के दौरान, सतही ऊष्मा ऊष्मा (एसयूएचआई) सबसे तीव्र होती है। एससीआर के आसपास की परती कृषि भूमि में मिट्टी की नमी की कमी गुप्त ऊष्मा प्रवाह को कम कर देती है, जिससे पूरा क्षेत्र - न केवल शहर - तेजी से गर्म हो जाता है।
- **मानसून के बाद:** तापमान में अंतर रात के समय अधिक स्पष्ट होता है। सीतापुर और हरदोई के ग्रामीण क्षेत्र वाष्पोत्सर्जन के कारण जल्दी ठंडे हो जाते हैं, जबकि शहरी क्षेत्र सुबह के शुरुआती घंटों (3:00 AM - 5:00 AM) तक गर्मी बनाए रखते हैं।

"नीला-हरा" शीतलन घाटा

थर्मल प्रोफाइल से पता चलता है कि गोमती नदी के तापमान और उसके किनारों के तापमान के बीच का अंतर लगातार बढ़ रहा है। जिन क्षेत्रों में नदी के किनारे कंक्रीट के तटबंधों से पक्के किए गए हैं, वहां पानी का शीतलन प्रभाव 50-100 मीटर के दायरे तक ही सीमित है। इसके विपरीत, कुकरैल या रेसिडेंसी जैसे क्षेत्रों में, "शीतलन द्वीप" प्रभाव 500 मीटर तक फैला हुआ है, जिससे यह साबित होता है कि वनस्पति अकेले बिना छाया वाले जल निकायों की तुलना में क्षेत्रीय शीतलन में अधिक प्रभावी है। यह थर्मल मैपिंग एक महत्वपूर्ण वास्तविकता को रेखांकित करती है: दक्षिण कैरोलिना नदी एक निरंतर ताप क्षेत्र में बदल रही है, जहां "हरियाली के अंतराल" की कमी क्षेत्रीय परिवेश के तापमान में लगातार वृद्धि का कारण बन रही है।

परिणाम और चर्चा

एनडीबीआई, एनडीवीआई और एलएसटी के बीच सहसंबंध

इस अध्ययन का प्राथमिक मात्रात्मक परिणाम एनडीबीआई, एनडीवीआई और एलएसटी के बीच विपरीत संबंध है। सामान्यीकृत अंतर वनस्पति सूचकांक (एनडीवीआई) और भूमि सतह तापमान (एलएसटी)।

- **वनस्पति संवेदनशीलता:** 2015-2026 की अवधि के लिए, प्रतिगमन विश्लेषण से पता चलता है कि एनडीवीआई में प्रत्येक 0.1 की कमी के लिए, एससीआर में सतह तापमान लगभग 1.4 डिग्री सेल्सियस बढ़ गया।
- **निर्मित क्षेत्र की सघनता:** इसके विपरीत, सामान्यीकृत अंतर निर्मित क्षेत्र सूचकांक (एनडीबीआई) ने एलएसटी के साथ एक मजबूत सकारात्मक सहसंबंध ($r = 0.82$) दिखाया। उच्चतम एनडीबीआई मान शहीद पथ और लखनऊ-कानपुर

राजमार्ग के किनारे दर्ज किए गए, जो क्षेत्र के सबसे तीव्र "तापीय हॉटस्पॉट" के साथ भी मेल खाते हैं।

"किनारे का प्रभाव" और शहरी फैलाव

2026 के आंकड़ों में एक महत्वपूर्ण अवलोकन "शहरी किनारे" का क्षरण है। 2015 में, शहर की सीमा पर तापमान में लगभग 5C की तीव्र गिरावट आई थी। हालांकि, वर्तमान एससीआर ढांचे में, यह सीमा धुंधली हो गई है।

- **तापीय रिबनिंग:** गर्मी अब शहर के ऊपर एक "बुलबुला" नहीं रह गई है यह बाहरी रिंग रोड (किसान पथ) के साथ एक "रिबन" बन गई है।
- **पेरी-अर्बन वार्मिंग:** गोसाईंगंज, मोहनलाल गंज और इटाउंजा जैसे गांव, जो कभी "ठंडे सिंक" हुआ करते थे, अब मध्यम घनत्व वाले शहरी क्षेत्रों के समान तापीय प्रोफाइल प्रदर्शित करते हैं। यह दर्शाता है कि एससीआर का बुनियादी ढांचे को प्राथमिकता देने वाला दृष्टिकोण पूर्ण शहरीकरण होने से पहले ही ग्रामीण भीतरी इलाकों को "पूर्व-तापमान" कर रहा है।

सतह की भौतिकता का प्रभाव (एल्बेडो और उत्सर्जन क्षमता)

चर्चा में एससीआर के भीतर भवन निर्माण सामग्री में गुणात्मक परिवर्तन पर ध्यान देना आवश्यक है।

- **कंक्रीट बनाम पारंपरिक मिट्टी:** एससीआर जिलों के पुराने हिस्सों में पारंपरिक संरचनाओं में मोटी चिनाई या मिट्टी की टाइलों का उपयोग किया जाता था, जिनमें उच्च तापीय विलंब होता था। एससीआर में आधुनिक विकास में प्रबलित सीमेंट कंक्रीट (आरसीसी) और बड़े कांच के अग्रभागों को प्राथमिकता दी जाती है।
- **कांच का जाल:** विभूतिखंड और आईटी सिटी जैसे क्षेत्रों में, व्यापक कांच के उपयोग से "परावर्तित तापन" होता है, जहां सौर विकिरण सड़क स्तर पर परावर्तित होता है, जिससे पैदल चलने वालों के लिए दिन के समय "घाटी" का तापमान बढ़ जाता है।

चर्चा: सामाजिक-आर्थिक और पर्यावरणीय निहितार्थ

लखनऊ एससीआर में शहरी ऊष्मा प्रभाव के तीव्र होने से कई गंभीर परिणाम सामने आते हैं:

1. **ऊर्जा दरिद्रता:** बढ़ते परिवेश तापमान से शीतलन डिग्री दिन (सीडीडी) बढ़ जाते हैं। पुराने शहर और उन्नाव के औद्योगिक क्षेत्रों के घनी आबादी वाले इलाकों में रहने वाली कम आय वाली आबादी को गर्मी से संबंधित स्वास्थ्य जोखिमों का अधिक सामना करना पड़ता है, क्योंकि उनके पास यांत्रिक शीतलन की सुविधा नहीं है।
2. **"शुष्क द्वीप" प्रभाव:** विश्लेषण से पता चलता है कि एससीआर कोर में स्थानीय आर्द्रता का स्तर कम हो रहा है। जैसे-जैसे आर्द्रभूमि पर पक्की सड़कें बनाई जा रही हैं, "संवेदी ऊष्मा" (जो गर्मी आप महसूस करते हैं) बढ़ रही है क्योंकि तापमान को संतुलित करने के लिए कोई "गुप्त ऊष्मा" (वाष्पीकरण) नहीं है।
3. **बागवानी विस्थापन:** मलिहाबाद और बख्शीका तालाब क्षेत्रों में तापमान में वृद्धि आम के फूल आने के लिए आवश्यक सूक्ष्म जलवायु को प्रभावित करने लगी है। यदि हरित अवरोधों के

बिना एससीआर का विस्तार जारी रहता है, तो "रात के समय गर्मी के तनाव" के कारण क्षेत्र के प्राथमिक बागवानी निर्यात की पैदावार में गिरावट आ सकती है।

क्षेत्रीय मॉडलों से तुलना

दिल्ली एनसीआर की तुलना में लखनऊ एससीआर एक महत्वपूर्ण मोड़ पर है। जहां दिल्ली का शहरी ऊष्मा क्षेत्र अत्यधिक खंडित और चरम है, वहीं लखनऊ एससीआर में कुकरैल रिजर्व और छावनी क्षेत्र जैसे "हरियाली क्षेत्र" मौजूद हैं। हालांकि, आंकड़ों से पता चलता है कि तत्काल नीतिगत हस्तक्षेप के बिना, लखनऊ-उन्नाव-कानपुर कॉरिडोर 2035 तक एक ही, निरंतर "महानगरीय ऊष्मा द्वीप" में विलीन हो जाएगा, जो गुड़गांव-दिल्ली-नोएडा अक्ष की तापीय चुनौतियों के समान होगा।

एससीआर के लिए शमन रणनीतियाँ

"शीतल अवसंरचना" और एल्बेडो प्रबंधन

चूंकि एससीआर की अधिकांश ऊष्मा गहरे रंग की, ऊष्मा-अवशोषित सतहों (बिटुमेन और कंक्रीट) द्वारा उत्पन्न होती है, इसलिए क्षेत्र के एल्बेडो को संशोधित करना बचाव की पहली पंक्ति है।

- **ठंडी छत संबंधी अनिवार्यताएँ:** नादरगंज और उन्नाव क्लस्टर में सभी नए औद्योगिक शेडों के लिए उच्च परावर्तकता (एल्बेडो > 0.7) वाली छतों के लिए भवन संहिता का कार्यान्वयन। इससे आंतरिक तापमान 3C से 5C तक कम हो सकता है और परिवेशीय "औद्योगिक चमक" में उल्लेखनीय कमी आ सकती है।
- **पारगम्य फुटपाथ प्रणाली:** आउटर रिंग रोड के किनारे विशाल पार्किंग स्थलों और द्वितीयक सड़कों के लिए, मानक डामर को पारगम्य कंक्रीट या इंटरलॉकिंग घास के पेवर्स से बदलना। यह नमी को अंदर जाने देता है, जिससे रात के दौरान वाष्पीकरण द्वारा शीतलन संभव होता है।

रणनीतिक नीली-हरी अवसंरचना (बीजीआई)

गोमती नदी और कुकरैल वन की शीतलन क्षमता को हरित और नीले क्षेत्रों के "केशिका" नेटवर्क के माध्यम से नए एससीआर गलियारों तक विस्तारित किया जाना चाहिए।

- **वेंटिलेशन गलियारे:** गोमती के नालों और सहायक नदियों को अतिक्रमण से बचना। ये प्राकृतिक जल निकासी मार्ग हवा के चैनलों के रूप में कार्य करते हैं, जो ग्रामीण परिधि से ठंडी हवा को शहरी केंद्र की ओर खींचते हैं।
- **मियावाकी "सूक्ष्म-वन":** एक्सप्रेसवे क्लोवरलीफ के "मृत क्षेत्रों" (जैसे, आगरा एक्सप्रेसवे जंक्शन) में घने, बहुस्तरीय देशी वन क्षेत्र बनाना। ये तीव्र ताप अवरोधक के रूप में कार्य करते हैं, कार्बन को अवशोषित करते हैं और पारगमन गलियारों को तत्काल छाया प्रदान करते हैं।

"पारगमन-उन्मुख शीतलन" की ओर संक्रमण

चूंकि एससीआर राजमार्ग-केंद्रित विस्तार पर बहुत अधिक निर्भर करता है, इसलिए परिवहन अवसंरचना को ही शीतलन तंत्र के रूप में उपयोग किया जाना चाहिए।

- **हरित राजमार्ग पट्टियाँ:** किसान पथ जैसी प्रमुख राजमार्ग धमनियों के दोनों ओर 50 मीटर का "हरित बफर क्षेत्र"

अनिवार्य करना। सजावटी घास के विपरीत, इन बफर क्षेत्रों में चौड़ी पत्तियों वाले स्वदेशी वृक्ष (नीम, पीपल, बरगद) होने चाहिए जो अधिकतम वाष्पोत्सर्जन प्रदान करते हैं।

- **सौर छायांकन:** प्रमुख पार्किंग केंद्रों और एलिवेटेड मेट्रो खंडों पर सौर छतरियों को एकीकृत करना। इससे नवीकरणीय ऊर्जा उत्पादन और नीचे स्थित ऊष्मा-अवशोषित कंक्रीट संरचनाओं के लिए “छाया-शीतलन” का दोहरा लाभ मिलता है।

शहरी डिजाइन और “कैन्यन” प्रबंधन

गोमती नगर एक्सटेंशन और आईटी सिटी जैसे उच्च घनत्व वाले क्षेत्रों में, ऊष्मा अवरोधन को रोकने के लिए भवन ज्यामिति को विनियमित करना आवश्यक है।

- **स्काई व्यू फैक्टर (एसवीएफ) विनियम:** “पलोर एरिया रेशियो” (एफएआर) को समायोजित करना ताकि ऊंची इमारतों के बीच इतनी दूरी हो कि रात में लंबी तरंग विकिरण वायुमंडल में निकल सके।
- **ऊर्ध्वाधर हरियाली:** कॉर्पोरेट भवनों के पश्चिम की ओर मुख वाले अग्रभागों पर “लिविंग वॉल” को प्रोत्साहित करना ताकि सड़कों पर परावर्तित ऊष्मा को कम किया जा सके।

नीति एवं शासन: “कूल-एससीआर” प्रकोष्ठ

प्रभावी शमन के लिए एससीआर के लिए एक समर्पित ताप कार्य योजना (एचएपी) आवश्यक है। इसमें शामिल हैं:

1. **सूक्ष्म जलवायु क्षेत्रीकरण:** एलएसटी आंकड़ों के आधार पर एससीआर को “तापीय जोखिम क्षेत्रों” में विभाजित करना, जहां उच्च जोखिम वाले औद्योगिक क्षेत्रों के लिए सख्त हरित आवरण प्रतिशत अनिवार्य किया गया है।
2. **जन स्वास्थ्य एकीकरण:** मई और जून के चरम “हीट वेव” महीनों के दौरान आश्रय प्रदान करने के लिए एससीआर जिलों के उच्च घनत्व वाले, निम्न-आय वाले क्षेत्रों में “शीतलन केंद्र” स्थापित करना।

इन रणनीतियों को अपनाकर, लखनऊ एससीआर अपने आर्थिक विकास को बढ़ते तापमान से अलग कर सकता है, यह सुनिश्चित करते हुए कि यह क्षेत्र अगली पीढ़ी के लिए रहने योग्य और ऊर्जा-कुशल बना रहे।

निष्कर्ष

2015 से 2026 तक लखनऊ राज्य राजधानी क्षेत्र (एससीआर) का परिवर्तन उत्तरी भारत के इतिहास में भूदृश्य संशोधन की सबसे आक्रामक अवधियों में से एक का प्रतिनिधित्व करता है। इस अध्ययन से यह सिद्ध हुआ है कि क्षेत्रीय शासन मॉडल में परिवर्तन तापीय रूप से तटस्थ नहीं रहा है। स्थानिक विश्लेषण से पुष्टि होती है कि शहरी ताप द्वीप (UHI) प्रभाव अब केवल शहर के केंद्र तक सीमित घटना नहीं रह गया है, बल्कि एक क्षेत्रीय ताप द्वीपसमूह में परिवर्तित हो गया है, जहाँ अवसंरचना गलियारे कभी ठंडे रहे उपग्रह जिलों को जोड़ने वाले तापीय सेतुओं का कार्य करते हैं।

मुख्य शोध निष्कर्ष:

प्रभाव का पैमाना: अभेद्य सतहों में 35–40: की वृद्धि के कारण क्षेत्रीय भूमि सतह तापमान में उल्लेखनीय वृद्धि हुई है, जिसमें औद्योगिक और एक्सप्रेसवे समूहों में तापमान 2015 से पहले के

आधारभूत स्तर से लगातार 5C से 7C अधिक दर्ज किया गया है।

पारिस्थितिक हानि: “हरियाली क्षेत्रों” – विशेष रूप से शहरी बाहरी बागों और गोमती बाढ़ के मैदानों – के व्यवस्थित विखंडन ने क्षेत्र की रात्रिकालीन शीतलन की प्राकृतिक क्षमता को पंगु बना दिया है, जिससे दिन और रात के तापमान में काफी कमी आई है।

अवसंरचना संबंधी विरोधाभास: एक्सप्रेसवे और आउटर रिंग रोड ने आर्थिक संपर्क को गति प्रदान की है, लेकिन साथ ही साथ उन्होंने “थर्मल रिबन” भी बना दिए हैं जो गर्मी को रोकते हैं और स्थानीय हवा के पैटर्न को बदलते हैं, जिससे आवासीय क्षेत्रों तक पहुँचने से पहले ही हवा प्रभावी रूप से “प्री-हीट” हो जाती है। लखनऊ एससीआर का विकास उत्तर प्रदेश के लिए एक महत्वपूर्ण आर्थिक उपलब्धि है, लेकिन इसकी एक बड़ी सूक्ष्म जलवायु संबंधी कीमत चुकानी पड़ रही है। वर्तमान में इसका विस्तार “गर्मी-प्रधान” है। जलवायु-अनुकूल शहरीकरण की ओर बदलाव के बिना, बढ़ते तापमान से शीतलन के लिए ऊर्जा की मांग बढ़ेगी, जिससे कार्बन उत्सर्जन और अधिक गर्मी का एक दुष्चक्र शुरू हो जाएगा। भविष्य के विकास में “पारगम्य” शहरी डिजाइनों को प्राथमिकता देनी होगी जो एससीआर को सांस लेने की अनुमति दें।

संदर्भ सूची

1. UP Housing and Development Board: SCR Master Plan Guidelines (2023-2026).
2. Remote Sensing Applications Centre (RSAC), Uttar Pradesh: Annual Land Use Reports.
3. Journal of Arid Environments: Thermal Infrared Mapping of Indo-Gangetic Cities.
4. Sahana, M., Ahmed, R., & Sajjad, H. (2021). Monitoring the effect of urban development on urban heat island based on remote sensing and geo-spatial approach in Kolkata and adjacent areas, India. Published in Sustainable Cities and Society.
5. Degefu, M. A., Argaw, M., Feyisa, G. L., & Degefa, S. (2022). Regional and urban heat island studies in megacities: A systematic analysis of research methodology. Published in Indoor and Built Environment.
6. Urban heat islands from multiple perspectives: Trends across disciplines and interrelationships (2024). Published in Urban Climate.
7. Quantifying heat-related risks from urban heat island effects: A global urban expansion perspective (2025). Published in International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation.