

International Journal of Engineering, Science and Humanities

An international peer reviewed, refereed, open-access journal
Impact Factor: 7.2 www.ijesh.com ISSN: 2250-3552

भारत में नगरीय ऊष्मा द्वीप प्रभाव: भौगोलिक कारण, पर्यावरणीय प्रभाव एवं सतत प्रबंधन का अध्ययन

कविता शर्मा

शोधार्थी (भूगोल विभाग), ओम स्टर्लिंग ग्लोबल यूनिवर्सिटी, हिसार, हरियाणा

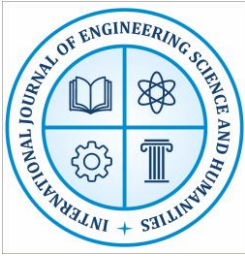
सारांश

भारतीय नगरों का विस्तार भूमि उपयोग, सतही ऊर्जा संतुलन तथा स्थानीय जलवायु को बदल रहा है। जब निर्मित क्षेत्रों का तापमान आसपास के अपेक्षाकृत कम निर्मित क्षेत्रों से अधिक पाया जाता है तो इसे नगरीय ऊष्मा द्वीप प्रभाव कहा जाता है। यह लेख भारतीय संदर्भ में ऊष्मा द्वीप की भौगोलिक प्रक्रिया, भूपृष्ठ तापमान और वायु तापमान के बीच अंतर, निर्मित संरचना, हरित आवरण, नमी तथा मानवीय गतिविधियों की भूमिका का विवेचन करता है। द्वितीयक शोध साहित्य और सार्वजनिक नीति दस्तावेजों के आधार पर गर्मी के स्वास्थ्यगत, ऊर्जा-संबंधी और सामाजिक प्रभावों की पड़ताल की गई है। विश्लेषण में स्पष्ट किया गया है कि किसी शहर का तापमान एकसमान नहीं होता; सड़क, छाया, जलनिकाय, आवासीय घनत्व, जलवायु क्षेत्र तथा नागरिकों के संसाधन अलग-अलग ताप जोखिम उत्पन्न करते हैं। शोधपत्र में दो गुणात्मक तुलनात्मक तालिकाएँ दी गई हैं, जिन्हें प्रकाशित आँकड़ों की प्रतिलिपि या क्षेत्रीय सर्वेक्षण का परिणाम नहीं समझना चाहिए। निष्कर्ष यह है कि ताप जोखिम घटाने के लिए स्थानीय मापन, वृक्ष संरक्षण, उपयुक्त निर्माण सामग्री, जल-संवेदनशील नियोजन और संवेदनशील समूहों को केंद्र में रखने वाली ताप कार्ययोजना का संयुक्त उपयोग आवश्यक है।

मुख्य शब्द: नगरीय ऊष्मा द्वीप, नगरीय भूगोल, भूपृष्ठ तापमान, भूमि उपयोग, ताप जोखिम, हरित अवसंरचना, जलवायु अनुकूलन।

प्रस्तावना

नगरीकरण केवल जनसंख्या का ग्रामीण क्षेत्र से शहर की ओर स्थानांतरण नहीं है; यह भूमि आवरण, परिवहन, भवन-सामग्री, सामाजिक संबंधों और पारिस्थितिक प्रक्रियाओं का व्यापक रूपांतरण है। प्राकृतिक



International Journal of Engineering, Science and Humanities

An international peer reviewed, refereed, open-access journal
Impact Factor: 7.2 www.ijesh.com ISSN: 2250-3552

मिट्टी, कृषि भूमि, खुले मैदान तथा वनस्पति के स्थान पर कंक्रीट, डामर और छतें आने से सूर्य से प्राप्त ऊर्जा के अवशोषण, भंडारण और उत्सर्जन का क्रम परिवर्तित होता है। परिणामस्वरूप किसी महानगर या मध्यम नगर के भिन्न हिस्सों में तापीय अवस्थाएँ अलग-अलग विकसित हो सकती हैं।

ऊष्मा द्वीप का सामान्य अर्थ शहरी और संदर्भ ग्रामीण क्षेत्रों के तापांतर से है, किंतु इसकी व्याख्या करते समय तुलना के समय, मौसम, ऊँचाई, भूमि आवरण और मापन तकनीक की जानकारी आवश्यक है। उपग्रह से प्राप्त भूपृष्ठ तापमान को सीधे मानव द्वारा अनुभव किए जाने वाले वायु तापमान के समान मानना गलत हो सकता है। भारत जैसे विशाल भूगोल में शुष्क मैदान, आर्द्र तट, पठार तथा पर्वतीय घाटियाँ अलग-अलग स्थानीय परिस्थितियाँ प्रस्तुत करती हैं। अतः सभी शहरों के लिए एक ही ताप मॉडल या उपाय पर्याप्त नहीं है। भारत-केंद्रित समीक्षा में इस विषय पर शोध के क्षेत्रीय असंतुलन और मापन तथा मॉडलिंग के बीच अंतर की ओर संकेत किया गया है (Islam एवं अन्य, 2024)। दक्षिण एशियाई साहित्य भी दूरसंवेदी विश्लेषण की उपयोगिता के साथ स्थल-आधारित मापन के महत्व को रेखांकित करता है (Kotharkar, Ramesh एवं Bagade, 2018)। इन अध्ययनों का उपयोग यहाँ अवधारणाओं और अनुसंधान-प्रवृत्तियों को समझने के लिए किया गया है, न कि किसी विशिष्ट भारतीय नगर के लिए स्वयं गणना किए हुए तापमान के रूप में।

नगरीय ऊष्मा द्वीप की अवधारणा और सैद्धांतिक आधार

शहरी तापीय पर्यावरण में तीन आयामों को अलग पहचानना उपयोगी है: भूपृष्ठ ऊष्मा द्वीप, छत्र-स्तरीय वायुमंडलीय ऊष्मा द्वीप तथा व्यापक शहरी सीमा-स्तर का ताप परिवर्तन। पहला सड़क, छत और वनस्पति जैसी सतहों के तापमान से संबंधित है, जबकि दूसरा मानव निवास और सड़क स्तर के आसपास की हवा के तापांतर को व्यक्त करता है। अलग उपकरण, समय और वातावरण के कारण इनके परिणाम समान होना आवश्यक नहीं है। दिन में गहरे रंग की सूखी सतहें सौर विकिरण का बड़ा अंश सोख सकती हैं। रात में निर्माण सामग्री में संचित ऊष्मा का धीमा उत्सर्जन तथा संकरी सड़कों में आकाश के दृश्यांश का कम होना शीतलन को प्रभावित कर सकते हैं। भवनों के बीच हवा की गति, क्षेत्र में उपलब्ध नमी और छाया का अनुपात



International Journal of Engineering, Science and Humanities

An international peer reviewed, refereed, open-access journal
Impact Factor: 7.2 www.ijesh.com ISSN: 2250-3552

भी इस प्रक्रिया को नियंत्रित करता है। तथापि प्रत्येक शहर में रात और दिन के पैटर्न समान नहीं होते; स्थानीय मौसमी परिस्थितियाँ महत्वपूर्ण हैं।

• नगरीय ऊर्जा संतुलन

भूगोल की दृष्टि से सतह पर आने वाली विकिरण ऊर्जा, परावर्तित ऊर्जा, संवेदनशील ऊष्मा, गुप्त ऊष्मा तथा भूमि में संचित ऊष्मा के बीच संतुलन महत्वपूर्ण है। वनस्पति और नम मिट्टी में वाष्पोत्सर्जन गुप्त ऊष्मा के रूप में ऊर्जा का उपयोग कर सकता है, जबकि पक्की और अपेक्षाकृत शुष्क सतहों पर संवेदनशील तथा संचित ऊष्मा का हिस्सा बढ़ सकता है। वाहनों, औद्योगिक प्रक्रियाओं और वातानुकूलन से बाहर छोड़ी जाने वाली ऊष्मा स्थानीय स्तर पर अतिरिक्त योगदान दे सकती है।

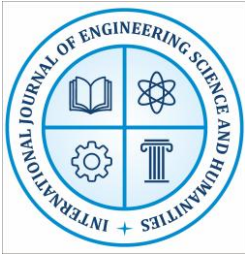
• स्थानीय जलवायु क्षेत्र

केवल “शहरी बनाम ग्रामीण” तुलना से किसी विशाल नगर की आंतरिक विविधता स्पष्ट नहीं होती। घनी ऊँची इमारतों वाले क्षेत्र, निम्न-ऊँचाई आवास, खुले औद्योगिक परिसर, वृक्षाच्छादित उद्यान तथा जलनिकाय विभिन्न तापीय गुण रखते हैं। इसलिए समान प्रकार के भूभागों की तुलना, समरूप समयावधि का चयन और आसपास के मौसम का समायोजन अधिक उपयुक्त है। स्थानीय जलवायु क्षेत्र की संकल्पना ऐसी श्रेणीबद्ध तुलना के लिए उपयोगी आधार प्रदान करती है।

उक्त सिद्धांतों का व्यावहारिक आशय यह है कि उपग्रह मानचित्र पर अधिक गर्म दिखने वाली सतह को स्वतः सबसे अधिक मानव स्वास्थ्य जोखिम वाला स्थान नहीं घोषित किया जा सकता। जोखिम समझने के लिए लोगों के रहने या काम करने का समय, छाया, आर्द्रता, हवा और सेवाओं तक पहुँच को साथ देखना पड़ता है।

भारत में ऊष्मा द्वीप के भौगोलिक निर्धारक

भारतीय शहर विविध जलवायु क्षेत्रों में स्थित हैं। उत्तर-पश्चिम के अर्धशुष्क मैदानों में ग्रीष्मकालीन पृष्ठभूमि ताप पहले से ऊँचा हो सकता है; तटीय नगरों में आर्द्रता और समुद्री हवा ताप अनुभव को प्रभावित करती है;



International Journal of Engineering, Science and Humanities

An international peer reviewed, refereed, open-access journal
Impact Factor: 7.2 www.ijesh.com ISSN: 2250-3552

मानसूनी मौसम में बादल तथा मिट्टी की नमी ऊष्मा द्वीप के प्रेक्षण को बदल सकते हैं। इसलिए शहर के आसपास का प्राकृतिक भूगोल किसी भी तापीय विश्लेषण की आरंभिक शर्त है।

- **भूमि उपयोग और भूमि आवरण में परिवर्तन**

जब कृषि भूमि, झाड़ी क्षेत्र या खुली मिट्टी का रूपांतरण निर्माण भूमि में होता है तो सतह की परावर्तन क्षमता, नमी संग्रहण और गर्मी रोकने की प्रकृति बदलती है। नगरीय विस्तार के साथ वृक्षों की कटाई, परती क्षेत्रों का पक्की सतह में परिवर्तन और जलनिकासी का तीव्रीकरण स्थानीय वाष्पोत्सर्जन सीमित कर सकते हैं। यह संबंध सीधा और हर स्थान पर एकसमान नहीं होता; शुष्क, निर्वृक्ष ग्रामीण क्षेत्र कुछ मौसमों में शहर की तुलना में अधिक गर्म सतह भी प्रस्तुत कर सकते हैं।

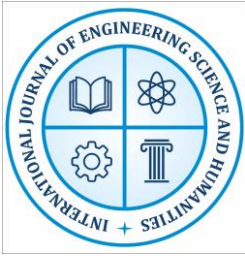
- **शहरी आकृति, सड़कें और भवन**

सड़क की चौड़ाई, भवनों की ऊँचाई, आपसी दूरी तथा दिशा सूर्य के संपर्क और वायु संचार को नियंत्रित करती है। अत्यधिक पक्का खुला परिसर दिन में गरम हो सकता है, जबकि संकरी गलियों में दिन की छाया लाभकारी पर रात का ऊष्मा निष्कासन सीमित हो सकता है। इस द्वैधता के कारण भवन घनत्व पर एकल नियम लगाने के बजाय स्थानीय मौसम और दिन-रात दोनों की जाँच आवश्यक है।

- **हरित क्षेत्र, जल और मानवीय ताप**

छायादार वृक्ष, विविध वनस्पति तथा कार्यशील जलनिकाय कुछ संदर्भों में शीतल सूक्ष्म-जलवायु उत्पन्न करते हैं। लेकिन सूखे क्षेत्रों में अत्यधिक जल-आधारित हरियाली जल संसाधनों पर दबाव डाल सकती है; स्थानीय प्रजातियाँ, पुनर्चक्रित जल और जल-संरक्षण पर विचार करना चाहिए। यातायात, मशीनें और वातानुकूलन भी ऊष्मा जोड़ सकते हैं। प्रभाव का आकार ऊर्जा उपयोग, सड़क विन्यास और वायु प्रवाह पर निर्भर है।

भारत पर प्रकाशित समीक्षाएँ वनस्पति-हानि, निर्मित विस्तार, ऊर्जा उपयोग और शहर की आकृति को प्रमुख शोध विषय बताती हैं (Islam एवं अन्य, 2024; Frontiers की व्यवस्थित समीक्षा, 2025)। ये कारक परस्पर संबद्ध हैं, इसलिए किसी एक कारक को सभी स्थानों के लिए निर्णायक बताना वैज्ञानिक रूप से उचित नहीं होगा।



International Journal of Engineering, Science and Humanities

An international peer reviewed, refereed, open-access journal
Impact Factor: 7.2 www.ijesh.com ISSN: 2250-3552

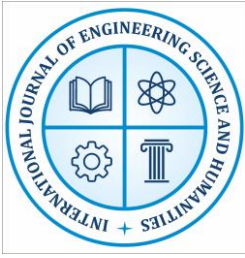
भूगोल-आधारित कारणों का तुलनात्मक विश्लेषण

निम्न तालिका शहर के विभिन्न भूभागों को विश्लेषण की सुविधाजनक श्रेणियों में रखती है। “संभावित” शब्द महत्वपूर्ण है: वास्तविक तापीय स्थिति के लिए एक ही मौसम में उपग्रह, मौसम केंद्र और स्थल सर्वेक्षण द्वारा परीक्षण आवश्यक होगा।

तालिका 1: नगरीय भूभागों के तापीय गुण, संभावित तंत्र एवं परीक्षण संकेतक

भूभाग/स्थिति	संभावित तापीय तंत्र	जाँच हेतु संकेतक	योजना संबंधी प्रश्न
घना निर्मित व्यावसायिक क्षेत्र	ऊष्मा संग्रहण; सीमित वायु प्रवाह; मानवीय ऊष्मा	वायु/सतह ताप, भवन अनुपात, यातायात	छाया एवं वेंटिलेशन कहाँ बढ़ें?
विस्तृत डामरी सड़क/पार्किंग	प्रत्यक्ष सौर अवशोषण और सीमित वाष्पोत्सर्जन	सतह ताप, छाया अवधि, पक्के क्षेत्र का अनुपात	वृक्ष, शेड और सतह बदलाव कहाँ हों?
वृक्षाच्छादित उद्यान	छाया और वाष्पोत्सर्जन से संभावित शीतलन	वृक्ष छत्र, मिट्टी नमी, निकटस्थ तापांतर	न्यायसंगत सार्वजनिक पहुँच है या नहीं?
जलनिकाय व किनारी पट्टी	स्थानीय आर्द्रता/वाष्पीकरण एवं हवा का प्रभाव	जल गुणवत्ता, वायु ताप, नमी, पवन	जल संरक्षण के साथ डिजाइन कैसे हो?
कम आय वाला सघन आवास	कम छाया, सीमित वेंटिलेशन व ताप-अनुकूलन संसाधन	आवास सामग्री, अंदरूनी ताप, सेवा पहुँच	पहले किस तरह की सहायता आवश्यक है?
शहरी परिधि का खुला क्षेत्र	वनस्पति, मिट्टी और सिंचाई के अनुसार परिवर्तनशील	भूमि आवरण, नमी, ग्रामीण संदर्भ स्थल	उचित तुलना क्षेत्र कौन-सा है?

स्रोत: उपलब्ध शोध साहित्य का स्वतंत्र गुणात्मक संश्लेषण; तालिका में किसी स्थान का वास्तविक तापमान, क्रमांकन या मापन प्रस्तुत नहीं है।



International Journal of Engineering, Science and Humanities

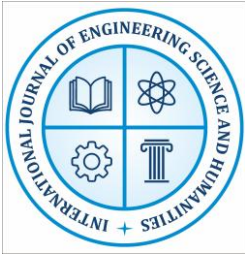
An international peer reviewed, refereed, open-access journal
Impact Factor: 7.2 www.ijesh.com ISSN: 2250-3552

अध्ययन की भौगोलिक पद्धतियाँ और मापन संबंधी सावधानियाँ

ऊष्मा द्वीप का अध्ययन बहु-स्रोत पद्धति से अधिक विश्वसनीय बनता है। उपग्रह आधारित तापीय बैंड भूमि सतह के तापमान का स्थानिक दृश्य देते हैं; स्वचालित मौसम केंद्र और चलित ताप सर्वेक्षण सड़क-स्तरीय हवा की दशाएँ दर्शाते हैं। भवन उपयोग, जनगणना-आधारित सामाजिक जानकारी तथा क्षेत्र सर्वेक्षण जोखिम का मानवीय आयाम जोड़ते हैं। प्रत्येक स्रोत की स्थानिक और कालिक सीमा अलग है। Landsat या अन्य उपलब्ध तापीय उपग्रह चित्रों से उपयुक्त पूर्वप्रसंस्करण के बाद भूपृष्ठ तापमान निकाला जा सकता है। समान ऋतु एवं समय की छवियों से भूमि आवरण के बदलाव की तुलना की जाती है। सामान्यीकृत वनस्पति सूचकांक, पक्के क्षेत्र के अनुमान और जलनिकायों की पहचान तापीय वितरण को समझने में सहायक हैं। बादल, सेंसर का अवलोकन समय, पिक्सेल आकार और तापमान निकालने की पद्धति परिणाम प्रभावित करते हैं। अतः अलग तारीखों का तापमान बिना मौसम समायोजन के सीधे तुलना करना अनुचित है। चयनित स्थानों पर मानकीकृत ऊँचाई और विकिरण से सुरक्षित सेंसरों द्वारा वायु ताप तथा सापेक्ष आर्द्रता रिकॉर्ड करना चाहिए। सुबह, दोपहर, शाम और रात के नमूने दिनचर्या का भेद दिखाते हैं। चलित सर्वेक्षण में वाहन की गति, समयांतर तथा सेंसर के सीधे धूप में आने की समस्या दर्ज करनी चाहिए। बाहरी ताप के साथ अंदरूनी आवास ताप का अलग अध्ययन आवश्यक हो सकता है, खासकर टिन की छत या कमजोर वेंटिलेशन वाले घरों के लिए। सार्थक विश्लेषण के लिए संदर्भ ग्रामीण स्थल का चयन समान ऊँचाई, भूमि-प्रकार और मौसम दशाओं के आधार पर किया जाना चाहिए। शहरी-ग्रामीण तापांतर को एक ही मापन इकाई, निश्चित समय तथा समान उपकरणों से निकालना चाहिए। अलग-अलग नगरों के प्रकाशित अधिकतम तापांतरों को राष्ट्रीय औसत मान लेना उचित नहीं। 2024 की व्यापक भारतीय समीक्षा विभिन्न अध्ययनों में अलग तीव्रताएँ बताती है; यह विविधता स्वयं मापन-परिस्थितियों के महत्व को दर्शाती है।

पर्यावरण, स्वास्थ्य और अर्थव्यवस्था पर प्रभाव

ऊष्मा द्वीप का असर केवल मौसम विज्ञान तक सीमित नहीं रहता। अधिक गर्म रात्रियाँ शरीर को दिन की ऊष्मा से उबरने का समय घटा सकती हैं। गर्म दिनों में तापीय असुविधा, निर्जलीकरण और अन्य स्वास्थ्य

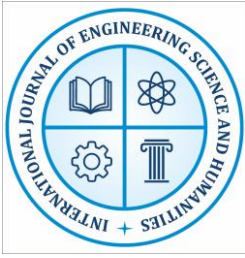


International Journal of Engineering, Science and Humanities

An international peer reviewed, refereed, open-access journal
Impact Factor: 7.2 www.ijesh.com ISSN: 2250-3552

जोखिम बढ़ सकते हैं, किंतु स्वास्थ्य परिणाम व्यक्ति की आयु, रोग-स्थिति, कार्य-परिस्थिति, आर्द्रता और उपचार तक पहुँच पर भी निर्भर हैं। तापतरंग और शहरी ऊष्मा द्वीप परस्पर अलग घटनाएँ हैं: एक व्यापक मौसम-घटना है, दूसरी शहरी भूमि-उपयोग से जुड़ा स्थानीय तापांतर; दोनों साथ हों तो जोखिम बढ़ सकता है। खुले में काम करने वाले निर्माणकर्म, सफाईकर्म, विक्रेता और यातायात कर्म छाया एवं विश्राम स्थल की अनुपलब्धता से अधिक प्रभावित हो सकते हैं। बुजुर्ग, बच्चे और सीमित गतिशीलता वाले लोग भी विशेष ध्यान की अपेक्षा रखते हैं। जोखिम प्रबंधन में केवल अधिकतम तापमान नहीं, आर्द्रता, कार्य की तीव्रता, पेयजल, रात्रिकालीन ताप और पूर्वचेतावनी की पहुँच देखनी चाहिए। किसी समूह को एकसमान संवेदनशील मानकर उसके भीतर की विविधता अनदेखी नहीं की जानी चाहिए। गर्म भवनों में ठंडक के लिए विद्युत मांग बढ़ सकती है। वातानुकूलन आंतरिक राहत दे सकता है, लेकिन उसकी बाहरी इकाई आसपास अतिरिक्त ऊष्मा छोड़ती है; ऊर्जा स्रोत के आधार पर अप्रत्यक्ष उत्सर्जन भी संबंधित हो सकता है। उँचा ताप और स्थिर वायुमंडलीय दशाएँ कुछ वायु-प्रदूषण प्रक्रियाओं को प्रभावित करती हैं; हालांकि किसी स्थान की वायु गुणवत्ता केवल ताप पर निर्भर नहीं होती।

अत्यधिक पक्की सतह वर्षाजल के मिट्टी में प्रवेश को सीमित कर सकती है, जबकि जलनिकायों का क्षरण स्थानीय सूक्ष्म-जलवायु और पारिस्थितिकी पर प्रभाव डालता है। गर्म एवं छाया रहित बस स्टॉप, खेल मैदान और पैदल पथ नागरिकों के बाहरी आवागमन को असुविधाजनक बनाते हैं। शहर की ताप-प्रबंधन नीति में जलनिकासी, वर्षा जल संचयन, वृक्षों की जीवित रहने की दर तथा सार्वजनिक स्थानों के उपयोग को साथ रखना चाहिए। भारतीय नगरों पर एक समीक्षा में तापीय असुविधा, ऊर्जा खपत और प्रदूषण संबंधी चिंता पर बल दिया गया है (Islam एवं अन्य, 2024)। इनके आकार को किसी एक शहर में तय करने के लिए विशिष्ट स्थानीय अध्ययन जरूरी हैं। किसी शहर के ताप जोखिम को तीन हिस्सों में समझा जा सकता है: ताप के संपर्क में आने की मात्रा, व्यक्ति या समूह की संवेदनशीलता, और अनुकूलन की उपलब्ध क्षमता। एक समान तापमान वाले दो मोहल्लों में जोखिम अलग हो सकता है यदि एक में पर्याप्त पानी, स्वास्थ्य केंद्र, मजबूत छत और वृक्ष हों तथा दूसरे में ये सुविधाएँ कम हों। इसीलिए ताप मानचित्र के साथ सुविधाओं और सामाजिक



International Journal of Engineering, Science and Humanities

An international peer reviewed, refereed, open-access journal
Impact Factor: 7.2 www.ijesh.com ISSN: 2250-3552

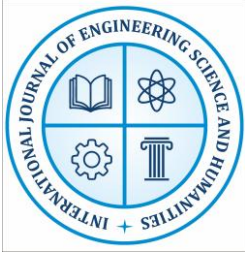
दशाओं का मानचित्र तैयार करना आवश्यक है। असंगठित बस्तियाँ या भीड़युक्त किराये के आवास कभी-कभी कमजोर निर्माण सामग्री और सीमित खिड़कियों के कारण भीतर गर्म हो सकते हैं। दूसरी ओर किसी हरित उच्च-आय कॉलोनी में सार्वजनिक पार्क के बावजूद घरेलू बिजली के गहन उपयोग से ऊष्मा का अलग स्वरूप उत्पन्न हो सकता है। ऐसे उदाहरण सैद्धांतिक हैं; प्रत्येक क्षेत्र की वास्तविकता सर्वेक्षण से निर्धारित होनी चाहिए।

स्थानिक प्राथमिकताओं की पहचान

शहर को छोटी प्रशासनिक इकाइयों में विभाजित कर ताप मानचित्र, जनसंख्या घनत्व, पैदल यात्रियों के मार्ग, वृद्धजन सेवाएँ तथा पानी की उपलब्धता साथ रखी जा सकती हैं। विश्लेषण में रात्रिकालीन ताप तथा भवनों के भीतर के ताप को विशेष स्थान देना चाहिए, क्योंकि उपग्रह की दिनकालीन सतह-छवि घरेलू जोखिम की पूरी कहानी नहीं बताती। परिणामों को सार्वजनिक सुनवाई और स्थानीय समुदाय की प्रतिक्रिया के आधार पर संशोधित किया जा सकता है। ताप न्याय का अर्थ केवल शहर के औसत ताप में कमी नहीं, बल्कि राहत उपायों का उन स्थानों तक पहुँचना भी है जहाँ संपर्क अधिक और अनुकूलन क्षमता कम है। उदाहरणार्थ, ठंडे छत कार्यक्रम में सामग्री की लागत तथा किरायेदार-मकान मालिक संबंध बाधा बन सकते हैं। वृक्षारोपण में पेड़ लगाने की संख्या के बजाय दीर्घकालीन देखभाल, जड़-स्थान और सुरक्षित पैदल पहुँच महत्वपूर्ण हैं। भारतीय ताप कार्ययोजनाओं पर प्रकाशित बहुनगरीय अध्ययन बताते हैं कि पूर्वचेतावनी और अल्पकालीन राहत के साथ दीर्घकालीन निर्माण नियम, संस्थागत समन्वय और हरित-नीली अवसंरचना पर भी ध्यान अपेक्षित है (PLOS Climate, 2024; भारतीय नगरों पर ताप कार्ययोजना समीक्षा, 2025)। इससे स्पष्ट होता है कि स्थल-विशिष्ट सामाजिक जानकारी और शासन दोनों को जोड़ना चाहिए।

सतत प्रबंधन: योजना उपायों का तुलनात्मक ढाँचा

ताप प्रबंधन के उपायों का चयन “एक तकनीक सभी शहरों के लिए” के बजाय स्थल, जल उपलब्धता, भवन उपयोग और रखरखाव लागत के अनुसार होना चाहिए। नीचे दी गई तालिका प्राथमिक योजना चर्चा के लिए है, न कि प्रमाणित प्रभाव-आकार या उपायों की रैंकिंग।



International Journal of Engineering, Science and Humanities

An international peer reviewed, refereed, open-access journal
Impact Factor: 7.2 www.ijesh.com ISSN: 2250-3552

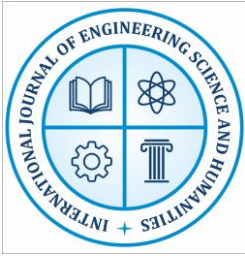
तालिका 2: ताप शमन उपाय, भौगोलिक उपयुक्तता, सीमाएँ एवं निगरानी

उपाय	संभावित उपयोग/लाभ	मुख्य सावधानी	निगरानी का आधार
स्थानीय प्रजातियों के छायादार वृक्ष	पैदल मार्ग, विद्यालय, सार्वजनिक स्थान में छाया	जड़-स्थान, सिंचाई, जीवित रहने की दर	वृक्ष-छत्र और पैदल ताप
ठंडी/परावर्तक छतें	धूप वाली छतों पर ताप अवशोषण कम करना	चमक, मौसम, रखरखाव, छत की दशा	छत व अंदरूनी ताप, विद्युत खपत
पारगम्य और उपयुक्त सड़क सामग्री	जल प्रवेश व सतह-व्यवहार में बदलाव	वाहन भार, धूल, जलनिकासी	पानी का प्रवेश, सतह ताप
जलनिकाय संरक्षण व वर्षाजल प्रबंधन	नीली अवसंरचना एवं स्थानीय पारिस्थितिकी	जल अभाव, प्रदूषण, मच्छर प्रबंधन	जल गुणवत्ता, नमी, आसपास ताप
भवन डिजाइन में छाया व वेंटिलेशन	दिन और रात का संतुलित तापीय आराम	घनत्व, निजता, स्थानीय पवन प्रवाह	इनडोर ताप, वायु गति
ताप चेतावनी व श्रम-सुरक्षा	अत्यधिक गर्म दिनों में संपर्क घटाना	भाषा, पहुँच, अनौपचारिक कार्यबल	चेतावनी पहुँच, पानी/विश्राम सुविधा

स्रोत: प्रकाशित समीक्षा और ताप-शासन साहित्य पर आधारित लेखक का स्वतंत्र विश्लेषण; लाभ स्थान-विशिष्ट परीक्षण के अधीन हैं।

ताप-संवेदनशील नगर नियोजन की कार्ययोजना

पहला चरण आधाररेखा निर्माण है। नगर निकाय को भूमि आवरण, प्रमुख गर्म स्थानों, जनसंख्या के संपर्क, छाया की उपलब्धता और सार्वजनिक सुविधाओं का संयुक्त सर्वेक्षण करना चाहिए। डेटा की तारीख, मापन पद्धति और सीमाएँ सार्वजनिक करना पारदर्शिता बढ़ाता है। दूसरे चरण में बस्तियों, श्रमिक मार्गों, अस्पतालों



International Journal of Engineering, Science and Humanities

An international peer reviewed, refereed, open-access journal
Impact Factor: 7.2 www.ijesh.com ISSN: 2250-3552

और सार्वजनिक परिवहन केंद्रों के लिए अलग कार्य-पैकेज बनाने चाहिए। तीसरे चरण में कार्य पूर्ण होने के बाद स्वतंत्र मापन से प्रभाव देखा जाना चाहिए।

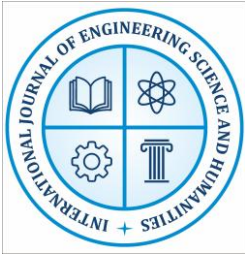
हरित अवसंरचना के लिए मौजूदा बड़े वृक्षों का संरक्षण अक्सर केवल नई रोपाई का लक्ष्य निर्धारित करने से अलग नीति प्रश्न है। रोपण स्थल पर बिजली लाइनों, फुटपाथ की चौड़ाई, जल उपलब्धता, स्थानीय जीव-जगत और रखरखाव का समायोजन जरूरी है। नए निर्माण के लिए छाया, पार-हवादारी और सामग्री चयन को योजना स्वीकृति में समाहित किया जा सकता है। पुरानी बस्तियों में किफायती छत सुधार और सामुदायिक शीतल आश्रय अधिक व्यावहारिक विकल्प हो सकते हैं।

संस्थागत समन्वय और नीति

ताप प्रबंधन स्वास्थ्य विभाग, नगर नियोजन, आपदा प्रबंधन, श्रम विभाग, जल आपूर्ति तथा शिक्षा संस्थाओं की साझा जिम्मेदारी है। भारत सरकार की 3 अगस्त 2026 की आधिकारिक सूचना के अनुसार शहरी नियोजन राज्य सरकारों तथा स्थानीय निकायों के कार्यक्षेत्र में आता है; राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन प्राधिकरण के 2019 के दिशा-निर्देश ताप कार्ययोजनाओं में संवेदनशीलता आकलन और ऊष्मा द्वीप से जुड़े कारकों की पहचान पर बल देते हैं। नीति का वास्तविक कार्यान्वयन नगर की प्रशासनिक क्षमता और वित्त पर निर्भर करेगा। पूर्वचेतावनी संदेश स्थानीय भाषा में विश्वसनीय माध्यमों से देने, कार्यस्थलों पर जल और विश्राम सुनिश्चित करने तथा अस्पतालों की तैयारी जाँचने की आवश्यकता है। यह अल्पकालीन अनुकूलन है; उसके समानांतर भूमि उपयोग, भवन मानक और सार्वजनिक छाया में दीर्घकालीन निवेश आवश्यक रहता है।

सफलता की जाँच

कार्ययोजना की निगरानी में केवल लगाए गए पेड़ों या रंगी गई छतों की संख्या न गिनी जाए। समान मौसम में वायु ताप, सतह ताप, घर के अंदर का ताप, छाया की अवधि, विद्युत उपयोग और निवासियों के अनुभव का पूर्व-पश्चात तुलनात्मक अध्ययन होना चाहिए। परिणाम असमान मिलें तो उपाय को संशोधित किया जाए; जल की अधिक खपत वाले समाधान शुष्क शहरों में पुनर्विचार के योग्य हैं।



International Journal of Engineering, Science and Humanities

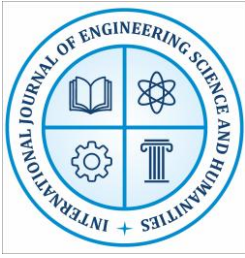
An international peer reviewed, refereed, open-access journal
Impact Factor: 7.2 www.ijesh.com ISSN: 2250-3552

निष्कर्ष

नगरीय ऊष्मा द्वीप भारत के बदलते मानव-पर्यावरण संबंधों को समझने का महत्वपूर्ण विषय है। इसके निर्माण में पक्की सतहें, भूमि उपयोग परिवर्तन, भवन आकृति, वनस्पति तथा मानवीय ऊर्जा उत्सर्जन योगदान दे सकते हैं, किंतु उनका वास्तविक प्रभाव स्थानीय जलवायु और समय के साथ बदलता है। यही कारण है कि एक ही प्रकार के ताप-प्रबंधन उपाय को सभी शहरों पर लागू करना उचित नहीं। अध्ययन दर्शाता है कि तापीय असमानता का भौतिक पक्ष और सामाजिक जोखिम का मानवीय पक्ष अलग-अलग मापकर फिर संयुक्त रूप से समझना चाहिए। सतत समाधान के लिए भूमि आवरण का संरक्षण, छायादार सार्वजनिक स्थान, मौसम-अनुकूल भवन, जल-संवेदनशील नियोजन, श्रमिक सुरक्षा और व्यापक ताप कार्ययोजना को समन्वित करना होगा। इस शोधपत्र के निष्कर्ष प्रकाशित साहित्य के गुणात्मक संश्लेषण पर आधारित हैं; इन्हें किसी विशेष शहर में नए मापे गए कारणात्मक प्रभाव या राष्ट्रीय औसत के रूप में नहीं पढ़ना चाहिए।

संदर्भ सूची

1. Islam, Sahidul, Anandakumar Karipot, Rohini Bhawar, Palash Sinha, Sumita Kedia एवं Manoj Khare. "Urban Heat Island Effect in India: A Review of Current Status, Impact and Mitigation Strategies." Discover Cities, खंड 1, लेख 34, 2024. DOI: 10.1007/s44327-024-00033-3.
2. Kotharkar, Rajashree, Aparna Ramesh एवं Anurag Bagade. "Urban Heat Island Studies in South Asia: A Critical Review." Urban Climate, खंड 24, 2018, पृ. 1011–1026. DOI: 10.1016/j.uclim.2017.12.006.
3. Mohan, Manju, Shweta Bhati एवं Ankur Prabhat Sati. "Urban Heat Island Effect in India: Assessment, Impacts, and Mitigation." Global Urban Heat Island Mitigation, Elsevier, 2022, पृ. 199–250. DOI: 10.1016/B978-0-323-85539-6.00007-X.



International Journal of Engineering, Science and Humanities

An international peer reviewed, refereed, open-access journal
Impact Factor: 7.2 www.ijesh.com ISSN: 2250-3552

4. Kotharkar, Rajashree एवं Aveek Ghosh. "Review of Heat Wave Studies and Related Urban Policies in South Asia." Urban Climate, 2021, लेख 100777. DOI: 10.1016/j.uclim.2021.100777.
5. "How Are Indian Cities Adapting to Extreme Heat? Insights on Heat Risk Governance and Incremental Adaptation from Ten Urban Heat Action Plans." PLOS Climate, 2024. DOI: 10.1371/journal.pclm.0000484.
6. "Heat Action Plans in Eight Indian Cities: Knowledge Gaps & Opportunities for Intersectoral Heat Governance." उपलब्ध: PubMed Central, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12744582/> (अध्ययन विवरण मूल लेख में)।
7. भारत सरकार, आवासन और शहरी कार्य मंत्रालय. "Climate Resilient Cities & Urban Heatwaves." पत्र सूचना कार्यालय, 3 अगस्त 2026. <https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2293936&lang=1®=1>.
8. "A Footprint of UHI in India: A Systematic Review of Causative Factors, Impacts and Mitigation Strategies." Frontiers in Sustainable Cities, 2025. DOI: 10.3389/frsc.2025.1649138.