জাহাঙ্গীরনগর বিশ্ববিদ্যালয় ভূগোল ও পরিবেশ সমীক্ষণ ৪২:২০২৩ (পৃ. ৮৫-৯৩)
Jahangirnagar Bishwavidyalay Bhugol O Paribesh Samikkhan 42:2023 (pp 85-93) *ISSN 1027-8567*

গুগল আর্থ ইঞ্জিন ব্যবহার করে বগুড়া জেলার শহর ও গ্রামীণ অঞ্চলে শহরের তাপদ্বীপ প্রভাব বিশ্লেষণ

মোঃ মাহমুদুল হাসান শাহেদ[১], মোঃ আশিকুর রহমান রাহাত[১], মারিয়া বিনতে মালেক[১], খালেদ জুবায়ের শাবাব[১], মোঃ আশরাফুল হাবীব[২]

[১] স্নাতকোত্তর গবেষক, ভূগোল ও পরিবেশ বিভাগ, জাহাঙ্গীরনগর বিশ্ববিদ্যালয়, সাভার, ঢাকা-১৩৪২।
[২] প্রভাষক, ভূগোল ও পরিবেশ বিভাগ, জাহাঙ্গীরনগর বিশ্ববিদ্যালয়, সাভার, ঢাকা-১৩৪২।

সারসংক্ষেপ: সাম্প্রতিককালে, বিশ্বব্যাপী মানবসৃষ্ট জলবায়ু পরিবর্তনের প্রভাব, যেমন তাপমাত্রা বৃদ্ধি, আবহাওয়ার পরিবর্তন এবং ঘন ঘন দুর্যোগের পাশাপাশি দ্রুত নগরায়নের গতিও বগুড়া জেলার তাপমাত্রা বণ্টনে উল্লেখযোগ্য প্রভাব ফেলেছে। এই গবেষণায় বগুড়া জেলায় নগর তাপ দ্বীপ (Urban Heat Island, UHI) প্রভাব মূল্যায়নের জন্য তাপীয় রিমোট সেন্সিং প্রযুক্তি ব্যবহার করা হয়েছে। এপ্রিল থেকে মে ২০২৩ সময়কালের ল্যান্ডস্যাট স্যাটেলাইট ইমেজারি ব্যবহার করে নগর ও গ্রামীণ অঞ্চলের ভূপৃষ্ঠের তাপমাত্রা (Land Surface Temperature, LST) ডেটা সংগ্রহ করা হয়েছে। LST প্রক্রিয়াকরণের মাধ্যমে উভয় পরিবেশের গড় তাপমাত্রা গণনা করা হয়েছে, যা উল্লেখযোগ্য তাপমাত্রার পার্থক্য প্রকাশ করে এবং এটি UHI প্রভাবের নির্দেশক। নগর অঞ্চলগুলি ঘনবসতিপূর্ণ ও নির্মিত এলাকায় গ্রামীণ অঞ্চলের তুলনায় ধারাবাহিকভাবে উচ্চ তাপমাত্রা প্রদর্শন করে। এই গবেষণা নগরায়নের ক্রমবর্ধমান প্রভাব এবং স্থানীয় তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে এর ভূমিকা তুলে ধরে, যা জলবায়ু পরিবর্তনের চ্যালেঞ্জকে আরও বাড়িয়ে তোলে। গবেষণার ফলাফলগুলি UHI প্রভাব মোকাবেলায় টেকসই নগর পরিকল্পনার গুরুত্ব তুলে ধরে। এই গবেষণা বগুড়ার তাপীয় পরিবেশ সম্পর্কে মূল্যবান অন্তর্দৃষ্টি প্রদান করে এবং নগরায়ন ও জলবায়ুর সম্পর্ক নিয়ে ভবিষ্যত গবেষণার ভিত্তি হিসেবে কাজ করে।

ভূমিকা

আরবান হিট আইল্যান্ড (UHI) প্রভাব সমসাময়িক একটি সমস্যা, যেখানে শহরাঞ্চলের তাপমাত্রা আশেপাশের গ্রামীণ এলাকার তুলনায় বেশি থাকে। সাধারণত নগরায়ন, মানবসৃষ্ট কার্যকলাপ এবং ভূমি ব্যবহারের পরিবর্তন এই সমস্যার মূল কারণ। বগুড়া জেলায় দ্রুত নগরায়নের কারণে শহরের তাপমাত্রা ক্রমাগত বৃদ্ধি পাচ্ছে, যা জনস্বাস্থ্য, জ্বালানি ব্যবহার এবং নগর পরিল্পনার ক্ষেত্রে চ্যালেঞ্জ তৈরি করছে (Abir, Ahmmed, Sarker, & Fahim, 2021)। থার্মাল রিমোট সেন্সিং প্রযুক্তির ব্যবহার এই প্রভাবের বিস্তার এবং সময়ের সাথে এর পরিবর্তন বিশ্লেষণে খুবই কার্যকর; এটি শহর ও গ্রাম অঞ্চলের তাপমাত্রার পার্থক্যের মূল কারণগুলো চিহ্নিত করতে সাহায্য করে (Correia, 2014)। নগর এলাকায় ভূমি ব্যবহারের পরিবর্তন- যেমন সবুজ এলাকা বা জলাশয়ের পরিবর্তে অ্যাসফল্ট এবং কংক্রিটের মতো অবকাঠামো-অনেক বেশি তাপ শোষণ এবং ধারণ করে, যার ফলে শহরের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় (Correia, 2014)। দিনের বেলায় শহরের এই তাপ শোষণ এবং রাতের বেলায় ধীরে ধীরে তাপ নিঃসরণের কারণে শহরাঞ্চলের তাপমাত্রা রাতেও গ্রামীণ এলাকার তুলনায় বেশি থাকে (Abir et al., 2021; Kaplan et al., 2018)।

ল্যান্ডস্যাট স্যাটেলাইট ইমেজ ব্যবহার করে পূর্ববর্তী গবেষণাগুলো ভূপৃষ্ঠের তাপমাত্রা (LST) পরিমাপ এবং Urban Heat Island (UHI) হিসাবে চিহ্নিতকরণের ক্ষেত্রে রিমোট সেন্সিংয়ের কার্যকারিতা প্রদর্শন করেছে (Keeratikasikorn & Bonafoni, 2018; Correia, 2014)। উদাহরণস্বরূপ, ল্যান্ডস্যাট-৮ এর ডেটা ব্যবহার করে ভূপৃষ্ঠের তাপমাত্রা নির্ধারণ করা সম্ভব হয়েছে, যা নগরের তাপমাত্রার তীব্রতা এবং এর স্থানিক বিস্তার ও সময়ের সাথে পরিবর্তনগুলোর সংগঠিত মূল্যায়নে সহায়ক প্রমাণিত হয়েছে (Chen & Chen, 2021)।

গবেষণায় দেখা গেছে যে, নগরের সবুজ এলাকা তাপমাত্রা হ্রাসে সহায়ক ভূমিকা পালন করে এবং Urban Heat Island (UHI) এর তীব্রতা কমাতে সাহায্য করে (Huang et al., 2018; Han et al., 2014)। গাছপালার উপস্থিতিতে বাষ্পীভবন বৃদ্ধি পায়, যা নগর অঞ্চলে তাপমাত্রা কমিয়ে দেয়। বিপরীতভাবে, নগর সম্প্রসারণের কারণে উন্মুক্ত স্থানের হ্রাস Urban Heat Island (UHI) প্রভাবকে বাড়িয়ে তুলতে পারে, যা নগর পরিকল্পনায় সবুজ অবকাঠামো সংরক্ষণের গুরুত্ব তুলে ধরে (Putra et al., 2022)। বগুড়ায়, যেখানে দ্রুত নগর উন্নয়ন ঘটছে, উন্মুক্ত স্থানের ঘনত্ব এবং ভূপৃষ্ঠের তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক বোঝা টেকসই নগর পরিকল্পনার জন্য অপরিহার্য (Munaf et al., 2023)।

Urban Heat Island (UHI) প্রভাবের পরিণতিগুলো শুধুমাত্র তাপমাত্রার পার্থক্যের মধ্যেই সীমাবদ্ধ নয়; এটি জনস্বাস্থ্য ঝুঁকি, জ্বালানি খরচ এবং পরিবেশের ভারসাম্যের উপরও প্রভাব ফেলে। নগর অঞ্চলে তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে শীতলকরণের জন্য জ্বালানির চাহিদা বাড়তে পারে, যা জ্বালানি সম্পদের উপর চাপ সৃষ্টি করে এবং উচ্চতর গ্রিনহাউস গ্যাস নির্গমনের দিকে পরিচালিত করতে পারে (Sobrino et al., 2012; Sodoudi et al., 2014)। উপরন্তু, Urban Heat Island (UHI) প্রভাব দীর্ঘ সময় ধরে উচ্চ তাপমাত্রার সম্মুখীন হওয়ার কারণে জনস্বাস্থ্যের উপর নেতিবাচক প্রভাব ফেলতে পারে, বিশেষ করে দুর্বল জনগোষ্ঠীর ক্ষেত্রে, কারণ এতে

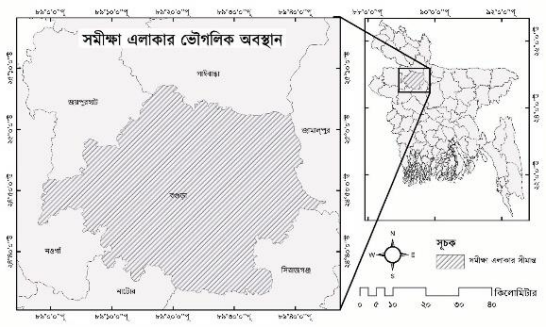
তাপজনিত রোগের ঝুঁকি বাড়ায় (Luan et al., 2020)। তাই বগুড়ায় Urban Heat Island (UHI) প্রভাব মোকাবিলা করা কেবলমাত্র একটি পরিবেশগত উদ্বেগ নয়, বরং একটি জনস্বাস্থ্য রক্ষায়ও অপরিহার্য।

এই গবেষণায় ল্যান্ডস্যাট স্যাটেলাইট থেকে প্রাপ্ত তাপমাত্রার ডেটা ব্যবহার করে বগুড়া জেলায় Urban Heat Island (UHI) এর তীব্রতা ও স্থানিক বণ্টন বিশ্লেষণ করা হয়েছে, এবং এপ্রিল থেকে মে ২০২৪ সময়কালে শহর ও গ্রামীণ এলাকার মধ্যে তাপমাত্রার পার্থক্য তুলনা করে নগরায়নের প্রভাবে স্থানীয় তাপমাত্রার পরিবর্তন এবং শহর ও গ্রামীণ এলাকার মধ্যে এর প্রভাব কীভাবে দেখা যায় তা বোঝার চেষ্টা করা হয়েছে।

সমীক্ষা এলাকা

গবেষণার জন্য বগুড়া জেলা নির্বাচন করা হয়েছে, যা বাংলাদেশের উত্তরাঞ্চলে অবস্থিত এবং একটি গুরুত্বপূর্ণ প্রশাসনিক ও অর্থনৈতিক কেন্দ্র হিসেবে পরিচিত। দ্রুত নগরায়নের মধ্য দিয়ে যাওয়া বগুড়া জেলায় বিভিন্ন নদী ও গ্রামীণ অঞ্চলের বৈচিত্র্যময় বাস্তুসংস্থান বিদ্যমান। শহরের আধুনিক অর্থনৈতিক এলাকা এবং গ্রামীণ অঞ্চলের তাপমাত্রার পার্থক্য Urban Heat Island (UHI) প্রভাব অধ্যয়নের জন্য একটি আদর্শ স্থান হিসেবে বগুড়াকে উপযুক্ত করে তুলেছে।

এই গবেষণায় Land Use and Land Cover (LULC) বিশ্লেষণের জন্য Google Dynamic World Cover ব্যবহার করা হয়েছে, যা শহর ও গ্রামীণ অঞ্চলের মধ্যে সুস্পষ্ট পার্থক্য নির্ধারণে সহায়ক হয়েছে। প্রাক-মৌসুম সময়ে এই অঞ্চলের উষ্ণতা বৃদ্ধি এবং তাপমাত্রার বৈচিত্র্য স্পষ্টভাবে লক্ষণীয় হওয়ায়, এই সময়ের ডেটা সংগ্রহ করে স্থানীয় তাপদ্বীপ প্রভাবকে আরও কার্যকরভাবে পর্যবেক্ষণ করা সম্ভব হয়েছে। বগুড়া জেলার ভৌগোলিক বৈচিত্র্য, নগরায়ন এবং স্থানীয় তাপমাত্রার বৈচিত্র্য Urban Heat Island (UHI) প্রভাব বিশ্লেষণের জন্য এটিকে একটি আদর্শ এলাকা হিসেবে প্রতিষ্ঠিত করেছে। দ্রুত নগরায়ন ও অর্থনৈতিক বিকাশ তাপমাত্রা বৃদ্ধির প্রবণতা তৈরি করেছে, যা শহরের তাপদ্বীপ প্রভাব পর্যবেক্ষণ ও বিশ্লেষণ করতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। পাশাপাশি, গ্রামীণ ও নদীসংলগ্ন এলাকাগুলো তুলনামূলকভাবে শীতল থাকে, যা শহুরে তাপমাত্রার সাথে একটি প্রয়োজনীয় বৈপরীত্য তৈরি করে।



চিত্র ১: সমীক্ষা এলাকার মানচিত্র

উপাত্ত ও গবেষণা পদ্ধতি

এই গবেষণায় বগুড়া জেলার Urban Heat Island (UHI) প্রভাবের স্থানিক ও সময়গত গতিশীলতা বিশ্লেষণ করতে থার্মাল রিমোট সেন্সিং এবং ভূপৃষ্ঠের তাপমাত্রার (Land Surface Temperature, LST) উভয় পদ্ধতিই ব্যবহার করা হয়েছে। গবেষণায় প্রধানত ল্যান্ডস্যাট-৮ এর Thermal Infrared Sensor (TIRS) ব্যান্ডের ডেটা ব্যবহার করা হয়েছে। এই স্যাটেলাইটের রেডিওমেট্রিক ব্যান্ডের স্থানিক রেজোলিউশন ১০০ মিটার হলেও, এটিকে ৩০ মিটারে রিস্যাম্পলিং করা হয়েছে। উপাত্ত সংগ্রহ করার জন্য USGS Earth Explorer থেকে Landsat ৮ এর Level-২ এর বিভিন্ন সময়ের ডেটা সংগ্রহ করা হয়েছে। গবেষণার সময়কাল গ্রীষ্মকালে (এপ্রিল থেকে মে ২০২৪) সীমাবদ্ধ করা হয়েছে, কারণ এই সময়ে তাপমাত্রার বৈচিত্র্য সবচেয়ে বেশি স্পষ্ট হয় এবং Urban Heat Island (UHI) প্রভাবের গভীরতা বোঝার জন্য সুবিধাজনক। শহুরে এবং গ্রামীণ এলাকার ভূমি ব্যবহারের বৈশিষ্ট্য অনুযায়ী এলাকার শ্রেণীবিন্যাসের জন্য Google Dynamic World Cover থেকে প্রাপ্ত LULC (Land Use and Land Cover) মানচিত্র ব্যবহার করা হয়েছে, যেখানে নগর এলাকা (urban) এবং গ্রামীণ এলাকা (rural) পৃথকীকরণ করা হয়েছে।

গবেষণায় Landsat ৮ TIRS ব্যান্ড ব্যবহার করে LST নির্ণয় করা হয়েছে। LST নির্ণয় করার জন্য প্রথমে রেডিওমেট্রিক ক্যালিব্রেশন করতে হবে এবং তারপর উজ্জ্বলতার তাপমাত্রা (brightness temperature, BT) নির্ধারণ করতে হবে। উজ্জ্বলতার তাপমাত্রা নির্ধারণের জন্য নিম্নলিখিত সমীকরণটি ব্যবহার করা হয়েছে (Sobrino et al., 2012):

$$T = \frac{K_2}{ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)}$$

এখানে, T = উজ্জ্বলতার তাপমাত্রা (Kelvin), K_1 এবং K_2 হল ব্যান্ড-১০ এর জন্য প্রযোজ্য ক্যালিব্রেশন ধ্রুবক, যথাক্রমে ৭৭৪.৮৮ এবং ১৩২১.০৮, এবং L_λ = স্পেকট্রাল রেডিয়্যান্স ($W/m^2/sr/\mu m$), যা রেডিওমেট্রিক ব্যান্ডের ডিজিটাল নম্বর (DN)

মান থেকে প্রাপ্ত (NASA, 2019)। উজ্জ্বলতার তাপমাত্রা নির্ধারণের পরে এটিকে সেলসিয়াসে রূপান্তর করা হয়েছে।

এরপর LST নির্ধারণের জন্য সবুজ এলাকা, জলাশয় এবং অন্যান্য ভূমি ব্যবহারের বৈশিষ্ট্য বিশ্লেষণ করা হয়েছে। NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) পদ্ধতি ব্যবহার করে LST নির্ধারণ করা হয়েছে। উভয় এলাকার LST নির্ধারণের পরে Urban Heat Island (UHI) প্রভাব বিশ্লেষণের জন্য শহুরে ও গ্রামীণ তাপমাত্রার তুলনা করা হয়েছে।

উপস্থিত তাপমাত্রার পার্থক্য ব্যবহার করে Urban Heat Island (UHI) প্রভাব নির্ণয় করা হয়েছে। শহুরে এবং গ্রামীণ এলাকার বৈশিষ্ট্য অনুযায়ী তাপমাত্রার তুলনামূলক বিশ্লেষণ করা হয়েছে। Urban Heat Island ইনডেক্স প্রভাবের গভীরতা নির্ধারণ করা হয়েছে।

ফলাফল ও পর্যবেক্ষণ

ভূপৃষ্ঠের তাপমাত্রা (LST), গাছপালার স্বাস্থ্য সূচক (NDVI), Urban Heat Island (UHI), এবং দৈনিক তাপমাত্রার গ্রাফের মাধ্যমে এলাকার তাপমাত্রা, সবুজ ভূমি, তাপদ্বীপ প্রভাবের প্রকৃতি এবং তাপমাত্রার দৈনিক পরিবর্তন বোঝা গেছে। এই উপাদানগুলো তাপমাত্রা, সবুজের ঘনত্ব, নগর অঞ্চলের ঘনবসতি, এবং দিনের সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন তাপমাত্রার প্রবণতা সম্পর্কে বিশদ তথ্য প্রদান করে, যা স্থানীয় বাস্তুসংস্থান এবং মানব কার্যকলাপের উপর প্রভাব ফেলে। (UHI Index) নির্ধারণের জন্য নিম্নলিখিত সূত্রটি ব্যবহার করা হয়েছে (Rizwan et al., 2008):

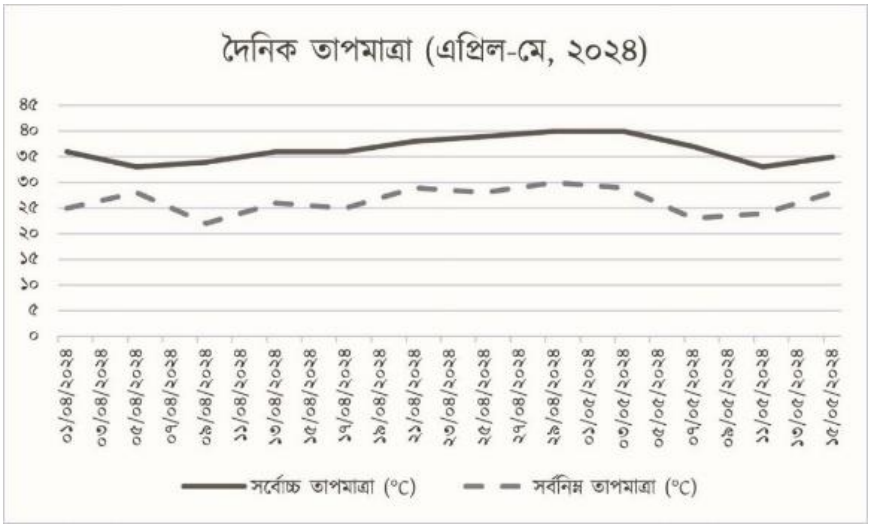
$$UHI = T_{urban} - T_{rural}$$

LST এবং Urban Heat Island (UHI) নির্ণয়ের পরে, গবেষণায় বগুড়া শহরের বিভিন্ন অঞ্চলের স্থানিক তাপমাত্রা বিশ্লেষণ করা হয়েছে। Urban Heat Island (UHI) প্রভাবের গড় গভীরতা, তাপমাত্রা পরিবর্তনের হার, এবং শহরের বিভিন্ন স্থানের তাপমাত্রার পর্যায়ক্রমিক পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ করা হয়েছে। এর মাধ্যমে বগুড়ার কোন এলাকাগুলোতে তাপমাত্রা বেশি এবং এর কারণগুলো সনাক্ত করা হয়েছে।

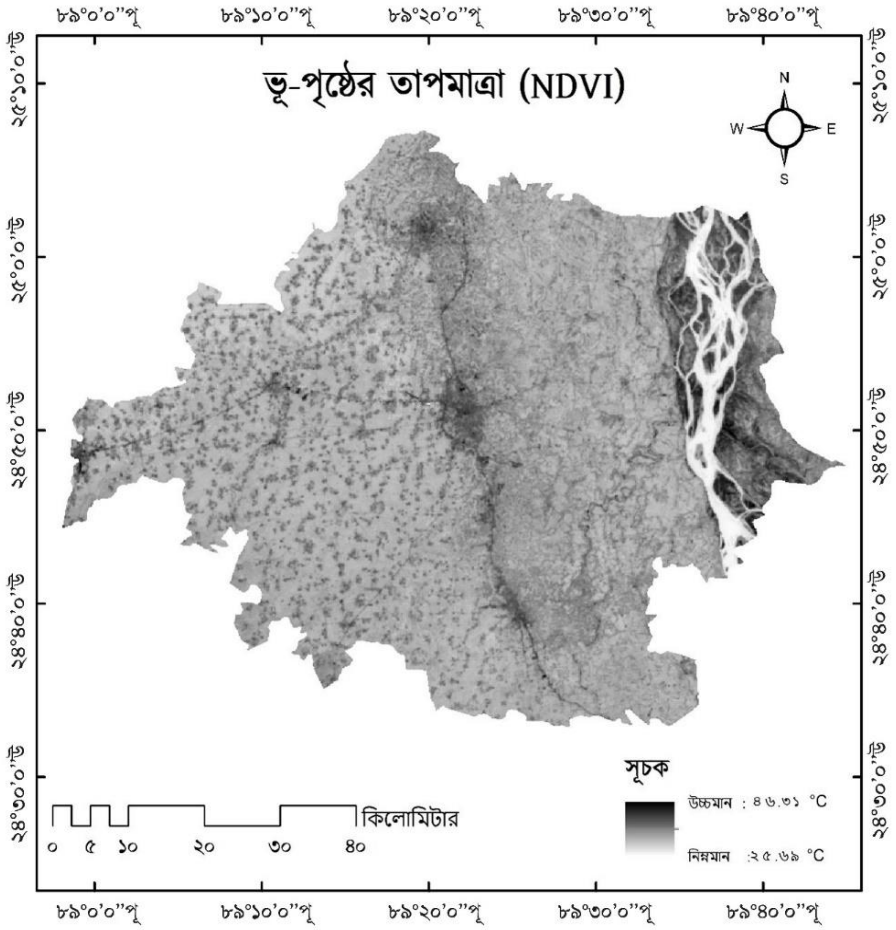
গবেষণার আরেকটি গুরুত্বপূর্ণ দিক হলো সবুজ এলাকার উপস্থিতি এবং Urban Heat Island (UHI) প্রভাবের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয়। পূর্ববর্তী গবেষণায় (Huang et al., 2018; Bowler et al., 2010; Gunawardena et al., 2017) দেখা গেছে যে, সবুজ এলাকা যেমন উদ্যান, পুকুর, এবং গাছপালার উপস্থিতি তাপমাত্রা কমাতে সহায়ক হয়। এই গবেষণায়ও দেখা গেছে যে, বগুড়ার যেসব এলাকায় বেশি সবুজ আচ্ছাদন রয়েছে, সেখানে Urban Heat Island (UHI) প্রভাব তুলনামূলকভাবে কম।

এখানে, T_{urban} = শহুরে এলাকার গড় তাপমাত্রা এবং T_{rural} = গ্রামীণ এলাকার গড় তাপমাত্রা। এই সূত্রের মাধ্যমে গবেষণায় বগুড়া শহরের বিভিন্ন অঞ্চলে Urban Heat Island (UHI) প্রভাবের গভীরতা নির্ধারণ করা হয়েছে।

এই গ্রাফে এপ্রিল থেকে মে ২০২৪ সময়কালে দৈনিক সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন তাপমাত্রার পরিবর্তন প্রদর্শিত হয়েছে। নীল লাইন সর্বোচ্চ তাপমাত্রা এবং কমলা লাইন সর্বনিম্ন তাপমাত্রা নির্দেশ করে। সর্বোচ্চ তাপমাত্রা প্রায় ৩৭-৪১ ডিগ্রি সেলসিয়াসের মধ্যে উঠানামা করে, যেখানে সর্বনিম্ন তাপমাত্রা ২৫-৩০ ডিগ্রি সেলসিয়াসের মধ্যে অবস্থান করে। মে মাসের প্রথম দিকে উভয় তাপমাত্রা কিছুটা কমলেও, পরে আবার বৃদ্ধি পায়। এই তাপমাত্রার পার্থক্য Urban Heat Island (UHI) প্রভাব বোঝার জন্য সহায়ক এবং উষ্ণ আবহাওয়া পরিস্থিতির প্রভাবকে তুলে ধরে।



চিত্র ২: ২০২৪ সালের এপ্রিল থেকে মে মাসের দৈনিক সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন তাপমাত্রার পরিবর্তন গ্রাফ

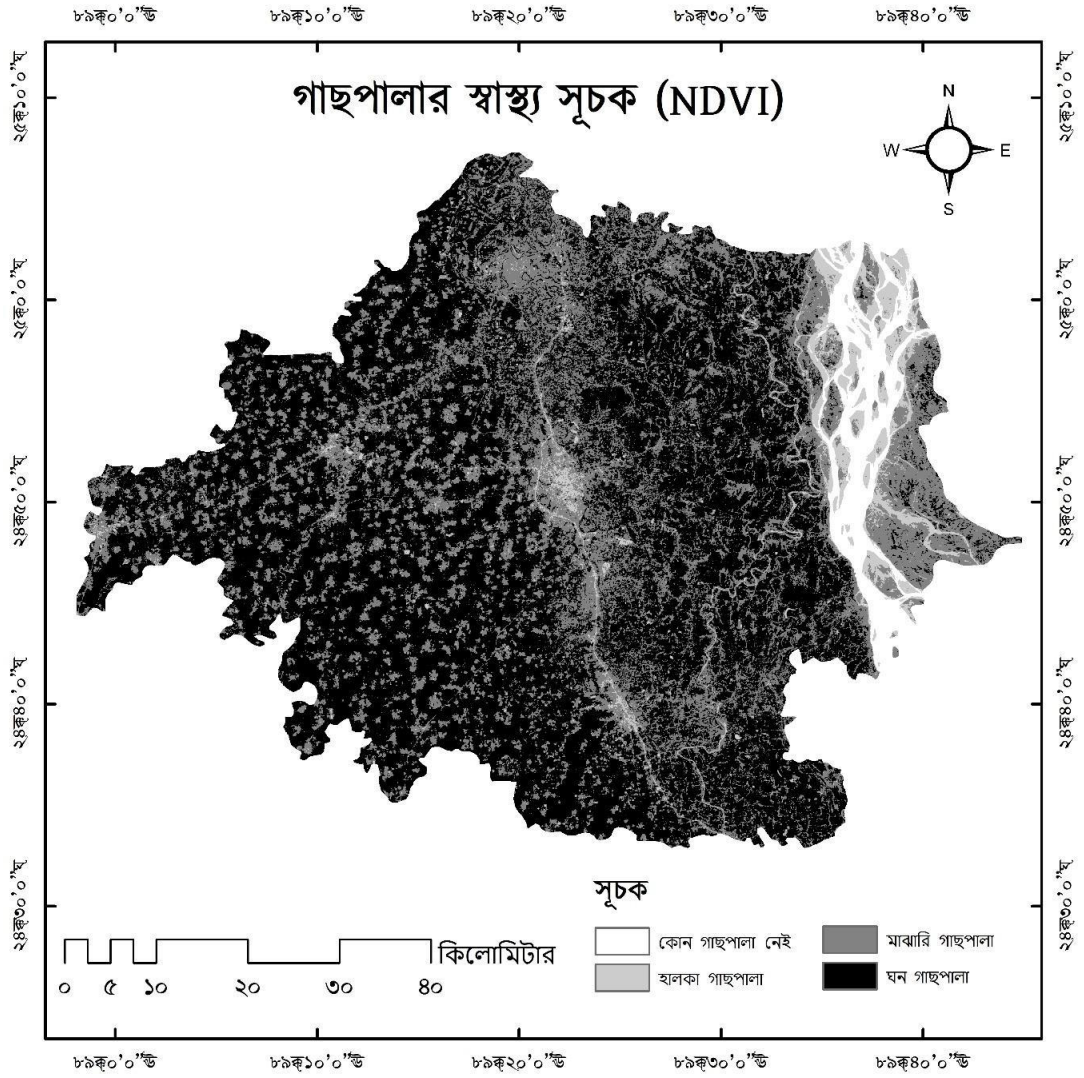


চিত্র ৩: বগুড়া জেলার ভূপৃষ্ঠের তাপমাত্রা (LST) মানচিত্র, যেখানে উষ্ণতম স্থান ৪৬.৩১°C এবং সর্বনিম্ন স্থান ২৫.৬৯°C চিহ্নিত করা হয়েছে।

৩য় চিত্রে ভূমির পৃষ্ঠের তাপমাত্রা (LST) একটি নির্দিষ্ট অঞ্চলের ভৌগোলিক তাপমাত্রা বণ্টন দেখানো হয়েছে। এখানে সর্বোচ্চ তাপমাত্রা ৪৬.১১°C এবং সর্বনিম্ন তাপমাত্রা ২৫.৭৩°C চিহ্নিত করা হয়েছে। মানচিত্রে স্পষ্টভাবে দেখা যায় যে নদীর পার্শ্ববর্তী অঞ্চলে তাপমাত্রা তুলনামূলকভাবে কম। অন্যদিকে, শহুরে বা ঘনবসতিপূর্ণ এলাকায় তাপমাত্রা বেশি, যা লাল রঙে প্রদর্শিত হয়েছে। নদী বা জলাশয় সংলগ্ন এলাকায় তাপমাত্রা কম থাকার কারণ হলো এগুলোর ঠাণ্ডা প্রভাব এবং সবুজ ভূমির উপস্থিতি। তবুও, বাণিজ্যিক ও শহুরে এলাকাগুলো কেন্দ্রীয়ভাবে কাজ করে এবং সেখানে তাপমাত্রা বেশি থাকে। তাপমাত্রার এই বৈচিত্র্য স্থানীয় জলবায়ুর পরিবর্তন এবং মানব কার্যকলাপের কারণে তাপমাত্রার পরিবর্তনের ইঙ্গিত দেয়। বিশেষত শহরের বড় ভবন এবং রাস্তাগুলো তাপ ধরে রাখার ক্ষমতা বাড়ায়, যার কারণে সেখানে তাপমাত্রা বেশি হয়।

সারণী ১: NDVI মানের পরিসীমা ও বর্ণনা

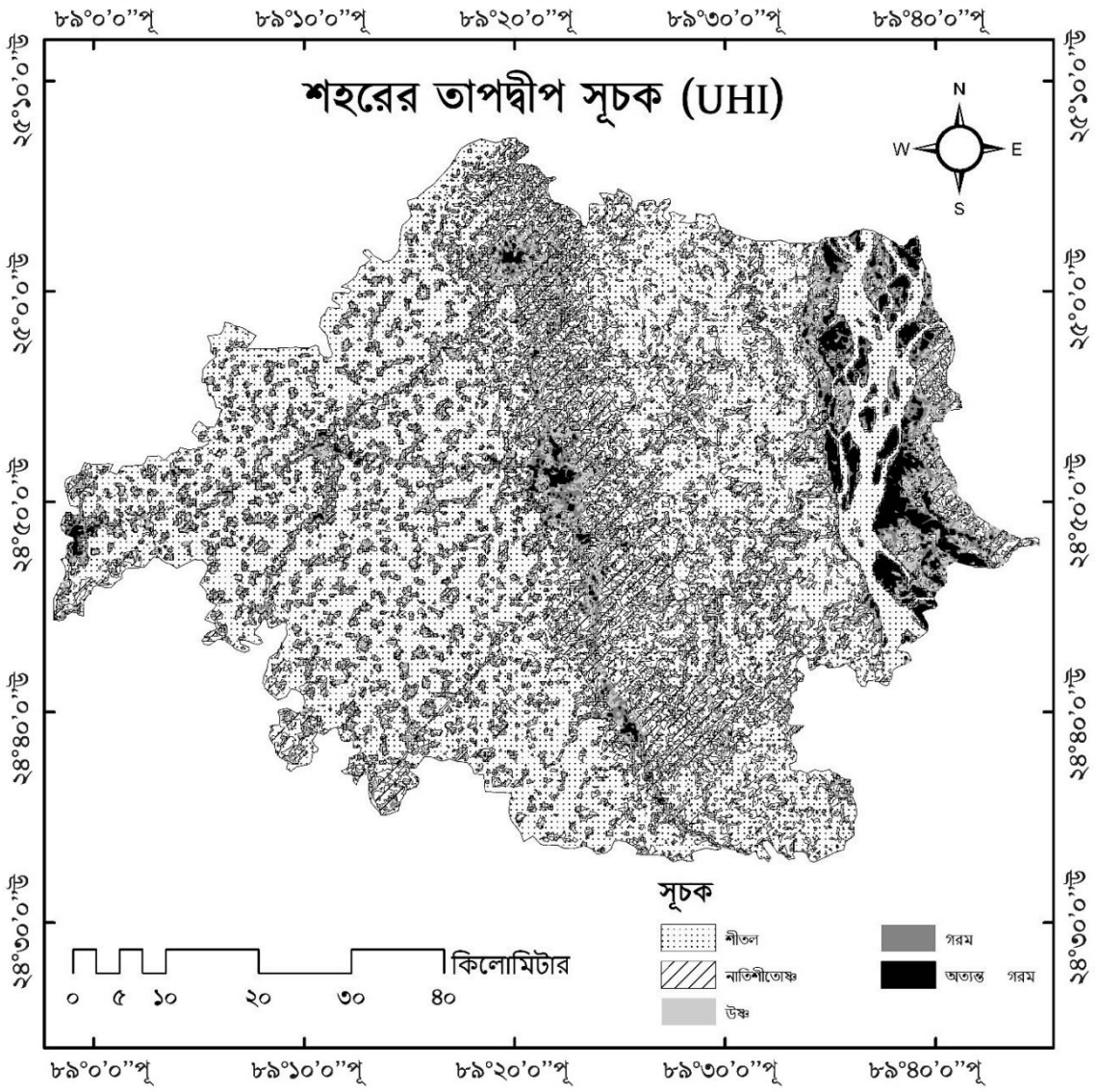
শ্রেনী	NDVI মানের পরিসীমা	বর্ণনা
কোন গাছপালা নেই	-১.০ থেকে ০.০	গাছপালার পরিমাণ খুব কম বা নেই
হালকা গাছপালা	০.০ থেকে ০.২	গাছপালার পরিমাণ ন্যূনতম
মাঝারি গাছপালা	০.২ থেকে ০.৫	গাছপালার পরিমাণ মাঝারি
ঘন গাছপালা	০.৫ থেকে ০.৮	গাছপালার ঘনত্ব উচ্চ



চিত্র ৪: বগুড়া জেলার গাছপালার স্বাস্থ্য সূচক (NDVI) মানচিত্র, যেখানে বিভিন্ন গাছপালার স্বাস্থ্য পর্যায় চিহ্নিত করা হয়েছে।

চিত্র ৪-এ গাছপালার স্বাস্থ্য সূচক (NDVI) গাছপালার ঘনত্ব এবং স্বাস্থ্যের অবস্থাকে স্পষ্ট করে। এখানে গাছপালার উচ্চ ঘনত্বযুক্ত অঞ্চলগুলো গাঢ় সবুজ রঙে দেখানো হয়েছে, যা সুস্থ্য এবং ঘন গাছপালাকে নির্দেশ করে। বিপরীতভাবে, যেখানে গাছপালা নেই বা খুব কম রয়েছে, সেসব অঞ্চল হালকা বাদামি রঙে চিহ্নিত করা হয়েছে। টেবিল ১-এ NDVI শ্রেণীবিভাগ এবং মানের পরিসীমা তুলে ধরা হয়েছে, যা গাছপালার অবস্থা বিশ্লেষণে সহায়ক। এই শ্রেণীবিভাগের মাধ্যমে বোঝা যায় যে নদীর পার্শ্ববর্তী অঞ্চলগুলোতে গাছপালার পরিমাণ কম, যা স্থানীয় বাস্তুসংস্থানের সংকটের ইঙ্গিত দেয়। বিশেষত, 'কোন গাছপালা নেই' শ্রেণী (NDVI মান: -১.০ থেকে ০.০) এবং 'হালকা গাছপালা' শ্রেণী (NDVI মান: ০.০ থেকে ০.২) নির্দেশ করে যে এসব অঞ্চলে গাছপালার ঘনত্ব অত্যন্ত কম, যা পরিবেশের জন্য সম্ভাব্য ঝুঁকি তৈরি করে।

গাছপালার ঘনত্বের এই হ্রাস কার্বন নিঃসরণের হার বৃদ্ধি করে, যার ফলে স্থানীয়ভাবে বায়ুর গুণগত মান কমে যায়। সবুজের এই ঘাটতিযুক্ত এলাকার বাস্তুসংস্থানের উপর জনবহুল প্রভাব পড়ে, যা দীর্ঘমেয়াদে প্রাকৃতিক পরিবেশের অবনতি ঘটাতে পারে। তাই, গাছপালার ঘনত্ব এবং NDVI মান নির্ধারণ করা এলাকার তাপমাত্রা কমানো এবং পরিবেশগত উন্নয়নে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।



চিত্র ৫: শহরের তাপদ্বীপ সূচক (UHI) মানচিত্র, যেখানে শহরের তাপমাত্রার পার্থক্য চিহ্নিত করা হয়েছে।

চিত্র ৫-এ Urban Heat Island (UHI) প্রভাব গ্রাম ও নগর অঞ্চলের তাপমাত্রা এবং তাদের ঘনত্বের পার্থক্য তুলে ধরা হয়েছে। এই মানচিত্রে, অত্যন্ত উত্তপ্ত অঞ্চলগুলো লাল রঙে এবং শীতল অঞ্চলগুলো নীল রঙে চিহ্নিত করা হয়েছে। লাল রঙে চিহ্নিত এলাকাগুলো সাধারণত শহরের ঘনবসতিপূর্ণ এবং বাণিজ্যিক কেন্দ্র, যেখানে তাপমাত্রার ঘনত্ব অনেক বেশি। বিপরীতভাবে, গ্রামীণ এবং জলাশয় সংলগ্ন এলাকাগুলোতে তাপমাত্রার ঘনত্ব কম, যা নীল রঙে প্রকাশিত হয়েছে। গাছপালার স্বাস্থ্য সূচক (NDVI) এবং ভূপৃষ্ঠের তাপমাত্রা (LST) এর মধ্যে সম্পর্ক শহরের তাপদ্বীপ প্রভাব বিশ্লেষণে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। নিম্ন NDVI মান নির্দেশ করে যে ওই অঞ্চলে গাছপালার ঘনত্ব কম, যা তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সরাসরি সম্পর্কিত। প্রায়োগিক গবেষণায় দেখা গেছে যে, যেসব এলাকায় গাছপালার ঘনত্ব কম (NDVI), সেসব এলাকায় LST মান তুলনামূলকভাবে উচ্চতর। এই ধরনের অবস্থা শহরের তাপদ্বীপ প্রভাব বৃদ্ধির দিকে ইঙ্গিত করে, যেখানে শহরের অবকাঠামো উন্নয়ন এবং সবুজ ভূমির অভাব লক্ষণীয়। অতএব, শহরের বায়ু তাপমাত্রা আশেপাশের গ্রামীণ এলাকাগুলোর তুলনায় অনেক বেশি, যা জনস্বাস্থ্যের উপর গুরুতর নেতিবাচক প্রভাব ফেলে। উপরন্তু, গাছপালার ঘনত্বের অবস্থা এবং তাপমাত্রার পরিবর্তন Urban Heat Island (UHI)-এর বিভিন্ন প্রভাব বুঝতে সহায়ক। এই বিশ্লেষণ স্থানীয় বাস্তুসংস্থানের স্থায়িত্ব এবং পরিবেশগত ভারসাম্য রক্ষায় গুরুত্বপূর্ণ।

এই গবেষণার ফলাফল স্থানীয় পরিবেশের বৈশিষ্ট্য ও বৈচিত্র্য বিশ্লেষণে একটি গুরুত্বপূর্ণ দিক তুলে ধরে। ভূপৃষ্ঠের তাপমাত্রা (LST), গাছপালার স্বাস্থ্য সূচক (NDVI), এবং Urban Heat Island (UHI) প্রভাব বিশ্লেষণ করে দেখা যায় যে, তাপমাত্রা এবং সবুজ ভূমির অবস্থার মধ্যে একটি সুস্পষ্ট সম্পর্ক রয়েছে।ভূপৃষ্ঠের তাপমাত্রার মানচিত্র থেকে বোঝা যায় যে, শহরের ঘনবসতিপূর্ণ এলাকায় তাপমাত্রা বেশি, যা তাপদ্বীপ প্রভাব নির্দেশ করে। বিশেষত শহরের বাণিজ্যিক ও উন্নত অবকাঠামোযুক্ত এলাকাগুলোতে তাপমাত্রা তুলনামূলকভাবে অনেক বেশি। অন্যদিকে, জলাশয় বা নদী সংলগ্ন এলাকায় তাপমাত্রা কম। গাছপালার ঘনত্ব (NDVI) মানচিত্র থেকে দেখা যায় যে শহুরে এলাকায় সবুজের অভাব রয়েছে, যা স্থানীয় বাষ্পসংস্থানের উপর জনবহুল প্রভাব ফেলতে পারে। গাছপালা কম থাকার কারণে কার্বন নিঃসরণের হার বেড়ে যায়, ফলে বায়ুর গুণগত মান হ্রাস পায়। Urban Heat Island (UHI) সূচক মানচিত্রে আরও দেখা যায় যে, নগরায়ন এবং সবুজ ভূমির অভাবের কারণে শহরের তাপমাত্রার ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়, যা মানুষের স্বাস্থ্যের জন্য ক্ষতিকর হতে পারে। এই মানচিত্র ও গ্রাফগুলো স্থানীয় এলাকার পরিবেশগত অবস্থা এবং মানব কার্যকলাপের প্রভাব স্পষ্ট করে তুলে ধরে। এর মাধ্যমে বোঝা যায় যে, সবুজ ভূমির সংরক্ষণ এবং পরিবেশগত পরিকল্পনা এই অঞ্চলের পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করবে।

উপসংহার

গবেষণায় প্রাপ্ত ফলাফলগুলো Urban Heat Island প্রভাব (UHI) এবং স্থানীয় তাপমাত্রার মধ্যে গভীর সম্পর্ক নির্দেশ করে। নগরায়নের প্রসার, সবুজ ভূমির অভাব, এবং ব্যাপক মানবিক কার্যকলাপ তাপমাত্রার ঘনত্ব বৃদ্ধির প্রধান কারণ হিসেবে চিহ্নিত হয়েছে। এই প্রভাবগুলো স্থানীয় পরিবেশ এবং জনস্বাস্থ্যের উপর নেতিবাচক প্রভাব ফেলতে পারে। চিত্র ৪-এ প্রদর্শিত Urban Heat Island প্রভাব (UHI) নগর ও গ্রামীণ অঞ্চলের মধ্যে তাপমাত্রার বৈষম্য স্পষ্টভাবে প্রতিফলিত করে। এই তাপমাত্রার গড় পার্থক্য প্রায় ১.৯ ডিগ্রি সেলসিয়াস, যা শহরের ঘনবসতিপূর্ণ এবং বাণিজ্যিক এলাকায় তাপমাত্রার ঘনত্ব বৃদ্ধির সাথে সম্পর্কিত। লাল রঙে চিহ্নিত এই এলাকাগুলোতে উল্লেখযোগ্যভাবে উচ্চ তাপমাত্রা দেখা যায়, যেখানে গাছপালার ঘাটতি এবং পাকা কাঠামোর প্রাধান্য রয়েছে। বিপরীতভাবে, গ্রামীণ এবং জলাশয় সংলগ্ন অঞ্চলগুলোতে, যা নীল রঙে চিহ্নিত, তুলনামূলকভাবে শীতল অবস্থা বিদ্যমান, যা গাছপালার উপস্থিতি এবং প্রাকৃতিক ভূমির প্রভাব নির্দেশ করে।

গাছপালার স্বাস্থ্য সূচক (NDVI) এবং ভূপৃষ্ঠের তাপমাত্রা (LST) এর মধ্যে ঘনিষ্ঠ সম্পর্ক Urban Heat Island (UHI) প্রভাব বিশ্লেষণে কেন্দ্রীয় ভূমিকা পালন করে। নিম্ন NDVI মান নির্দেশ করে যে ওই এলাকায় গাছপালার ঘনত্ব কম, যা উচ্চ LST এবং তাপমাত্রার ঘনত্ব বৃদ্ধির সাথে সরাসরি সম্পর্কিত। শহুরে অবকাঠামোর প্রসার এবং সবুজ ভূমির ক্রমহ্রাসমানতা Urban Heat Island (UHI) প্রভাবকে তীব্রতর করে, যার ফলে নগরায়িত এলাকায় তাপমাত্রার প্রভাবকে বৃদ্ধি পায়। উল্লেখযোগ্যভাবে, নগর এলাকার তাপমাত্রা বৃদ্ধি জনস্বাস্থ্যের উপর সুদূরপ্রসারী নেতিবাচক প্রভাব ফেলতে পারে। তাপদ্বীপ প্রভাব প্রশমন এবং বাষ্পসংস্থান ও স্থানীয় পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষায় সবুজ ভূমির পরিমাণ বৃদ্ধির প্রয়োজনীয়তা অপরিহার্য। পরিবেশগত পরিকল্পনা এবং নগরায়ন নীতির উন্নয়ন এই ধরনের তাপ বৈষম্যের বিশ্লেষণে একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

References

Abir, F., Ahmmed, S., Sarker, S., & Fahim, A. (2021). Thermal and ecological assessment based on land surface temperature and quantifying multivariate controlling factors in Bogra, Bangladesh. Heliyon, 7(9), e08012. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08012

Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010). "Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence". *Landscape and Urban Planning*, 97(3), 147-155. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006

Chen, H. and Wang, K. (2012). The study for the influencing factors of urban heat island development. Advanced Materials Research, 524-527,3524-3529. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.524-527.3524

Chen, Y. and Chen, W. (2021). Modelling inter-pixel spatial variation of surface urban heat island intensity. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1105672/v1

Correia, A. (2014). The use of satellite images lands at 5 tm in the identification of islands of heat in the city of Recife -pe. Journal of Hyperspectral Remote Sensing, 4(2), 45-53. https://doi.org/10.29150/jhrs.v4.2.p45-53

Gunawardena, K. R., Wells, M. J., & Kershaw, T. (2017). "Utilising green and blue space to mitigate urban heat island intensity". *Science of the Total Environment*, 584, 1040-1055. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.158

Han, L., Zhang, Y., Huang, X., & Wen, T. (2014). Study of the relationship between the heat island effect and urbanization expansion based

on the index method of Xi'an city. Applied Mechanics and Materials, 685, 433-438. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.685.433

Huang, M., Cui, P., & He, X. (2018). Study of the cooling effects of urban green space in Harbin in terms of reducing the heat island effect. Sustainability, 10(4), 1101. https://doi.org/10.3390/su10041101

Kaplan, G., Avdan, U., & Avdan, Z. (2018). Urban heat island analysis using the Landsat 8 satellite data: a case study in Skopje, Macedonia., 115, 358. https://doi.org/10.3390/ecrs-2-05171

Keeratikasikorn, C. and Bonafoni, S. (2018). Urban heat island analysis over the land use zoning plan of Bangkok using Landsat 8 imagery. Remote Sensing, 10(3), 440. https://doi.org/10.3390/rs10030440

Luan, X., Yu, Z., Zhang, Y., Wei, S., Miao, X., Huang, Z., … & Xu, C. (2020). Remote sensing and social sensing data reveal scale-dependent and system-specific strengths of urban heat island determinants. Remote Sensing, 12(3), 391. https://doi.org/10.3390/rs12030391

Munaf, A, Chau, H-W, Mahusoon, M, Cheuk Yin Wai, Nitin Muttil & Jamei, E 2023, 'Sustainable Mitigation Strategies for Urban Heat Island Effects in Urban Areas', *Sustainability*, vol. 15, no. 14, pp. 10767–10767.

NASA (2019). *Landsat 8 (L8) Data Users Handbook*. Version 5.0. Department of the Interior U.S. Geological Survey (USGS). Available at: https://www.usgs.gov/media/files/landsat-8-data-users-handbook

Putra, R., Agustina, R., Qurratu'Aini, K., & Adwasyifa, K. (2022). Analysis of vegetation density and surface temperature in Buahbatu district, Bandung using Landsat 8 oli/tires satellite images. Jurnal Fisika Dan Aplikasinya, 18(3), 63. https://doi.org/10.12962/j24604682.v18i3.12739

Rizwan, A. M., Norris, J., & Mohsin, M. (2008). "A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island". *Journal of Environmental Sciences*, 20(1), 120-128. https://doi.org/10.1016/S1001-0742(08)60019-4

Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C., & Paolini, L. (2004). *Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5*. Remote Sensing of Environment, 90(4), 434-440. https://doi.org/10.1016/j.rse.2004.02.003

Sobrino, J., Oltra-Carrió, R., Sòria, G., Bianchi, R., & Paganini, M. (2012). Impact of spatial resolution and satellite overpass time on evaluation of the surface urban heat island effects. Remote Sensing of Environment, 117, 50-56. https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.04.042

Sodoudi, S., Shahmohamadi, P., Vollack, K., Cubasch, U., & Che-Ani, A. (2014). Mitigating the urban heat island effect in megacity Tehran. Advances in Meteorology, 2014, 1-19. https://doi.org/10.1155/2014/547974

The Financial Express. (2024). *El Nino waning, and La Nina is to develop in the second half of 2024*. The Financial Express. https://thefinancialexpress.com.bd/environment/el-nino-waning-la-nina-to-develop-in-second-half-of-2024

জাহাঙ্গীরনগর বিশ্ববিদ্যালয় ভূগোল ও পরিবেশ সমীক্ষণ ৪২:২০২৩ (পৃ. ৮৫-৯৩)
Jahangirnagar Bishwavidyalay Bhugol O Paribesh Samikkhan 42:2023 (pp 85-93) *ISSN 1027-8567*

Analysis of Urban Heat Island Effect in Urban and Rural Areas of Bogura District Using Google Earth Engine

Md. Mahmudul Hasan Shahed[1], Md. Ashikur Rahman Rahat[1], Maria Binte Malek[1], Khaled Jubair Shabab[1], Md. Ashraful Habib[2]

[1] Postgraduate Researcher, Department of Geography and Environment, Jahangirnagar University, Savar, Dhaka-1342

[2] Lecturer, Department of Geography and Environment, Jahangirnagar University, Savar, Dhaka-1342

Abstract: Lately, the global influences of anthropogenic climate change factors, including rising temperature, changing weather conditions, and more frequent disasters, together with the rapid pace of urbanization, have also affected the temperature distribution in Bogura District remarkably. This study uses thermal remote sensing techniques to evaluate the Urban Heat Island (UHI) effect in the Bogura district by analyzing temperature differences between urban and rural areas. Landsat satellite imagery from April to May 2023 was used to derive land surface temperature (LST) data for urban and rural regions. The LST was processed to calculate mean temperatures for both environments, revealing significant temperature variation indicative of the UHI effect. Urban areas consistently exhibited higher temperatures than rural zones, particularly in densely populated and built-up regions. This study highlights the growing concern of urbanization and its role in increasing local temperatures, contributing to climate change challenges. The findings emphasize the importance of addressing UHI through sustainable urban planning to mitigate its impacts. This research provides valuable insights into the thermal environment of Bogura and serves as a basis for future studies on the relationship between urbanization and climate.