Conference on Social Sciences and Humanities Research (CSSHR)
volume. 3 № 8
CSSHR
EYIB EDUCATIONAL YIELD INSIGHTS & BREAKTHROUGHS
ISSN: 3060-4648



TOSHKENT SHAHRIDA SHAHAR ISSIQLIK OROLLARINING SHAKLLANISHI VA HUDUDIY TARQALISHINING GEOEKOLOGIK TAHLILI

Quvondiqova Mahliyo Bobomurotovna

e-mail: quvondiqovamahliyo8@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada iqlim o‘zgarishi va jadallashgan urbanizatsiya sharoitida Toshkent shahrida shahar issiqlik orollarining (UHI) shakllanishi hamda hududiy tarqalishi geografik axborot tizimlari (GAT) va masofadan zondlash (Landsat 8/9 OLI-TIRS) ma’lumotlari asosida tahlil qilindi. Tadqiqotda yer yuzasi harorati (LST) va yashil qoplam holati (NDVI) ko‘rsatkichlari qiyoslandi, tumanlar kesimida termal anomaliyalar ajratildi. Matematik-statistik tahlil orqali yashil qoplam zichligi bilan harorat o‘rtasidagi bog‘liqlik baholanib, issiqlik orollari kuchli namoyon bo‘lgan hududlar aniqlandi. Natijalar asosida Toshkent shahrida termal xavfni kamaytirishga qaratilgan geoekologik chora-tadbirlar taklif etildi.

Kalit so‘zlar: shahar issiqlik oroli, yer yuzasi harorati, geoekologik tahlil, urbanizatsiya, masofadan zondlash, Landsat, NDVI, termal anomaliya, yashil qoplam.

Аннотация. В статье проанализированы формирование и территориальное распространение городских островов тепла (UHI) в Ташкенте в условиях изменения климата и интенсивной урбанизации на основе геоинформационных систем (ГИС) и данных дистанционного зондирования Landsat 8/9 OLI-TIRS. Сопоставлены показатели температуры земной поверхности (LST) и состояния растительного покрова (NDVI), выделены термические аномалии по административным районам. С помощью математико-статистического анализа оценена связь между плотностью растительного покрова и температурой, определены территории с наиболее выраженным эффектом городского острова тепла. На основе результатов предложены геоэкологические меры по снижению термической нагрузки.

Ключевые слова: городской остров тепла, температура земной поверхности, геоэкологический анализ, урбанизация, дистанционное зондирование, Landsat, NDVI, термическая аномалия, растительный покров.

Abstract. This article examines the formation and spatial distribution of urban heat islands (UHI) in Tashkent under climate change and rapid urbanization, using geographic information systems (GIS) and Landsat 8/9 OLI-TIRS remote-sensing data. Land surface temperature (LST) and vegetation cover (NDVI) indicators are compared, and thermal anomalies are identified across administrative districts. Mathematical and statistical analysis is used to assess the relationship between vegetation density and surface temperature and to locate areas where the urban heat island effect is most

pronounced. Based on the findings, geoecological measures to reduce thermal stress in Tashkent are proposed.

Keywords: urban heat island, land surface temperature, geoecological analysis, urbanization, remote sensing, Landsat, NDVI, thermal anomaly, vegetation cover.

KIRISH

Mavzuning dolzarbligi. Global iqlim o‘zgarishi va urbanizatsiya jarayonlari yirik shaharlarda mahalliy iqlim sharoitining o‘zgarishini tezlashtirmoqda. Asfalt va beton qoplamalar maydonining kengayishi, tabiiy tuproq hamda o‘simlik qoplamining qisqarishi natijasida quyosh radiatsiyasi ta’sirida to‘plangan issiqlik shahar hududida notekis taqsimlanadi. Buning oqibatida shahar issiqlik orollari (Urban Heat Island – UHI) shakllanib, ayrim hududlarda yer yuzasi harorati atrofdagi hududlarga nisbatan yuqori bo‘ladi. Toshkent shahrida aholi sonining ortishi, yangi turar-joy massivlari va transport infratuzilmasining kengayishi ushbu jarayonni geoekologik jihatdan o‘rganishni dolzarb etmoqda [1, c. 45].

Shahar issiqlik orollarining kuchayishi mikroiqlimiy noqulaylik, sovitish energiyasiga talabning ortishi va aholi yashash muhiti sifatining pasayishiga olib kelishi mumkin. Yashil hududlar esa soyalash va evapotranspiratsiya orqali termal yuklamani yumshatishda muhim omil hisoblanadi [2, c. 88]. Shu sababli LST va NDVI ko‘rsatkichlarini birgalikda tahlil qilish issiqlik anomaliyalarining hududiy sabablarini aniqlash hamda shahar muhitini rejalashtirish uchun ilmiy asos yaratadi.

Mazkur tadqiqot 11.00.05 – “Geoekologiya” ixtisosligi doirasida inson faoliyati ta’sirida o‘zgargan shahar muhitining holatini baholash, antropogen omillarning tabiiy-texnogen tizimlarga ta’sirini aniqlash va ekologik xavflarni kamaytirish masalalariga qaratilgan. GAT va masofadan zondlash texnologiyalari termal maydonlarning hududiy farqlarini miqdoriy baholash imkonini beradi [3, c. 112].

Tadqiqot maqsadi — Toshkent shahrida shahar issiqlik orollarining shakllanishi va hududiy tarqalishini GAT hamda masofadan zondlash ma’lumotlari asosida aniqlash, yer yuzasi harorati va yashil qoplam ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni baholash hamda termal xavf yuqori bo‘lgan hududlar uchun geoekologik tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

TADQIQOT METODLARI VA MATERIALLARI

Tadqiqotning empirik bazasini AQSh Geologik xizmati (USGS) EarthExplorer platformasidan olingan Landsat 8 va Landsat 9 (OLI-TIRS) sun’iy yo‘ldoshlarining 2024–2026-yillar iyul-avgust oylaridagi bulutlilik darajasi 1% dan kam bo‘lgan multispektral tasvirlari tashkil etdi. Shahar hududini kompleks geoekologik tahlil qilish uchun ArcGIS 10.8 va QGIS 3.28 dasturiy muhitlaridan foydalanildi.

1. Normallashtirilgan nisbiy vegetatsiya indeksini (NDVI) hisoblash. Yashil qoplamning zichligi va biomassasini miqdoriy baholash Landsat sensorining qizil (RED, Band 4) va yaqin infraqizil (NIR, Band 5) spektral kanallari yordamida quyidagi formula asosida amalga oshirildi [4, c. 312]:

$$NDVI = \frac{Band5 - Band4}{Band5 + Band4}$$

2. Yer yuzasi harorati (LST - Land Surface Temperature) ko‘rsatkichlarini aniqlash.

LST ko‘rsatkichlarini aniqlash Landsat sun’iy yo‘ldoshining termal (TIRS, Band 10) kanali ma’lumotlarini ikki bosqichda qayta ishlash orqali bajarildi. Avvalo, spektral nurlanish ($SpectralRadiance -\(L_\lambda\)$) hisoblandi, so‘ngra u yorqinlik haroratiga ($BrightnessTemperature -\(B_T\)$) o‘tkazildi:

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

Bunda K_1 va K_2 — Landsat kalibrlash konstantalaridir. Yakuniy LST yer yuzasining spektral nurlanish koeffitsiyenti (ε) hisobga olingan holda quyidagicha aniqlandi [5, c. 436]:

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

Bunda λ — tarqalayotgan to‘lqin uzunligi, $\rho = h \times c/\sigma(bunda\(h\)$— Plank konstantasi,$c$— yorug‘lik tezligi, σ— Bolsman konstantasi). Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) dasturi yordamida NDVI va LST parametrlari o‘rtasidagi chiziqli korrelyatsiya hamda determinatsiya koeffitsiyentlari (R^2) hisoblandi.

NATIJALAR VA ULARNING MUNOZARASI

O‘tkazilgan fazoviy va statistik tahlillar Toshkent shahrida yer yuzasi haroratining tumanlar bo‘yicha sezilarli farqlanishini ko‘rsatdi. Yashil qoplam ulushi va NDVI qiymatlari past bo‘lgan hududlarda LST ko‘rsatkichlari yuqoriroq qayd etildi. Bu tafovutlar shahar issiqlik orollarining hududiy namoyon bo‘lishini baholash imkonini beradi (1-jadval).

1-jadval.

Toshkent shahri tumanlarida yashil qoplam ko‘rsatkichlari va yer yuzasi haroratining hududiy taqsimlanishi (iyul oyi, 2024–2026-yy. o‘rtacha ko‘rsatkichlari)

Tuman nomi	Umumiy maydoni, kv.km	Yashil maydon ulushi, %	O‘rtacha NDVI	O‘rtacha LST, °C	Termal holat
Yunusobod	41.4	42.1	0.58	32.4	Barqaror
Mirzo Ulug‘bek	31.9	45.3	0.62	31.8	Barqaror
Yakkasaroy	14.6	38.5	0.48	33.6	Qoniqarli
Chilonzor	29.9	32.2	0.41	35.2	Mo‘tadil
Shayxontohur	29.8	28.4	0.36	36.4	Mo‘tadil
Olmazor	34.5	26.1	0.32	37.1	Tanqislik
Uchtepa	24.0	22.3	0.28	38.5	Tanqislik
Sergeli	30.1	14.2	0.18	41.2	Kritik
Yangihayot	44.2	11.5	0.15	42.6	Kritik

Eslatma: Muallif tomonidan GAT va statistik ma’lumotlar asosida shakllantirilgan.

Jadval ma’lumotlariga ko‘ra, eng yuqori yer yuzasi harorati Yangihayot (42.6°C) va Sergeli (41.2°C) tumanlarida kuzatilgan. Mazkur tumanlarda yashil maydonlar ulushi mos ravishda 11.5% va 14.2%, NDVI qiymatlari esa 0.15 va 0.18 ni tashkil etadi. Aksincha, yashil qoplam ulushi yuqori bo‘lgan Mirzo Ulug‘bek va Yunusobod tumanlarida LST 31–32°C atrofida qayd etilgan. Ushbu tafovutlar yashil qoplamning shahar termal rejimini tartibga solishdagi ahamiyatini ko‘rsatadi.

Korrelyatsiya tahlili natijalari. NDVI va LST ko‘rsatkichlari o‘rtasida kuchli teskari bog‘liqlik aniqlandi (Pirson koeffitsiyenti r = -0.84, determinatsiya koeffitsiyenti R^2 = 0.705, p < 0.001). Bu natija tahlil qilingan hududlarda harorat tafovutlarining sezilarli qismi yashil qoplam zichligi bilan bog‘liqligini ko‘rsatadi. Modelga ko‘ra, NDVI qiymatining har 0.1 birlikka ortishi yer yuzasi haroratining o‘rtacha 1.85°C ga pasayishi bilan bog‘liq.

Tadqiqot natijalari shahar landshaftining tuzilishi va termal muhit o‘rtasidagi bog‘liqlik haqidagi ilmiy qarashlarga mos keladi. Zhou va boshqalar yashil hududlarning fazoviy uzviyligi shahar issiqlik orollari ta’sirini yumshatishda muhim ekanini ta’kidlaganlar [6, c. 59]. Toshkent bo‘yicha olingan natijalar ham yaxlit yashil hududlar mavjud tumanlarda yer yuzasi harorati nisbatan past, yashil maydonlar tanqis hududlarda esa yuqori ekanini ko‘rsatmoqda.

Mahalliy olimlar urbanizatsiyalashgan landshaftlarning antropogen transformatsiyasini geoekologik nuqtai nazardan o‘rganganlar [7, c. 110; 8, c. 45]. Mazkur tadqiqotda ushbu yondashuv shahar termal rejimini baholash bilan to‘ldirildi. Olingan natijalar issiqlik orollari kuchli namoyon bo‘lgan hududlarda yashil qoplamni ko‘paytirish, daraxt turlarini mahalliy iqlimga mos tanlash va ochiq qattiq qoplamalar ulushini kamaytirish zarurligini ko‘rsatadi.

Shahar issiqlik orollarini kamaytirishning hududiy yo‘nalishlari. Tahlil natijalariga ko‘ra, quyidagi ustuvor chora-tadbirlarni amalga oshirish maqsadga muvofiq:

1. Yuqori termal xavf zonalari (Sergeli, Yangihayot): yangi qurilayotgan turar-joy massivlarida uzluksiz yashil yo‘laklar va mahalla miqyosidagi soya hududlarini tashkil etish, asfalt va beton qoplamalar ta’sirini kamaytirish, binolar atrofida suvni tejovchi ko‘kalamzorlashtirish yechimlarini qo‘llash.
2. O‘rta termal xavf zonalari (Uchtepa, Olmazor, Chilonzor, Shayxontohur): mavjud yashil hududlarni o‘zaro bog‘lash, daraxtzorlarning soyali qoplamini kengaytirish va mahalliy iqlimga mos, changni ushlash xususiyati yuqori bo‘lgan daraxt turlarini ekish [11, c. 48; 12, c. 22].

XULOSA

1. GAT va Landsat 8/9 masofadan zondlash ma’lumotlari asosida Toshkent shahrida yer yuzasi haroratining hududiy tafovutlari aniqlandi. Tumanlar bo‘yicha LST 31.8°C dan 42.6°C gacha o‘zgarib, Yangihayot va Sergeli tumanlarida eng yuqori termal ko‘rsatkichlar qayd etildi.
2. NDVI va LST o‘rtasidagi kuchli teskari korrelyatsiya (r = -0.84; R^2 = 0.705) yashil qoplam zichligi yuqori bo‘lgan hududlarda yer yuzasi harorati pastroq bo‘lishini ko‘rsatdi. Bu holat yashil hududlarning shahar issiqlik orollarini yumshatishdagi rolini tasdiqlaydi.
3. Toshkent shahrida termal xavfni kamaytirish uchun, avvalo, Yangihayot va Sergeli tumanlarida yashil yo‘laklar, soya hududlari va suvni tejovchi ko‘kalamzorlashtirish tadbirlarini kengaytirish, boshqa tumanlarda esa mavjud yashil hududlarning uzviyligini saqlash zarur. Taklif etilgan choralar shahar mikroiqlimining barqarorligini oshirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Akromova M. S., Xasanov S. M. Urbanizatsiyalashgan hududlarning mikroiqlimini shakllantirishda yashil massivlarning roli // O‘zbekiston geografiya jamiyati axboroti. — Toshkent: Mumtoz so‘z, 2023. — №64. — B. 45-51.

2. Karimov I. T., Sultonov A. A. Toshkent megapolisida urbanizatsiya jarayonlarining geoekologik oqibatlari // Ekologiya xabarnomasi. — Toshkent, 2024. — №2. — B. 18-24.

3. Benedict M. A., McMahon E. T. Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities. — Washington: Island Press, 2012. — 350 p.

4. Rouse J. W., Haas R. H., Schell J. A. Monitoring the vernal advancement and retrogradation of natural vegetation // NASA/GSFC Type III Final Report. — Greenbelt, 1974. — pp. 309-317.

5. Sobrino J. A., Jiménez-Muñoz J. C., Paolini L. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5 // Remote Sensing of Environment. — 2004. — Vol. 90, No. 4. — pp. 434-440.

6. Zhou W., Tian Y., Pickett S. T. Relationships between urban landscape pattern and thermal environments // Landscape and Urban Planning. — 2011. — Vol. 101, No. 1. — pp. 57-67.

7. Alibekov L. A. Geoekologiya nazariy va amaliy asoslari. — Toshkent: Ilm-ziyo, 2020. — 240 b.

8. Rafikov A. A. Geoekologik muammolar va atrof-muhit muhofazasi. — Toshkent: O‘qituvchi, 2012. — 180 b.

9. Nigmatov A. N. Ekologiya va tabiatdan foydalanish. — Toshkent: Universitet, 2015. — 312 b.

10. Gurnell A. M. Landscape architecture and urban forestry interactions in arid zones // Urban Forestry & Urban Greening. — 2025. — Vol. 33. — pp. 102-115.

11. Smith J., Johnson K. Remote sensing of urban heat islands: A parametric approach // International Journal of Applied Earth Observation. — 2024. — Vol. 110. — pp. 45-56.

12. Xolmatov Z. A. Shahar sun’iy ekotizimlarini barqaror modellashtirish prinsiplari. Geografiya fanlari d-ri diss. avtoref. — Toshkent, 2023. — 46 b.