



UDK: 528.8:711.4

**Dilbarxon Sh. FAZILOVA,**

*Fizika-matematika fanlari doktori, professor, O'zR FA Astronomiya instituti, Toshkent, O'zbekiston*

*E-mail: dil\_faz@yahoo.com, ORCID: 0000-0002-7002-189X*

**Madina M. FARHODOVA,**

*Magistrant, Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, O'zbekiston*

**Baxtiyor T. XALIMOV,**

*Kichik ilmiy xodim, O'zR FA Astronomiya instituti, Toshkent, O'zbekiston*

*E-mail: dil\_faz@yahoo.com, ORCID: 0009-0009-6161-4229*

*O'MU dotsenti, PhD O.Arabov taqrizi asosida*

### MASOFADAN ZONDLASH MA'LUMOTLARI ASOSIDA ZANGIOTA TUMANI HUDUDIDA QURILISH DINAMIKASINING TAHLILI (2020–2024-YILLAR)

Annotatsiya

Mazkur tadqiqotda 2020–2024-yillar oralig'ida Zangiota tumani hududida qurilish jarayonlari masofadan zondlash ma'lumotlari asosida tahlil qilindi. Landsat 8 va Landsat 9 sun'iy yo'ldosh tasvirlari hamda Normalized Difference Built-up Index (NDBI) qo'llanildi. Natijada eng yirik yangi o'zlashtirilgan hudud 0.239 km<sup>2</sup> ni tashkil etgani aniqlandi. Tadqiqot hududda urbanizatsiya jarayonlari izchil davom etayotganini ko'rsatdi.

**Kalit so'zlar:** masofadan zondlash, Landsat, NDBI, qurilish dinamikasi, urbanizatsiya, Zangiota tumani, GAT

### ANALYSIS OF CONSTRUCTION DYNAMICS IN ZANGIOTA DISTRICT BASED ON REMOTE SENSING DATA (2020–2024)

Annotation

This study analyzes construction dynamics in Zangiota district during 2020–2024 using remote sensing data. Landsat 8 and Landsat 9 satellite imagery together with the Normalized Difference Built-up Index (NDBI) were applied to detect newly developed areas and assess their spatial distribution. The results revealed continuous urban expansion and increasing construction activity in areas adjacent to Tashkent city.

**Keywords:** remote sensing, Landsat, NDBI, construction dynamics, urbanization, Zangiota district, GIS

### АНАЛИЗ ДИНАМИКИ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ТЕРРИТОРИИ ЗАНГИАТИНСКОГО РАЙОНА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ (2020–2024 ГГ.)

Аннотация

В работе выполнен анализ строительных процессов на территории Зангиатинского района за 2020–2024 гг. на основе данных дистанционного зондирования. Используются спутниковые снимки Landsat 8 и Landsat 9, а также индекс застроенных территорий Normalized Difference Built-up Index (NDBI). Установлено, что крупнейший новый освоенный участок составил 0.239 км<sup>2</sup>. Полученные результаты свидетельствуют об усилении процессов урбанизации.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование, Landsat, NDBI, динамика строительства, урбанизация, Зангиатинский район, ГИС

**Kirish.** So'nggi yillarda urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi dunyo miqyosida ham, O'zbekiston sharoitida ham yer resurslaridan foydalanish tizimiga sezilarli ta'sir ko'rsatmoqda. Aholi sonining o'sishi, uy-joy qurilishi, transport va muhandislik infratuzilmasining kengayishi natijasida shahar atrofi hududlarida qishloq xo'jaligi yerlari, bo'sh maydonlar hamda tabiiy landshaftlar bosqichma-bosqich qurilish hududlariga aylanmoqda. Bunday o'zgarishlar yer fondidan foydalanish samaradorligi, ekologik muvozanat va hududiy rejalashtirish bilan bog'liq masalalarni yanada dolzarb qilmoqda.

O'zbekiston Respublikasida yer resurslarini boshqarish, kadastr tizimini takomillashtirish va hududiy rivojlanishni ilmiy asosda tashkil etishga alohida e'tibor qaratilmoqda. O'zbekiston Respublikasida yer resurslaridan samarali foydalanish, yer hisobini to'g'ri yuritish, kadastr ma'lumotlarini raqamlashtirish hamda hududlarni zamonaviy texnologiyalar asosida monitoring qilish bo'yicha izchil islohotlar amalga oshirilmoqda [1, 2]. "O'zbekiston - 2030" strategiyasida hududlarni kompleks rivojlantirish, shaharsozlikni takomillashtirish va resurslardan oqilona foydalanish ustuvor yo'nalishlardan biri sifatida belgilangan [3]. Shuningdek, urbanizatsiya va uy-joy bozorini barqaror rivojlantirishga qaratilgan PQ-347-son qarorida qurilish jarayonlarini tizimli boshqarish va hududiy rejalashtirishni takomillashtirish vazifalari belgilangan [4].

Xalqaro miqyosda ham shahar hududlarining kengayishi va yer iste'moli darajasini baholash muhim masala hisoblanadi. Birlashgan millatlar tashkiloti (BMT)ning Barqaror rivojlanish maqsadlari doirasidagi 11.3.1-indikator yer iste'moli sur'ati va aholining o'sish sur'ati nisbatini aniqlashga qaratilgan bo'lib, u shaharlarning barqaror rivojlanishini baholash mezonlaridan biri sifatida qabul qilingan [5]. BMTning aholi punktlari bo'yicha dasturi (UN-Habitat) hisobotlarida ham urbanizatsiya jarayonlarini geofazoviy ma'lumotlar asosida monitoring qilish zarurligi qayd etilgan [6].

**Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili.** Hududiy o'zgarishlarni aniqlashda masofadan zondlash ma'lumotlari va geografik axborot tizimlari keng imkoniyatlarga ega. Sun'iy yo'ldosh tasvirlari katta hududlarni qisqa vaqt ichida qamrab olishi, ma'lumotlarning muntazam yangilanib borishi va arxiv ma'lumotlarining mavjudligi bilan ajralib turadi. Ayniqsa, Landsat

dasturi doirasidagi sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari uzoq muddatli kuzatuvlar olib borish imkonini beradi [7], [8]. Bu esa urbanizatsiya va yer qoplami o'zgarishlarini ko'p yillik davr kesimida tahlil qilish uchun qulay manba hisoblanadi.

Qurilgan hududlarni aniqlashda ko'plab spektral indekslardan foydalaniladi. Shular ichida NDBI eng keng qo'llaniladigan indekslardan biridir. Mazkur indeks Zha, Gao va Ni olimlari tomonidan taklif etilgan bo'lib, qisqa to'liqlikda infraqizil diapazonlar o'rtasidagi farqqa asoslanadi va qurilgan hududlarni boshqa yer qoplami turlaridan ajratish imkonini beradi [9]. Keyingi tadqiqotlarda ushbu indeks turli mamlakatlar va hududlarda urbanizatsiya darajasi hamda qurilish dinamikasini baholashda samarali ekani tasdiqlangan [10, 11].

O'zbekiston hududida ham masofadan zondlash ma'lumotlari asosida yer qoplami o'zgarishlari, sug'oriladigan yerlar holati va shahar atrofi hududlaridagi transformatsiyalarni o'rganishga bag'ishlangan ilmiy ishlar mavjud. Toshkent shahri va unga tutash hududlarda urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi, yangi turar-joy massivlari va sanoat zonalarining kengayishi qayd etilgan [12]. Shuningdek, Saipova va boshqalar Zangiota tumani hududida yer qoplamidagi o'zgarishlarni geofazoviy texnologiyalar asosida tahlil qilgan hamda Landsat ma'lumotlarining monitoring imkoniyatlarini ko'rsatgan [13]. Biroq aynan Zangiota tumani misolida 2020–2024-yillar oralig'ida qurilish dinamikasini NDBI indeksi asosida kompleks baholash, yangi o'zlashtirilgan hududlarni ajratish va ularning maydonini aniqlash masalalari yetarli darajada yoritilmagan.

Zangiota tumani Toshkent shahriga bevosita tutash joylashgan bo'lib, transport kommunikatsiyalariga yaqinligi, iqtisodiy faolligi va aholining o'sib borishi sababli urbanizatsiya bosimi kuchli hududlardan biri hisoblanadi. So'nggi yillarda ushbu tumanda turar-joy massivlari, logistika obyektlari, ishlab chiqarish va xizmat ko'rsatish infratuzilmasi jadal rivojlanmoqda. Natijada yer qoplami sezilarli o'zgarishlar yuzaga kelmoqda hamda bu jarayonlarni ilmiy asosda kuzatish zarurati ortmoqda.

Mazkur tadqiqotning maqsadi - Zangiota tumani hududida 2020–2024-yillar oralig'ida qurilish jarayonlari dinamikasini Landsat 8 va Landsat 9 sun'iy yo'ldosh tasvirlari hamda NDBI indeksi asosida baholashdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi: sun'iy yo'ldosh tasvirlarini tanlash va dastlabki qayta ishlash; NDBI indeksini hisoblash; yillar kesimida qurilgan hududlarni aniqlash; yangi o'zlashtirilgan maydonlarni ajratish; eng yirik qurilish uchastkalarini maydon jihatidan baholash va ularning hududiy taqsimotini tahlil qilish.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Mazkur tadqiqotda Zangiota tumanida 2020–2024-yillar davomida qurilish jarayonlari dinamikasini baholash uchun masofadan zondlash ma'lumotlari, spektral indekslar va GAT usullaridan foydalanildi. Metodologiya ma'lumotlarni tayyorlash, NDBI indeksini hisoblash, fazoviy tahlil, o'zgarishlarni aniqlash va natijalarni vizualizatsiya qilish bosqichlarini o'z ichiga oldi. Tadqiqot obyekti sifatida Toshkent shahri bilan chegaradosh Zangiota tumani tanlandi. Hududda turar-joy massivlari, sanoat zonalar, logistika markazlari va transport infratuzilmasi kengayib borayotgani sababli u urbanizatsiya jarayonlarini masofadan zondlash asosida tahlil qilish uchun qulay maydon hisoblanadi.

Tadqiqotda USGS tomonidan taqdim etilgan Landsat 8 OLI/TIRS va Landsat 9 OLI-2/TIRS-2 tasvirlaridan foydalanildi [7, 8]. 2020–2024-yillar uchun bulutlilik darajasi past, atmosfera shovqinlari kam va tadqiqot hududini to'liq qamrab oluvchi sahnalar tanlab olindi.

Tasvirlar 30 m fazoviy aniqlikka ega bo'lib, shahar atrofi hududlaridagi yer qoplami o'zgarishlarini umumiy baholash uchun yetarli hisoblanadi. Ma'lumotlar Collection 2 Level-2 formatida, radiometrik va geometrik tuzatishlardan o'tgan holda foydalanildi [7]. Qurilgan maydonlarni aniqlashda NDBI spektral indeksidan foydalanildi. Ushbu indeks quyidagi formula asosida hisoblandi [9]:

$$NDBI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR} \quad (1)$$

bu yerda:

SWIR - qisqa to'liqlik infraqizil diapazon (Landsat 8/9 uchun Band 6),

NIR - yaqin infraqizil diapazon (Band 5).

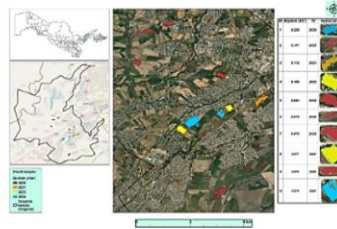
NDBI qiymatining musbat va yuqori bo'lishi, odatda, qurilgan va sun'iy qoplamali hududlarga xos bo'lib, manfiy yoki past qiymatlar esa o'simlik, suv yoki nam tuproq maydonlariga mos keladi. Mazkur xususiyat urbanizatsiyalashgan hududlarni boshqa yer qoplami turlaridan ajratish imkonini beradi.

Sun'iy yo'ldosh tasvirlari ArcGIS va raster tahlil vositalari yordamida qayta ishlandi. Landsat tasvirlari tadqiqot hududi bo'yicha kesilib, NIR va SWIR kanallari asosida Raster Calculator orqali NDBI indeksi hisoblandi. Har bir yil uchun indeks xaritalari yaratilib, threshold qiymatlar yordamida qurilgan hududlar ajratildi. 2020–2024-yillar natijalari taqqoslanib, yangi qurilish maydonlari, urbanizatsiya yo'nalishlari va faol rivojlanayotgan zonalar aniqlandi. Eng yirik o'zlashtirilgan hududlar poligon ko'rinishida ajratilib, ularning maydoni km<sup>2</sup> da hisoblandi. Qo'llanilgan metodologiya katta hududni qisqa vaqt ichida qamrab olish, ko'p yillik taqqoslama tahlil o'tkazish va ochiq sun'iy yo'ldosh ma'lumotlaridan foydalanish imkonini berdi. NDBI indeksi urbanizatsiya monitoringida samarali bo'lsa-da, quruq tuproq, sanoat maydonlari va yalang'och yer yuzalari ham yuqori qiymat berishi mumkin. Shu sababli natijalar vizual tekshiruv va GAT tahlili bilan birgalikda talqin qilindi.

**Tahlil va natijalar.** 2020–2024-yillar oralig'ida Zangiota tumani hududida olingan Landsat 8 va Landsat 9 sun'iy yo'ldosh tasvirlari hamda NDBI indeksi asosida qurilish jarayonlarining fazoviy-vaqt bo'yicha sezilarli o'zgarishlari aniqlandi. Hisoblangan indeks natijalari hududda urbanizatsiya jarayonlari izchil davom etganini va yangi qurilish maydonlari bosqichma-bosqich kengayib borganini ko'rsatdi.

NDBI asosida tayyorlangan yakuniy kartografik natijalar Zangiota tumani hududida qurilgan maydonlarning asosiy qismi tumanning markaziy, shimoli-sharqiy hamda Toshkent shahri bilan tutash qismlarida shakllanganini ko'rsatdi (1-rasm). Mazkur hududlarda transport kommunikatsiyalariga yaqinlik, muhandislik infratuzilmasining mavjudligi hamda iqtisodiy faollik yuqori bo'lgani sababli urbanizatsiya jarayonlari jadal kechgan deb baholash mumkin.

Tahlil natijalariga ko'ra, yangi o'zlashtirilgan hududlar orasida eng yirik qurilish uchastkasi 0.239 km<sup>2</sup> ni tashkil etib, u 2024-yilda shakllangan. Bu esa tadqiqot davrining oxirgi bosqichida qurilish sur'atlari yana faollashganini ko'rsatadi.



1-rasm. Zangiota tumani hududida qurilish dinamikasi (NDBI asosida, 2020–2024-yillar)

Shu bilan birga, 2020-yilda ham yirik maydonlarning shakllangani qayd etildi. Bu holat tadqiqot davrining boshlang'ich yillarida ham urbanizatsiya jarayonlari faol bo'lganini anglatadi. Eng yirik 10 ta yangi o'zlashtirilgan hududlarning maydonlari va aniqlangan yillari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Qurilish natijasida o'zlashtirilgan TOP-10 hududlar

№	Yil	Maydoni (km <sup>2</sup> )
1	2024	0.239
2	2020	0.141
3	2021	0.118
4	2022	0.109
5	2020	0.082
6	2020	0.079
7	2020	0.079
8	2022	0.077
9	2020	0.074
10	2024	0.074

Jadval ma'lumotlariga ko'ra, TOP-10 hududlarning katta qismi 2020-yilga to'g'ri keladi. Bu davrda tumanda bir nechta yirik qurilish loyihalari amalga oshirilgan bo'lishi mumkin. 2021–2022-yillarda yangi maydonlar hajmi nisbatan kichikroq bo'lsa-da, qurilish jarayonlari uzluksiz davom etgani kuzatildi. 2024-yilda esa yana yirik maydonlarning shakllanishi qayd etildi, bu esa urbanizatsiya jarayonlarining davomiyligini tasdiqlaydi.

Fazoviy tahlil shuni ko'rsatdiki, yangi qurilish hududlari asosan mavjud yo'l tarmoqlari, ishlab chiqarish zonalarini hamda Toshkent shahriga yaqin aholi yashash punktlari atrofida rivojlangan. Bunday qonuniyat urbanizatsiya jarayonlarining transport qulayligi va iqtisodiy markazlarga yaqinlik bilan chambarchas bog'liqligini ko'rsatadi. Shuningdek, ayrim yangi qurilish maydonlari ilgari qishloq xo'jaligida foydalanilgan yoki bo'sh turgan yerlar hisobiga kengaygani aniqlandi. Bu holat yer resurslaridan foydalanish tarkibida o'zgarishlar yuz berayotganini ko'rsatadi hamda kelgusida hududiy rejalashtirishda qishloq xo'jaligi yerlari muhofazasi, ekologik muvozanat va infratuzilma yuklamasini hisobga olish zarurligini bildiradi.

Umuman olganda, olingan natijalar Zangiota tumani Toshkent aglomeratsiyasining faol kengayib borayotgan shahar atrofi hududlaridan biri ekanini ko'rsatadi. NDBI indeksiga asoslangan yondashuv esa qurilish dinamikasini masofadan turib monitoring qilish, urbanizatsiya zonalarini aniqlash va kelgusidagi hududiy rivojlanish tendensiyalarini baholashda samarali usul ekanligi bilan tasdiqlandi.

**Xulosa va takliflar.** Tadqiqot natijalari 2020–2024-yillarda Zangiota tumanida qurilish jarayonlari izchil davom etganini ko'rsatdi. Landsat 8 va Landsat 9 tasvirlari asosida hisoblangan NDBI indeksi yordamida yangi qurilish hududlari ajratildi va baholandi. Qurilish asosan Toshkent shahriga yaqin, transport va infratuzilma jihatidan qulay hududlarda rivojlangan. Eng yirik yangi uchastka 2024-yilda aniqlanib, maydoni 0.239 km<sup>2</sup> ni tashkil etdi. Natijalar NDBI indeksining qurilish dinamikasini masofadan baholashda samarali ekanini ko'rsatadi, biroq quruq tuproq va ochiq maydonlar ta'sirini hisobga olib, tahlilni GAT va vizual tekshiruv bilan birgalikda olib borish zarur.

#### ADABIYOTLAR

- Mirziyoyev, Sh. M. (2023, November 21). Yer resurslaridan samarali foydalanish bo'yicha vazifalar belgilandi. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti rasmiy veb-sayti. <https://president.uz/oz/lists/view/6878>
- Mirziyoyev, Sh. M. (2023, October 27). Yer hisobi va kadastr xizmatlarini yaxshilash choralari belgilandi. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti rasmiy veb-sayti. <https://president.uz/oz/lists/view/6801>
- O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni. (2023). "O'zbekiston - 2030" strategiyasi to'g'risida (PF-158-son, 11.09.2023). <https://lex.uz/docs/-6600413>
- O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Qarori. (2025). O'zbekiston Respublikasi Urbanizatsiya va uy-joy bozorini barqaror rivojlantirish milliy qo'mitasi faoliyatini tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risida (PQ-347-son, 19.11.2025). <https://lex.uz/uz/docs/-7850383>
- United Nations Statistics Division. (2025). SDG indicator metadata: Indicator 11.3.1. Ratio of land consumption rate to population growth rate. <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-11-03-01.pdf>
- UN-Habitat. (2024). World Cities Report 2024: Cities and Climate Action. United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org/wcr/>
- U.S. Geological Survey. (2024). Landsat 8–9 Collection 2 Level-2 Science Product Guide. <https://www.usgs.gov/media/files/landsat-8-9-collection-2-level-2-science-product-guide>
- U.S. Geological Survey. (2022). Landsat Collection 2 Level-2 Science Products. <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-collection-2-level-2-science-products>
- Zha, Y., Gao, J., & Ni, S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 24(3), 583–594. <https://doi.org/10.1080/01431160304987>
- Arif, N., Suprayogi, A., & Wijaya, A. P. (2024). Monitoring and predicting development of built-up area using Landsat satellite imagery and NDBI. *Heliyon*, 10, e28735. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28735>
- Long, N. B., Hoa, P. V., & Tuan, N. A. (2025). Application of GIS and Google Earth Engine to assess built-up area changes using Landsat imagery. *Indonesian Journal of Geography*. <https://ijg.e-geoinfo.com/index.php/journal/article/view/4599>
- Khamidov, M., Khamidov, A., & Ishchanov, J. (2023). Remote sensing for land use monitoring in the suburban areas of Tashkent, Uzbekistan. *E3S Web of Conferences*. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338602005>
- Saipova, B., et al. (2021). Using geospatial technologies to detect and monitor land use changes in Zangiota district. *E3S Web of Conferences*. <https://staff.tiame.uz/storage/users/952/articles/d6xIL0juD86FpAV1zA3sYzUDEBqua-0ZYmkbW4rgE.pdf>