



UDK: 528.88:556.3(575.1)

**Ruxshona D. XUDAYBERDIYEVA,**

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

*E-mail: xudoyberdiyeva76820809@gmail.com*

**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*

**Aziz N. KAZAKOV,**

*PhD, dotsent, Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, O'zbekiston*

*E-mail: Azlik19@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-9862-6594*

*PhD O.Arabov taqrizi asosida*

### LANDSAT VA NDWI ASOSIDA OHANGARON TUMANIDA ORTIQCHA NAMLANISH ZONALARINI KARTOGRAFIYALASH

Annotatsiya

Mazkur maqolada Landsat 8–9 multispektral tasvirlari va NDWI indeksi asosida Toshkent viloyatining Ohangaron tumani hududida yer yuzasi namligining mavsumiy o'zgarishi tahlil qilindi. Tadqiqot uchun 2024-yil mart va avgust oylariga tegishli kosmik tasvirlar tanlab olindi. NDWI indeksi yashil va yaqin infragizil spektral kanallar asosida hisoblanib, namlangan maydonlar, suv obyektlari hamda nisbatan quruq hududlarni ajratish imkonini berdi. Mart va avgust oylariga tegishli NDWI xaritalarini solishtirish orqali bahor mavsumida namlik darajasi yuqori bo'lgan, yoz mavsumida esa quruqlashish jarayoni kuchaygan hududlar aniqlandi. Olingan natijalar Landsat ma'lumotlari va NDWI indeksidan ehtimoliy suv bosish hamda ortiqcha namlanish zonalarini dastlabki kartografik baholashda foydalanish mumkinligini ko'rsatdi.

**Kalit so'zlar:** Landsat, NDWI, masofadan zondlash, ortiqcha namlanish, ehtimoliy suv bosish, Ohangaron tumani, GAT.

### КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЗОН ИЗБЫТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ В АХАНГАРАНСКОМ РАЙОНЕ НА ОСНОВЕ LANDSAT И NDWI

Аннотация

В статье выполнен анализ сезонных изменений поверхностной влажности на территории Ахангаранского района Ташкентской области на основе мультиспектральных снимков Landsat 8–9 и индекса NDWI. Для исследования были использованы космические снимки за март и август 2024 года. Индекс NDWI был рассчитан на основе зелёного и ближнего инфракрасного спектральных каналов, что позволило выделить увлажнённые участки, водные объекты и относительно сухие территории. Сравнение NDWI-карт за март и август показало, что в весенний период уровень поверхностной влажности был выше, тогда как в летний период усиливался процесс высыхания территории. Полученные результаты показывают возможность использования данных Landsat и индекса NDWI для предварительной картографической оценки вероятных зон подтопления и избыточного увлажнения.

**Ключевые слова:** Landsat, NDWI, дистанционное зондирование, избыточное увлажнение, вероятное подтопление, Ахангаранский район, ГИС.

### MAPPING EXCESS MOISTURE ZONES IN THE AKHANGARAN DISTRICT USING LANDSAT AND NDWI

Annotation

This study analyzes seasonal changes in surface moisture within the Akhangaran District of Tashkent Region using Landsat 8–9 multispectral imagery and the NDWI index. Satellite images acquired in March and August 2024 were selected to represent the wet spring period and the relatively dry summer period. The NDWI index was calculated using the green and near-infrared spectral bands, allowing the identification of moist areas, surface water bodies, and relatively dry zones. A comparison of the March and August NDWI maps showed higher surface moisture during the spring season and a pronounced drying trend during the summer season. The results demonstrate that Landsat data and the NDWI index can be used for preliminary cartographic assessment of potential flooding and excess moisture zones.

**Key words:** Landsat, NDWI, remote sensing, excess moisture, potential flooding, Akhangaran District, GIS.

**Kirish.** Iqlim o'zgarishi, sug'orish tizimlarining kengayishi, yog'ingarchilik rejimining mavsumiy o'zgarishi va yer osti suvlari sathining nisbatan yuqori joylashuvi natijasida ayrim hududlarda suv bosish va ortiqcha namlanish jarayonlari kuchaymoqda. Bu holat qishloq xo'jaligi yerlarining meliorativ holati yomonlashishiga, tuproq unumdorligining pasayishiga hamda infratuzilma obyektlariga zarar yetkazishiga sabab bo'lishi mumkin.

Suv bosishi va ortiqcha namlanish hududning gidrogeologik, geomorfologik va iqlimiy sharoitlari bilan chambarchas bog'liq bo'lgan jarayonlardir. Suv bosishi yer yuzasida suvning vaqtincha yoki doimiy to'planishi bilan tavsiflanadi. Ortiqcha namlanish esa tuproq qatlamida namlik miqdorining me'yordan ortib ketishi bilan izohlanadi. Bu jarayonlar ayniqsa sug'oriladigan hududlarda, daryo vodiylarida, pasttekisliklarda va yer osti suvlari sathi yer yuzasiga yaqin joylashgan hududlarda keng tarqalgan.

Grunt suvlari sathi yer osti suvlarining yuqori qatlami joylashgan chuqurlikni bildiradi. Grunt suvlari sathi yer yuzasiga qanchalik yaqin bo'lsa, ortiqcha namlanish va suv bosishi ehtimoli shunchalik yuqori bo'ladi. Biroq masofadan zondlash

ma'lumotlari grunt suvlari sathini bevosita emas, balki yer yuzasidagi namlik holati, ochiq suv yuzalari va namlangan maydonlarning fazoviy tarqalishini aniqlash imkonini beradi. Shu sababli NDWI indeksi grunt suvlari bilan bog'liq bo'lishi mumkin bo'lgan ehtimoliy namlanish zonalarini ajratishda yordamchi indikator sifatida qo'llanilishi mumkin.

Ohangaron hududida namlanish jarayonlarining shakllanishi turli omillarga bog'liq bo'lib, ular qatoriga iqlim sharoiti, yog'ingarchilik miqdori, bug'lanish darajasi, sug'orish ishlari, relyef xususiyatlari, daryo va kanallarga yaqinlik kiradi. Bahor mavsumida yog'ingarchilikning ko'payishi va qor erishi natijasida yer yuzasida namlik miqdori ortadi, yoz mavsumida esa havo haroratining yuqoriligi va bug'lanish jarayonining kuchayishi sababli namlik kamayadi. Shu sababli masofadan zondlash ma'lumotlari asosida mavsumiy namlik farqlarini aniqlash muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Suv obyektlari, namlangan maydonlar va ortiqcha namlanish zonalarini masofadan zondlash ma'lumotlari asosida aniqlash bo'yicha bir qator ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. McFeeters (1996) tomonidan taklif etilgan NDWI indeksi yashil va yaqin infraqizil spektral kanallar nisbatiga asoslanib, ochiq suv yuzalarini ajratishda samarali usul sifatida qo'llaniladi [1]. Gao (1996) esa namlikni baholashga qaratilgan NDWI yondashuvini ishlab chiqqan bo'lib, u asosan o'simlik qoplamidagi suyuq suv miqdorini aniqlashda qo'llaniladi [2]. Landsat sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari ochiq manbalardan olinishi, ko'p yillik arxivga egaligi va 30 m fazoviy aniqligi sababli suv obyektlari hamda namlangan hududlarni monitoring qilishda keng qo'llaniladi [3]. Shuningdek, Feyisa va boshqalar (2014) Landsat tasvirlari asosida yer yuzasidagi suv obyektlarini xaritalashda spektral indekslar va chegara qiymatlariga asoslangan yondashuvlardan foydalanish imkoniyatlarini asoslab bergan [4]. O'zbekiston hududida ham yer osti suvlari, sug'oriladigan yerlar va meliorativ holatni baholash bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan bo'lib, ular grunt suvlari sathining irrigatsiya va iqlim omillari bilan bog'liqligini ko'rsatadi [5].

Toshkent viloyatining Ohangaron tumani hududi ham ana shunday hududlardan biri bo'lib, bu yerda irrigatsiya tizimlari, Ohangaron daryosi, yer osti suvlari va relyef omillari ortiqcha namlanish jarayonlarining shakllanishida muhim rol o'ynaydi. Shu bilan birga, Ohangaron tumani misolida Landsat ma'lumotlari asosida bahor va yoz mavsumlari bo'yicha namlanish darajasini solishtirish, ehtimoliy suv bosish va ortiqcha namlanish zonalarini kartografiyalash masalasi yetarlicha o'rganilmagan. Shu sababli masofadan zondlash ma'lumotlari, xususan Landsat sun'iy yo'ldosh tasvirlari asosida nam zonalarini aniqlash va ularni kartografiyalash dolzarb ilmiy-amaliy masala hisoblanadi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi - Landsat 8-9 multispektral tasvirlari va NDWI indeksi asosida Ohangaron tumani hududida bahor va yoz mavsumlaridagi yer yuzasi namligi holatini baholash, ehtimoliy ortiqcha namlanish hamda suv bosish zonalarini ajratish va ularning mavsumiy o'zgarishini kartografik tahlil qilishdan iborat.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Tadqiqot obyekti sifatida Toshkent viloyatining Ohangaron tumani hududi tanlandi. Ushbu hududda sug'oriladigan yerlar, Ohangaron daryosi, pasttekisliklar va sanoat zonolari mavjud bo'lib, ular ortiqcha namlanish hamda ehtimoliy suv bosish jarayonlarini o'rganish uchun muhim hisoblanadi.

Tadqiqotda asosiy ma'lumot manbai sifatida Landsat 8–9 sun'iy yo'ldoshlarining multispektral tasvirlaridan foydalanildi [6, 7]. Kosmik tasvirlar USGS EarthExplorer platformasi orqali yuklab olindi. Namlik holatining mavsumiy farqlarini aniqlash maqsadida 2024-yil mart va 2024-yil avgust oylariga tegishli tasvirlar tanlandi. Mart oyi bahorgi nam davrni, avgust oyi esa yozgi quruq davrni ifodalaydi.

Suv obyektlari va namlangan maydonlarni aniqlash uchun NDWI (Normalized Difference Water Index) indeksi qo'llanildi. Landsat 8–9 tasvirlari uchun NDWI quyidagi formula asosida hisoblandi:

$$NDWI = \frac{GREEN - NIR}{GREEN + NIR} \quad (1)$$

bu yerda Green — yashil spektral kanal, NIR — yaqin infraqizil kanal hisoblanadi.

Landsat 8–9 tasvirlari uchun Green kanali B3, NIR kanali esa B5 ga mos keladi. Shu sababli mazkur tadqiqotda NDWI quyidagi ko'rinishda hisoblandi:  $NDWI = (B3 - B5) / (B3 + B5)$ .

NDWI hisoblash ishlari ArcGIS dasturida Raster Calculator vositasi yordamida amalga oshirildi. Har bir mavsum uchun alohida NDWI xaritalari tuzildi. Olingan indeks qiymatlari asosida hududlar quruq, nisbatan nam, namlangan va suv obyektlariga yaqin zonalariga ajratildi.

Mart va avgust oylariga tegishli NDWI xaritalari o'zaro solishtirilib, namlikning mavsumiy o'zgarishi baholandi. Shuningdek, GAT muhitida namlangan va quruq hududlarning fazoviy tarqalishi tahlil qilindi [8]. Olingan natijalar asosida Ohangaron tumani hududida ehtimoliy ortiqcha namlanish va suv bosish zonalarini kartografik jihatdan aniqlashtirildi. NDWI xaritalarini talqin qilishda indeks qiymatlari shartli ravishda quruq hududlar, past namlik, o'rtacha namlik va yuqori namlik yoki suv obyektlari sinflariga ajratildi. Bunda NDWI qiymatining ortishi yer yuzasida namlik yoki suv miqdorining yuqoriligini, manfiy va past qiymatlar esa nisbatan quruq maydonlarni ifodalaydi.

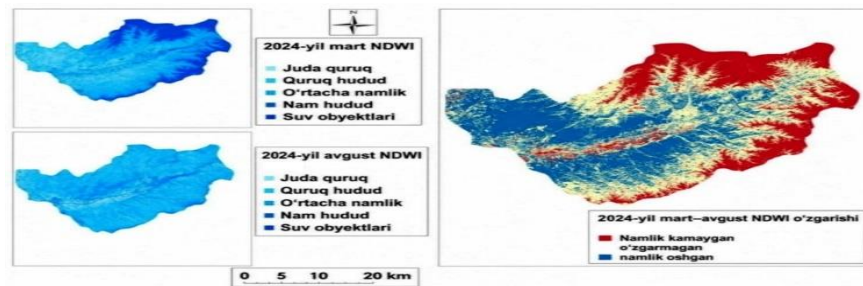
Shuni ta'kidlash kerakki, NDWI indeksi grunt suvlari sathini bevosita o'lchamaydi, balki yer yuzasidagi namlik va suv obyektlarining fazoviy indikatorini beradi. Shu sababli mazkur tadqiqot natijalari ehtimoliy ortiqcha namlanish zonalarini dastlabki baholash uchun asos sifatida qaraldi.

**Natijalar va muhokama.** Ushbu tadqiqotda Ohangaron tumani hududi uchun 2024-yil mart va avgust oylariga tegishli Landsat 8–9 kosmik tasvirlari asosida NDWI indeksi hisoblandi. Olingan natijalar hududda yer yuzasi namligining mavsumiy o'zgarishini baholash hamda ehtimoliy ortiqcha namlanish zonalarini ajratish imkonini berdi.

2024-yil mart oyiga tegishli NDWI xaritasida hududning ayrim qismlarida namlik darajasi nisbatan yuqori ekanligi kuzatildi. Ayniqsa, Ohangaron daryosi vodiysi, pasttekislik hududlari hamda sug'oriladigan maydonlarda namlangan zonalar yaqqol ajralib turadi. Bu holat bahor mavsumida yog'ingarchilik miqdorining ortishi, qor erishi va yer yuzasida namlikning ko'payishi bilan izohlanadi.

2024-yil avgust oyidagi NDWI natijalarida esa hududning katta qismida namlik darajasining pasaygani kuzatildi. Yoz mavsumida havo haroratining yuqori bo'lishi va bug'lanish jarayonining kuchayishi natijasida quruq va nisbatan quruq maydonlar kengaygan. Shu bilan birga, daryo, suv havzalari va ayrim pastqam hududlarda namlik nisbatan saqlanib qolgan.

Mart va avgust oylariga tegishli NDWI xaritalarini solishtirish natijasida Ohangaron tumani hududida namlikning mavsumiy kamayishi aniqlandi. Namlikning eng sezilarli kamayishi tog'oldi, markaziy va ochiq yer yuzasiga ega hududlarda kuzatildi. Aksincha, suv obyektlariga yaqin joylashgan maydonlarda NDWI qiymatlari nisbatan barqaror saqlangan. NDWI indeksining mart va avgust oylaridagi fazoviy farqlari 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Landsat ma'lumotlari asosida Ohangaron tumanida NDWI indeksining mavsumiy o'zgarish xaritasi

Bundan tashqari, 1-rasmda keltirilgan NDWI xaritalari hududdagi namlik taqsimoti bir xil emasligini ko'rsatadi. Mart oyida yuqori va o'rtacha namlikka ega maydonlar asosan daryo vodiylari, sug'oriladigan yerlar va pastqam relyef shakllari bilan bog'liq holda tarqalgan. Bu esa namlikning faqat yog'ingarchilik bilan emas, balki hududning relyef sharoiti, yer usti suv oqimlari va sug'orish tizimlari bilan ham bog'liq ekanligini ko'rsatadi. Ayniqsa, pasttekisliklarda namlikning nisbatan ko'proq saqlanishi suvning tabiiy to'planishi va sekin bug'lanishi bilan izohlanishi mumkin.

Avgust oyida esa NDWI qiymatlarining pasayishi hududning katta qismida quruqlashish jarayoni kuchayganini ko'rsatadi. Bunday holat yoz mavsumida havo haroratining yuqori bo'lishi, bug'lanishning ortishi hamda yog'ingarchilik miqdorining kamayishi bilan bog'liq. Shu bilan birga, ayrim joylarda namlikning saqlanib qolishi ushbu maydonlarning suv obyektlariga yaqinligi yoki sug'orish ta'sirida shakllangan namlik rejimi bilan izohlanadi. Bu holat NDWI indeksining mavsumiy namlik farqlarini aniqlashda sezgir indikator sifatida qo'llanishi mumkinligini ko'rsatadi.

Mart-avgust taqqoslash xaritasi hududda namlikning qaysi qismlarda kamayganini va qaysi maydonlarda nisbatan barqaror saqlanganini aniqlash imkonini berdi. Namlik kamaygan hududlar asosan ochiq yer yuzasi, tog'oldi zonalar va quruqlashishga moyil maydonlarda kuzatilgan. Namlik saqlanib qolgan hududlar esa ko'proq Ohangaron daryosi vodiysi va suv havzalariga yaqin maydonlar bilan bog'liq. Shu jihatdan, NDWI xaritalari ortiqcha namlanish ehtimoli yuqori bo'lgan hududlarni aniqlash, ularni mavsumlar bo'yicha solishtirish va keyingi monitoring ishlari uchun dastlabki kartografik asos yaratishda muhim ahamiyatga ega.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, Landsat ma'lumotlari va NDWI indeksi yordamida yer yuzasidagi namlik holatini mavsumlar bo'yicha baholash mumkin. Ayniqsa, bahor va yoz mavsumlari o'rtasidagi farqlar ortiqcha namlanish ehtimoli yuqori bo'lgan hududlarni dastlabki bosqichda ajratish imkonini beradi. Biroq NDWI indeksi grunt suvlari sathini bevosita o'lchamaydi, balki yer yuzasidagi suv va namlik holatini aks ettiradi. Shu sababli aniqlangan nam zonalar ehtimoliy ortiqcha namlanish hududlari sifatida talqin qilindi. NDWI natijalarining mavsumiy talqini 1-jadvalda umumlashtirilgan.

1-jadval. NDWI natijalarining mavsumiy talqini

| No | Mavsum                 | Asosiy holat              | Ustun namlik turi                        | Kuzatilgan jarayon                  |
|----|------------------------|---------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1  | 2024-yil mart          | Namlik yuqori             | Nam hudud va o'rtacha namlik             | Bahorgi namlanish kuchayishi        |
| 2  | 2024-yil avgust        | Namlik kamaygan           | Quruq va nisbatan quruq hududlar         | Bug'lanish va quruqlashish jarayoni |
| 3  | Mart-avgust taqqoslash | Namlik qisqargan          | Tog'oldi va markaziy hududlarda kamayish | Mavsumiy quruqlashish               |
| 4  | Suv obyektlari atrofi  | Namlik nisbatan saqlangan | Daryo va suv havzalariga yaqin hududlar  | Namlik saqlanib qolgan              |

Umuman olganda, tadqiqot natijalari Ohangaron tumani hududida bahor mavsumida namlik darajasi yuqori bo'lishini, yoz mavsumida esa quruqlashish jarayoni kuchayishini ko'rsatdi. Bu esa Landsat tasvirlari asosida NDWI indeksidan foydalanish ortiqcha namlanish va ehtimoliy suv bosish zonalarini kartografik baholashda samarali yondashuv ekanligini tasdiqlaydi.

**Xulosa.** Ushbu tadqiqotda Landsat 8–9 kosmik tasvirlari va NDWI indeksi asosida Ohangaron tumani hududida yer yuzasi namligining mavsumiy o'zgarishi baholandi. Tadqiqot natijalari masofadan zondlash ma'lumotlari suv obyektlari, namlangan maydonlar va ehtimoliy ortiqcha namlanish zonalarini dastlabki kartografik aniqlashda samarali vosita ekanligini ko'rsatdi.

Mart va avgust oylariga tegishli NDWI xaritalarini taqqoslash orqali hududda bahor mavsumidan yoz mavsumiga o'tishda namlik darajasining pasayishi kuzatildi. Namlikning saqlanib qolishi asosan daryo vodiysi, suv havzalari va pastqam hududlar bilan bog'liq bo'lsa, quruqlashish jarayoni ochiq yer yuzasi va tog'oldi hududlarida yaqqol namoyon bo'ldi.

Olingan natijalar Ohangaron tumani hududida ortiqcha namlanish va ehtimoliy suv bosish zonalarini monitoring qilishda Landsat ma'lumotlari hamda NDWI indeksidan foydalanish mumkinligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, NDWI grunt suvlari sathini bevosita o'lchamasligi sababli, aniqlangan zonalar yer yuzasidagi namlik indikatorini sifatida talqin qilinishi lozim. Kelgusida ushbu natijalarni gidrogeologik kuzatuvlar, relyef ma'lumotlari va dala tadqiqotlari bilan solishtirish tadqiqotning aniqligini oshiradi.

#### ADABIYOTLAR

- McFeeters S.K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. International Journal of Remote Sensing. 1996. Vol. 17(7). P. 1425–1432.
- Gao B.C. NDWI - A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. Remote Sensing of Environment. 1996. Vol. 58. P. 257–266.
- U.S. Geological Survey (USGS). Landsat Missions and Remote Sensing Data. Available at: <https://www.usgs.gov>
- Feyisa G.L., Meilby H., Fensholt R., Proud S.R. Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery. Remote Sensing of Environment. 2014. Vol. 140. P. 23–35. DOI: 10.1016/j.rse.2013.08.029.
- Toshov Sh., G'ulomov P. O'zbekiston hududida grunt suvlari monitoringi va gidrogeologik jarayonlar tahlili. Geologiya va mineral resurslar jurnali. Toshkent, 2020. №3. B. 45–52.
- Lillesand T., Kiefer R., Chipman J. Remote Sensing and Image Interpretation. New York: Wiley, 2015. 736 p.
- Jensen J.R. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective. Pearson Education, 2016. 544 p.
- Burrough P.A., McDonnell R.A. Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press, 1998. 333 p.