



QURIGAN DENGIZ TUBI FLORASINI INVENTARIZATSIYA QILISHDA QO'LLANILADIGAN AMALDAGI METODLAR TAHLILI

Bekdashov Behro'z Nuriddin o'g'li 

kichik ilmiy xodim

Samatov Nuriddin Rustamjon o'g'li 

kichik ilmiy xodim

To'layev Jo'rabek Abduraxim o'g'li 

katta ilmiy xodim

Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti

E-mail: eco_nii@umail.uz

Annotatsiya. Ushbu maqolada Orol dengizi qurigan tubining florasini inventarizatsiya qilishda qo'llaniladigan amaldagi metodlar tahlil qilinadi. Flora global ekologik muvozanat, biologik xilma-xillik va inson hayotiy faoliyatining ajralmas qismi sifatida muhim ahamiyatga ega. Orolbo'yi mintaqasida yuzaga kelgan yangi ekologik sharoitlar yuqori sho'rlanish, changli atmosfera, sug'orish cheklovlari va iqlimning keskinligi bu hudud florasining o'ziga xos tarkib va omon qolish strategiyalarini shakllantirmoqda. Tadqiqotda dala kuzatuvlari, masofaviy zondlash, UAV texnologiyasi, NDVI tahlillari, GIS tizimi va sun'iy intellekt modellarining taqqoslamali tahlili asosida ularning samaradorligi baholangan. Xususan, CNN (konvolyutsion neyron tarmoq) modellarining katta hududlarda turlarni tez va avtomatik aniqlashdagi imkoniyatlari ajratib ko'rsatilgan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, Orolbo'yi kabi ekstremal sharoitda floristik monitoring va inventarizatsiyani amalga oshirishda integratsiyalashgan zamonaviy metodlar eng yuqori samaradorlikni beradi. Mazkur maqola "Yashil makon", rekultivatsiya siyosati va biologik xilma-xillikni tiklash bo'yicha amaliy qarorlar uchun ilmiy asos yaratishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Orolbo'yi florasini, Flora inventarizatsiyasi, Masofaviy zondlash, NDVI indeksi, UAV (dron) monitoring, GIS texnologiyasi, Konvolyutsion neyron tarmoq (CNN), Sun'iy intellekt, Ekotizim monitoringi.

Аннотация. В статье анализируются современные методы инвентаризации флоры высохшего дна Аральского моря. Флора важна для глобального экологического равновесия, биоразнообразия и является неотъемлемой частью жизни человека. Новые экологические условия, возникшие в регионе Аральского моря, — высокая соленость, запыленность



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLAR KARANTINI

атмосферы, ограничения орошения и экстремальные климатические условия — формируют уникальный состав и стратегии выживания флоры этого региона. В исследовании оценивалась их эффективность на основе сравнительного анализа полевых наблюдений, дистанционного зондирования, технологий БПЛА, анализа NDVI, ГИС-систем и моделей искусственного интеллекта. В частности, подчеркивается потенциал моделей CNN (сверточных нейронных сетей) для быстрой и автоматической идентификации видов на больших территориях. Результаты показывают, что комплексные современные методы обеспечивают наибольшую эффективность при проведении флористического мониторинга и инвентаризации в экстремальных условиях, таких как Аральское море. Данная статья призвана создать научную основу для принятия практических решений по «зеленым зонам», политике рекультивации и восстановлению биоразнообразия.

Ключевые слова: Флора Аральского моря, Инвентаризация флоры, Дистанционное зондирование, Индекс NDVI, Мониторинг с помощью БПЛА (дронов), ГИС-технологии, Сверточная нейронная сеть (CNN), Искусственный интеллект, Мониторинг экосистемы

Abstract. This article analyzes the current methods used in the inventory of the flora of the Aral Sea dry bottom. Flora is of great importance as an integral part of the global ecological balance, biodiversity and human life. The new ecological conditions that have arisen in the Aral Sea region, such as high salinity, dusty atmosphere, irrigation restrictions and climate extremes, are shaping the specific composition and survival strategies of the flora of this region. The study evaluates their effectiveness based on a comparative analysis of field observations, remote sensing, UAV technology, NDVI analysis, GIS system and artificial intelligence models. In particular, the capabilities of CNN (convolutional neural network) models for rapid and automatic identification of species over large areas are highlighted. The results show that modern integrated methods for carrying out floristic monitoring and inventory in extreme conditions such as the Aral Sea provide the highest efficiency. This article serves to create a scientific basis for practical decisions on "Green Space", reclamation policy and restoration of biodiversity.

Keywords: Aral Sea flora, Flora inventory, Remote sensing, NDVI index, UAV (drone) monitoring, GIS technology, Convolutional neural network (CNN), Artificial intelligence, Ecosystem monitoring

KIRISH

Floraning dunyo bo'yicha ahamiyati nihoyatda keng va ko'p qirrali bo'lib, u nafaqat ekologik muvozanatni saqlashda, balki insoniyat hayoti, sog'lig'i va iqtisodiy faoliyatida ham muhim rol o'ynaydi [1-7]. Flora bu o'simliklar dunyosi bo'lib, u biosferaning ajralmas tarkibiy qismi hisoblanadi. Quyida floraning dunyo bo'yicha asosiy ahamiyatlari haqida umumiy ma'lumot keltiriladi [4-9, 11-15]. Flora kislorod ishlab chiqarish orqali hayotning davom etishini ta'minlaydi. Fotosintez





AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLER KARANTINI

jarayoni natijasida o'simliklar havodagi karbonat angidridni yutib, kislorod ajratib chiqaradi, bu esa nafas olish uchun zarur bo'lgan asosiy gaz hisoblanadi. Shu tarzda flora global iqlim muvozanatini saqlashga ham katta hissa qo'shadi [10-17]. Shuningdek, flora biologik xilma-xillikni ta'minlovchi asosiy omildir.

Yer yuzida mavjud bo'lgan barcha tirik organizmlar, jumladan hayvonlar, hasharotlar va mikroorganizmlar bevosita yoki bilvosita o'simliklarga bog'liq [17-20]. Ular yashash muhitini yaratadi, oziq-ovqat zanjirida muhim bo'g'in bo'lib xizmat qiladi va tabiiy ekotizimlarning barqarorligini ta'minlaydi. Flora, ayniqsa, dori-darmon ishlab chiqarishda beqiyos manba hisoblanadi [2-8, 11-13]. Dunyodagi ko'plab farmatsevtik mahsulotlar tabiiy o'simliklardan olinadi. An'anaviy tabobatda ham o'simliklardan keng foydalaniladi. Bundan tashqari, flora tuproqni eroziyadan himoya qiladi, suv resurslarini tartibga soladi va uglerod gazlarini yutish orqali iqlim o'zgarishining salbiy ta'sirini kamaytiradi [15-19]. O'rmonlar, botqoqlar va yaylovlar kabi o'simliklar bilan qoplangan hududlar suv aylanishi, tuproq unumdorligi va havo sifatini yaxshilashda muhim rol o'ynaydi.

Global miqyosda o'simlik dunyosi bugun misli ko'rilmagan bosim ostida turibdi. IUCN Qizil ro'yxatida 2024-yil holatiga ko'ra 169,000 dan ortiq tur baholangan bo'lib, ulardan qariyb 47,000 tasi ya'ni har to'rtta turning bir qismini tashkil etuvchi ko'rsatkichi yo'qolib ketish xavfi ostida turibdi [10]. Planetadagi yovvoyi hayot populyatsiyalari 1970-yildan beri 70% dan ko'proqqa qisqargan, o'simlik turlarining jadal kamayishi esa ekotizim xizmatlarining izdan chiqishiga va iqtisodiyotga yillik 2,7 trln AQSh dollari darajasida zarar yetkazishi mumkinligi ta'kidlanmoqda [11-15].

Markaziy Osiyoda biologik xilma-xillikning muhim markazlaridan biri bo'lgan O'zbekistonda bugungi kunda 11 000 ga yaqin yuqori o'simlik, lisha, mossa va suv o'tlari turlari qayd etilgan; ularning kamida 8 % i endemikdir. Milliy "Qizil kitob" da 226 ta kamyob va xavf ostidagi o'simlik turi ro'yxatga olingan, biroq monitoring tizimining yetuk emasligi va tezkor ma'lumot yetishmasligi ushbu boy merosning dolzarb holatini baholashni qiyinlashtiradi [18-23].

Ayniqsa, Aral dengizi tubining qurishi natijasida yuzaga kelgan Orolqum cho'li mintaqaning floristik profili va landshaft strukturasi tubdan o'zgartirdi. Sho'rlanish, chang-to'zan aerosollari, sug'orishning cheklanishi va keskin kontinental iqlim kombinatsiyasi butunlay yangi ekologik gradientlarni yaratib, mahalliy va kiritilgan turlar omon qolish strategiyalarini sinovdan o'tkazmoqda [21-27]. Bu hududdagi florani to'liq inventarizatsiya qilish nafaqat noyob va tuzga chidamli turlarni aniqlash, balki rekultivatsiya hamda "Yashil makon" kabi milliy tashabbuslarni ilmiy asoslash uchun zarur bo'lib qolmoqda.

Floristik inventarizatsiya ekotizimni tiklash, iqlimga moslashtirish va Kunming-Monreal global biologik xilma-xillik karkasida belgilangan majburiyatlarni bajarishning poydevoridir [10, 22-25]. Dala kuzatuvlari, masofadan zondlash va sun'iy intellektga asoslangan avtomatlashtirilgan tanib olish usullarini birlashtirgan chuqur yondashuv orqali qurigan dengiz tubi florasining tarkibi,



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLER KARANTINI

fazoviy tarqalishi va populyatsion dinamikasi bo'yicha ishonchli ma'lumot bazasini shakllantirish bugun ilmiy ham, boshqaruviy ham zaruratga aylangan. Shu bois, maqola inventarizatsiyada qo'llanilayotgan amaldagi metodlarni tahlil qilib, ulardan samarali va innovatsion yondashuvlarni tanlash hamda Orolbo'yi florasini saqlash va bosqichma-bosqich qayta tiklashda nazariy-amaliy asos yaratishni maqsad qiladi [27-30].

MATERIALLAR VA USULLAR

Mazkur ilmiy ishda flora inventarizatsiyasini amalga oshirishda qo'llaniladigan amaldagi metodlarni o'rganish maqsadida tizimli tahlil usulidan foydalanildi. Ushbu yondashuv dunyo bo'yicha va O'zbekiston kontekstida flora monitoringi va inventarizatsiyasi bo'yicha qo'llanilayotgan asosiy usullarni aniqlash, ularni ilmiy asosda taqqoslash va baholash imkonini beradi. Avvalo, tadqiqot doirasi aniqlanib, inventarizatsiya metodlariga oid ilmiy va texnik manbalarni tanlash mezonlari belgilab olindi. Asosiy e'tibor dala tadqiqot usullari, masofaviy zondlash texnologiyalari, raqamli identifikatsiya vositalari (masalan, sun'iy intellekt va GIS texnologiyalari) bilan bog'liq metodlarga qaratildi [17-21].

Keyinchalik, xalqaro ilmiy bazalar (Google Scholar, Scopus, Web of Science) va milliy ilmiy-texnik kutubxonalarda mavjud bo'lgan maqolalar, metodik qo'llanmalar, xalqaro tashkilotlarning (IUCN, FAO, CBD) hisobotlari va milliy normativ hujjatlar to'plandi. Ular orasidan faqat flora inventarizatsiyasi bilan bog'liq bo'lgan, aniq metodologik asosga ega, oxirgi yillardagi (so'nggi 10-15 yil ichidagi) manbalar tanlab olindi. Topilgan usullar turkumlarga ajratilib (masalan, kvadrat usuli, transekt usuli, geobotanik yondashuv, NDVI tahlili, UAV kuzatuvlari, sun'iy intellekt asosidagi modellar) ularning har biri quyidagi mezonlar asosida baholandi: aniqlik darajasi, resurs va vaqt talabi, katta maydonlarga nisbatan qo'llash imkoniyati, taksonomik aniqlik, ekologik moslashuvchanlik va monitoring samaradorligi [8-14].

So'ng, barcha metodlar ustuvorlik va cheklovlari nuqtai nazaridan solishtirib tahlil qilindi va ekologik monitoring sharoitida, xususan, Orolbo'yi kabi noan'anaviy, o'zgaruvchan landshaftlarda eng mos metodlar bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqildi. Ushbu tizimli metod tahlili flora inventarizatsiyasini amalga oshirishda samarali, ilmiy asoslangan, zamonaviy va mahalliy sharoitga mos metodlarni tanlash imkonini beradi..

NATIJALAR VA MUNOZARA

Qurigan dengiz tubidagi florani tizimli o'rganish, inventarizatsiyalash va ekologik monitoring qilish uchun bir nechta an'anaviy hamda zamonaviy metodlar qo'llaniladi. Har bir metodning afzallik va cheklovlarini tahlil qilish orqali, ayniqsa Orolbo'yi kabi ekologik jihatdan o'ziga xos va murakkab hududlarda qaysi usullar samaraliroq ekanligini aniqlash maqsadga muvofiqdir. Kvadrat (plot sampling) va transekt usullari — floristik tadqiqotlarning klassik metodlaridan bo'lib, o'simliklar





AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLER KARANTINI

soni, zichligi va ularning tarqalishini aniqlik bilan baholash imkonini beradi. Kvadrat usuli kichik maydonlarda tur xilma-xilligini aniq aniqlashda juda foydali bo'lsa-da, katta maydonlarda qo'llanganda ko'p vaqt va inson resurslari talab qiladi. Transekt usuli esa turlar tarqalishini chiziqli yo'nalishda o'rganish imkonini beradi, ammo sho'r, notekis va relefli hududlarda turlarni to'liq aniqlab bo'lmasligi mumkin. Shu bois, ushbu metodlar Orolbo'yi sharoitida faqat cheklangan hollarda va tayanch nuqtalar doirasida qo'llanishi mumkin (1-jadval).

Zamonaviy masofaviy zondlash metodlari xususan, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), UAV (dron) monitoringi va GIS asosida fazoviy tahlillar katta hududlarda florani baholash uchun eng samarali yondashuvlardan hisoblanadi. NDVI yordamida fotosintez faoliyati va yashillik darajasi tez va vizual tarzda aniqlanadi, bu esa vegetatsiyaning umumiy holatini monitoring qilishga imkon beradi. Orolbo'yi kabi keng va sho'r maydonlarda bu metod vegetatsiyaning mavjudligi yoki yo'qligini aniqlashda muhim o'rin tutadi. Dron yordamida monitoring olib borish esa yaqin masofadan yuqori aniqlikdagi tasvirlar olish imkonini beradi. Bu usul ayniqsa transport yetib borishi qiyin bo'lgan joylarda yoki notekis relyefda nihoyatda foydalidir. Biroq, dronlardan foydalanish uchun ruxsatnomalar va texnik infratuzilma mavjud bo'lishi kerak. GIS texnologiyalari esa olingan barcha ma'lumotlarni fazoviy tahlil qilish, tur joylashuvini xaritalashtirish va raqamli floristik bazalar yaratish imkonini beradi. NDVI, UAV va GIS integratsiyalangan holda qo'llansa, floristik inventarizatsiyada kompleks, aniq va tezkor yondashuv ta'minlanadi (1-jadval).

Sun'iy intellektka asoslangan konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) orqali tasvirlardan o'simlik turlarini avtomatik aniqlash imkoniyati yaratilgan. Bu yondashuv zamonaviy AI texnologiyalarining floristik monitoringda qo'llanilishini anglatadi. CNN modellarining ustun jihati katta maydonlardagi o'simliklarni yuqori tezlikda va keng qamrovda tasniflash imkoniyatidir. Ammo, ushbu modellarni to'g'ri ishlatish uchun dastlabki bosqichda ko'p sonli aniqlashtirilgan namunalardan iborat o'quv bazasi zarur. Bu metod ayniqsa dronlar yoki sun'iy yo'ldosh tasvirlari bilan birgalikda qo'llanganda yuqori samaradorlikka ega bo'ladi. O'simliklarni morfologik belgilari asosida aniqlash uchun herbariy usuli eng an'anaviy va ishonchli yondashuvdir. Biroq, bu usul ko'p vaqt talab qilishi va faqat dala namunalariga tayanishi bilan cheklanadi. Shu sababli u, asosan, ilmiy tasniflash va laboratoriya sharoitidagi aniqlik uchun foydalidir. Ayni vaqtda, dala ishlarida mobil ilovalar (flora identifikatorlari) orqali tezkor aniqlash imkoniyatlari mavjud. Bunday ilovalar mavjud ma'lumotlar bazasiga tayanadi, shuning uchun barcha turlarni aniqlay olmasligi mumkin. Ammo dala sharoitida qo'shimcha vosita sifatida foydalanishga yaroqli (1-jadval).

**AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLAR KARANTINI****1-jadval.****Flora inventarizatsiyasi metodlarining taqqoslamali tahlili**

Metod nomi	Afzalliklari	Cheklovlari	Orolbo'yi sharoitida qo'llash imkoniyati
Kvadrat usuli (plot sampling)	Aniqlik yuqori, turlar soni va zichligini o'lchashda aniq	Katta maydonlarda vaqt va resurs talab etadi	Cheklangan maydonlarda qo'llash mumkin
Transekt usuli	Turlar tarqalishini chiziqli yo'nalishda baholash qulay	Tuzli, notekis reliefli hududlarda aniqlik past bo'lishi mumkin	Cheklangan holatlarda qo'llash mumkin
NDVI (vegetatsiya indeksi)	Katta hududlar bo'yicha vegetatsiya darajasini tez baholash	Tur darajasida aniqlik bermaydi, faqat yashillikni ko'rsatadi	Juda mos, asosiy indikator sifatida
UAV (dron) orqali monitoring	Yaqin masofadan yuqori aniqlikdagi tasvirlar olish	Dron uchirish uchun ruxsat va texnik baza kerak	Juda mos, ayniqsa, noto'g'ri reliefli joylarda
GIS xaritalashtirish	Fazoviy tahlil va ma'lumotlarni integratsiyalash imkonini beradi	Dasturiy ta'minot va malakali kadr talab etadi	Juda mos, natijalarni tizimlashtirishda
Herbariy asosida aniqlash	Turlarni morfologik aniqlashda an'anaviy va ishonchli usul	Ko'p vaqt talab qiladi, faqat dala namunalari asosida cheklangan	Ilmiy tahlillar uchun zarur, lekin asosiy emas
CNN – sun'iy intellekt modeli	Tasvirlardan avtomatik turlarni aniqlash, tezkor va keng qamrovli	Modelni o'rgatish uchun katta miqdordagi namunaviy ma'lumot kerak	Juda mos, ayniqsa, dron va sun'iy yo'ldosh tasvirlar bilan birgalikda
Mobil ilovalar (flora identifikatori)	Dala sharoitida qulay, tezkor aniqlash imkonini beradi	Hamma turlar bazada mavjud emas, ba'zida noto'g'ri aniqlaydi	Qo'shimcha vosita sifatida foydali



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIK KARANTINI

XULOSALAR

Qurigan dengiz tubi xususan, Orolbo'yi hududi ekologik jihatdan murakkab, o'zgaruvchan va noan'anaviy landshaftlarga ega bo'lgan mintaqa hisoblanadi. Bunday hududlarda florani inventarizatsiya qilish an'anaviy dala tadqiqot usullari bilan cheklanmasdan, zamonaviy texnologiyalar bilan boyitilgan, ko'p darajali va tizimli yondashuvni talab etadi.

Tahlil natijalariga ko'ra, Orolbo'yi sharoitida zamonaviy texnologik metodlar ustuvor ahamiyatga ega. Jumladan, NDVI (vegetatsiya indeksi) orqali katta hududlardagi vegetatsiya faolligi haqida umumiy tasavvurga ega bo'lish mumkin, bu esa monitoringning birlamchi bosqichi sifatida muhimdir. UAV (dron) orqali monitoring esa murakkab relefga ega, transport yetib borishi qiyin bo'lgan joylarda yuqori aniqlikdagi tasvirlar orqali turlarni aniqlash va joylashuvini aniqlashtirishda o'zini oqlaydi. GIS texnologiyalari esa barcha to'plangan ma'lumotlarni fazoviy integratsiyalash, xaritalash va floristik ma'lumotlar bazasini yaratish imkonini beradi.

Ayniqsa, sun'iy intellekt algoritmlariga asoslangan konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) orqali o'simlik turlarini tasvirlardan avtomatik tanib olish texnologiyasi katta hajmdagi hududlarni qisqa fursatda va minimal inson resurslari bilan qamrab olish imkoniyatini yaratadi. Bu metod Orolbo'yi kabi katta va ekstensiv hududlar uchun istiqbolli yondashuv sanaladi, ayniqsa u UAV yoki sun'iy yo'ldosh tasvirlari bilan uyg'unlikda qo'llanilsa.

Ushbu maqola Innovatsion rivojlanish agentligi tomonidan ALM-202403110248-sonli shartnoma asosida moliyalashtirilgan "Sun'iy intellekt texnologiyalari asosida Orol dengizining qurigan tubi florasini inventarizatsiyasini o'tkazish va muntazam yangilanib boruvchi raqamli ma'lumotlar bazasini yaratish" mavzusidagi amaliy loyiha natijalarini yoritishga hissa qo'shadi.

ADABIYOTLAR

1. Anderson, J. R., Hardy, E. E., Roach, J. T., & Witmer, R. E. (1976). *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data* (Vol. 964). US Government Printing Office.
2. Ataniyazova, O. (2003). Health and Ecological Consequences of the Aral Sea Crisis. *BMJ*, 329, 794-798.
3. Breckle, S.-W., et al. (2012). The Desertification of the Aral Sea Region: Ecological Consequences and Sustainable Solutions. *Springer*.
4. Congalton, R. G., & Green, K. (2019). *Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and practices* (3rd ed.). CRC Press.
5. Gafforov, Y., Ordynets, A., Langer, E. J., & Zhou, L.-W. (2020). Species diversity with comprehensive annotations of wood-inhabiting poroid and corticioid fungi in Uzbekistan. *Frontiers in Microbiology*, 11, 598321. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.598321>



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIK KARANTINI

6. Glantz, M. H. (2019). *The Aral Sea Disaster: Past Lessons for Future Policy*. Cambridge University Press.
7. Glantz, M. H. (2019). The Role of International Cooperation in the Restoration of the Aral Sea. *Global Environment Facility Review*, 17(1), 45-60.
8. Gómez, C., White, J. C., & Wulder, M. A. (2016). Optical remotely sensed time series data for land cover classification: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 116, 55-72. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2016.03.008>
9. He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 770-778).
10. IUCN. (2024). *The IUCN Red List of Threatened Species: Summary statistics*. Xalqaro Tabiatni Muhofaza qilish Ittifoqi. 19-may 2025 kuni olingan.
11. Johnson, L. & Ramirez, T. (2019). *Digital Databases for Ecological Monitoring: Innovations and Challenges*. *Data Science for Ecology*, 33(2), 98-110.
12. Johnson, L., & Ramirez, T. (2019). Digital Databases for Ecological Monitoring: Innovations and Challenges. *Data Science for Ecology*, 33(2), 98-110.
13. Kerr, J. T., & Ostrovsky, M. (2003). From space to species: Ecological applications for remote sensing. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(6), 299-305. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00071-5](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00071-5)
14. Kuenzer, C., & Dech, S. (Eds.). (2013). *Remote sensing time series: Revealing land surface dynamics*. Springer.
15. Lechner, A. M., & Rhodes, J. R. (2020). Global biodiversity monitoring and modeling with earth observation. In: Pettorelli, N., Durant, S.M., du Toit, J.T. (Eds.) *Rewilding*. Cambridge University Press.
16. Lee, K. & Patel, V. (2022). *AI-Driven Approaches to Predicting Biodiversity Changes in Arid Regions*. *Journal of Environmental Analytics*, 29(4), 323-336.
17. Maddela, M., & Goswami, S. (2020). Deep learning for species identification and classification. *Ecological Informatics*, 60, 101156. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2020.101156>
18. Micklin, P. (2007). The Aral Sea Disaster. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 35, 47-72.
19. Micklin, P. (2014). *The Aral Sea: A Mirror of Soviet Central Planning*. Oxford University Press.
20. Ozesmi, S. L., & Bauer, M. E. (2002). Satellite remote sensing of wetlands. *Wetlands Ecology and Management*, 10(5), 381-402. <https://doi.org/10.1023/A:1020908432489>
21. Patel, V., Lee, K., & Singh, R. (2020). Using GIS to Monitor Ecological Changes in Degraded Landscapes: Case Study of the Aral Sea. *Geospatial Technologies for Environmental Management*, 19(3), 205-220.



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLAR KARANTINI

22. Patel, V., Lee, K., & Singh, R. (2020). Using GIS to Monitor Ecological Changes in Degraded Landscapes: Case Study of the Aral Sea. *Geospatial Technologies for Environmental Management*, 19(3), 205-220.
23. Rasulov, M., & Sapronov, R. (2017). Afforestation in the Aralkum Desert: Current Progress and Future Challenges. *Journal of Arid Environments*, 137, 37-46.
24. Rasulov, M., & Sapronov, R. (2017). Afforestation in the Aralkum Desert: Current Progress and Future Challenges. *Journal of Arid Environments*, 137, 37-46.
25. Turner, W., Spector, S., Gardiner, N., Fladeland, M., Sterling, E., & Steininger, M. (2003). Remote sensing for biodiversity science and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(6), 306-314. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00070-3](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00070-3)
26. Wang, X. et al. (2021). *Artificial Intelligence in Ecosystem Studies: Current Applications and Future Directions*. *AI & Environmental Science*, 12(1), 65-79.
27. World Bank (2020). *Aral Sea Restoration Program: Progress and Challenges*. World Bank Publications.
28. World Bank. (2021, 1-iyul). *Protecting nature could avert global economic losses of US\$ 2.7 trillion per year* [Press release].
29. World Wide Fund for Nature (WWF). (2022). *Living Planet Report 2022 — Building a nature-positive society*. WWF International.
30. Zonn, I., Glantz, M., Kostianoy, A., & Kosarev, A. (2009). *The Aral Sea Encyclopedia*. Springer.