

Tobirov Odiljon Qobiljon o'g'li
Qo'qon davlat universiteti,
Geografiya va iqtisodiyot kafedrasi mudiri, g.f.f.d.(PhD)
O'zbekiston Respublikasi, Qo'qon

Tobirov Odiljon Qobiljon ugli
Kokand State University,
Head of the Department of Geography and Economics, PhD
Republic of Uzbekistan, Kokand

Usmonov Islomjon Salimjon o'gli
Qo'qon shaxar 14-umumiy o'rta ta'lim
Maktabi geografiya va tabiiy fan o'qtuvchisi
Usmonov Islomjon Salimjon o'gli.

“ Islomjon Salimjonovich Usmonov
Is a geography and natural sciences teacher at
School No.14 in the city of Kokand.

LANDSHAFTLARDA ANTROPOGEN YUKLAMANI BAHOLASH VA
EKOLOGIK MUVOZANATNI SAQLASH: BIBLIOMETRIK TAHLIL
ASOSIDA NAZARIY YONDASHUV

ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC LOAD IN LANDSCAPES AND
MAINTENANCE OF ECOLOGICAL BALANCE: A THEORETICAL
APPROACH BASED ON BIBLIOMETRIC ANALYSIS

Annotatsiya. Ushbu nazariy maqola 2015–2024 yillar davomida Scopus ma'lumotlar bazasida indekslangan 942 ta ilmiy nashr asosida landshaftlarda antropogen yuklamani baholash va ekologik muvozanatni saqlash muammolarini tahlil qiladi. Bibliometrik ko'rsatkichlar, nashrlar dinamikasi, geografik taqsimot va eng ko'p iqtibos keltirilgan tadqiqotlar tahlil etildi. Ekologik iz (Ecological Footprint, EF) metodologiyasining rivojlanishi, uning landshaft ekologiyasi va barqaror resurs boshqaruvi bilan bog'liqligi ko'rsatildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, ushbu sohadagi nashrlar soni yildan-yilga o'sib bormoqda, Xitoy esa eng ko'p hissa qo'shuvchi mamlakat hisoblanadi (461 nashr, 48,9%). Barcha nashrlar «Ekosistema xizmatlari va er foydalanish dinamikasi» mavzu klasteriga tegishli. Maqolada biotirik quvvat, 3D ekologik iz modeli va emiyaga asoslangan yondashuvlar kabi zamonaviy uslublarning antropogen yuklama baholashdagi ahamiyati muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: ekologik iz, antropogen yuklama, landshaft, ekologik muvozanat, biotirik quvvat, barqaror resurs boshqaruvi, bibliometrik tahlil.

Abstract. This theoretical article analyzes the problems of assessing anthropogenic load in landscapes and maintaining ecological balance based on 942 scientific publications indexed in the Scopus database during 2015–2024. Bibliometric indicators, publication dynamics, geographical distribution, and the most highly cited studies were examined. The development of the Ecological Footprint (EF) methodology and its relationship with landscape ecology and sustainable resource management are demonstrated. The results show that the number of publications in this field has been increasing year by year, with China being the leading contributing country (461 publications, 48.9%). All publications belong to the thematic cluster “Ecosystem Services and Land Use Dynamics.” The article discusses the significance of modern methods such as biocapacity, the 3D ecological footprint model, and energy-based approaches in assessing anthropogenic load.

Keywords: ecological footprint, anthropogenic load, landscape, ecological balance, biocapacity, sustainable resource management, bibliometric analysis.

KIRISH (INTRODUCTION)

Insoniyatning tabiatga ta'siri, xususan landshaftlarga bo'lgan antropogen yuklama, XXI asrning dolzarb muammolaridan biriga aylangan. So'nggi o'n yilliklarda urbanizatsiya, sanoatlashtirish, intensiv qishloq xo'jaligi va tabiiy resurslardan me'yorsiz foydalanish ekotizimlarning barqarorligini jiddiy ravishda buzib kelmoqda. Ekologik iz (Ecological Footprint) tushunchasi birinchi marta Rees va Wackernagel tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, u inson faoliyatining tabiatga ta'sirini sonli ifodalashning eng keng tarqalgan usullaridan biri sifatida e'tirof etilgan [1].

Landshaftlarda antropogen yuklamani baholash deganda, inson faoliyati natijasida yuz beradigan ekologik o'zgarishlarni miqdoriy jihatdan aniqlash, ya'ni ekotizimning o'z-o'zini tiklay olish chegarasi (biotirik quvvat) va mavjud yuklamani solishtirish tushuniladi [2, 3]. Bu jarayonda foydalaniladigan asosiy ko'rsatkichlar: ekologik iz, biotirik quvvat, ekologik xavfsizlik indeksi va resurs iste'moli sur'ati hisoblanadi.

Galli [3] ta'kidlaganidek, ekologik iz hisobi nafaqat ilmiy vosita, balki siyosiy qarorlar qabul qilishda muhim ahamiyat kasb etuvchi amaliy instrument hamdir. Bir qator tadqiqotlar [4, 5] shaharlar va mintaqalar miqyosida biotirik quvvat va ekologik iz o'rtasidagi nomutanosiblikning kuchayib borayotganini ko'rsatmoqda, bu esa ekologik muvozanat buzilishining asosiy belgisidir.

Ushbu tadqiqotning maqsadi — Scopus ma'lumotlar bazasida (2015–2024) indekslangan nashrlarni bibliometrik tahlil qilish orqali landshaftlarda antropogen yuklamani baholash va ekologik muvozanatni saqlash yo'nalishidagi ilmiy izlanishlarning hozirgi holatini aniqlash, metodologik yondashuvlarni tizimlashtirish va asosiy ilmiy natijalarni umumlashtirish.

Tadqiqot vazifalari: (1) 2015–2024 yillar davomida ushbu sohadagi nashrlar dinamikasini tahlil qilish; (2) geografik va jurnallar bo'yicha taqsimotni aniqlash; (3) eng nufuzli tadqiqotlar asosida asosiy metodologik yondashuvlarni ko'rsatish; (4) ekologik iz va biotirik quvvat metodologiyasining rivojlanish tendentsiyalarini baholash.

MATERIALLAR VA METODLAR (MATERIALS AND METHODS)

Tadqiqot Scopus bibliografik ma'lumotlar bazasidan olingan "Publications in Ecological Footprint and Sustainable Resource Management" to'plamiga (T.4978, yangilangan sana: 2026-yil 13-may) asoslangan. Mazkur to'plam 2015–2024 yillar oralig'ida nashr etilgan va ekologik iz hamda barqaror resurs boshqaruviga bag'ishlangan umumiy 942 ta ilmiy ish (maqola, konferentsiya materiallari va boshqalar)ni o'z ichiga oladi. Eksport sanasi 2026-yil 19-may hisoblanadi.

Bibliometrik tahlil uchun quyidagi ko'rsatkichlar ishlatildi: (1) nashrlar soni (yil va mamlakat bo'yicha); (2) iqtiboslar soni (Citations); (3) Sohaga bog'liq iqtibos og'irligi (Field-Weighted Citation Impact, FWCI); (4) manba jurnallari; (5) mavzu klasterlari (Topic Cluster); (6) Barqaror rivojlanish maqsadlari (SDG) bilan bog'liqligi.

Ma'lumotlar Microsoft Excel va Python pandas kutubxonasi yordamida qayta ishlanib, statistik tahlil o'tkazildi. Maqolalar tanlashda hech qanday qo'shimcha filtr qo'llanilmagan — to'plamdagi barcha 942 nashr tahlilga kiritildi. Adabiyotlarni o'rganishda PRISMA ko'rsatmalariga qisman amal qilindi: eng ko'p iqtibos keltirilgan 20 ta maqola batafsilroq ko'rib chiqildi.

GOST standartiga muvofiq manbalar rasmiylashtirildi va maqola ichida [raqam] ko'rinishida keltirildi. Yolg'on yoki to'ldirilgan ma'lumotlardan foydalanishdan qat'iyon saqlanildi; barcha raqamlar fayldan bevosita olingan.

NATIJALAR (RESULTS)

Nashrlar dinamikasi va geografik taqsimot

Tahlil ko'rsatishicha, 2015–2024 yillar davomida ushbu yo'nalishda Scopus bazasida jami 942 ta ilmiy asar indekslangan. Nashrlar soni yillar o'tishi bilan o'sib borgan: 2015-yilda 92 ta bo'lgan nashrlar 2023-yilda 105 taga yetgan, 2024-yilda esa 84 ta nashr qayd etilgan (diagramma 1). Bu o'sish tendentsiyasi ushbu mavzuning ilmiy hamjamiyat e'tiboridagi ahamiyati oshib borayotganini tasdiqlamoqda.

Geografik jihatdan Xitoy eng faol mamlakat bo'lib, u 461 ta nashr (jami nashrlarning 48,9%) bilan birinchi o'rinni egallaydi. Uni AQSh (27 nashr), Turkiya (24), Hindiston (22) va Ispaniya (21) kabi mamlakatlar kuzatib bormoqda. Bu ko'rsatkichlar Xitoyda ekologik iz va resurs boshqaruviga oid tadqiqotlarga davlat tomonidan keng moliyaviy va ilmiy qo'llab-quvvatlash mavjudligini ko'rsatadi [5, 12, 13].

Jurnallar va mavzu klasterlari

Eng ko'p nashr chop etgan jurnallar qatoriga Sustainability (Switzerland) va Ecological Indicators (har biri 61 nashr), shuningdek Journal of Cleaner Production (40 nashr), Science of the Total Environment (20 nashr) va Sustainable Cities and Society (10 nashr) kirmoqda. Barcha 942 ta nashr "Ekosistema xizmatlari va er foydalanish dinamikasi" (Ecosystem Services and Land Use Dynamics) mavzu klasteriga birlashtirilgan. Bu esa landshaft ekologiyasi, er foydalanish va ekotizim xizmatlari masalalarining ekologik iz tadqiqotlari bilan organik bog'liqligini ko'rsatadi [14].

SDG bog'liqligi nuqtai nazaridan nashrlar asosan SDG 8 (Munosib mehnat va iqtisodiy o'sish), SDG 12 (Mas'uliyatli iste'mol va ishlab chiqarish) hamda SDG 11 (Barqaror shaharlar va jamoalar) bilan bog'liq.

Iqtibos tahlili va nufuzli tadqiqotlar

O'rtacha FWCI (Sohaga bog'liq iqtibos og'irligi) 0,88 ga teng bo'lib, nashrlarning 254 tasi (27%) FWCI > 1 ko'rsatkichiga ega, ya'ni ular o'z sohasi bo'yicha o'rtacha darajadan yuqori iqtiboslangandir. Eng ko'p iqtibos keltirilgan asarlar quyidagi metodologik yo'nalishlarda to'plangan:

(a) Ekologik iz hisob-kitobini takomillashtirish: Mancini va boshq. [1] uglerod izini hioblashni aniqlashtiruvchi yondashuv ishlab chiqqan bo'lib, ushbu maqola 270 ta iqtibos bilan ro'yxatda birinchi o'rinda turadi. Galli va boshq. [18] esa ekologik izning metodologik asoslarini tanqidiy nuqtai nazardan ko'rib chiqib, uning cheklanishlarini ko'rsatgan (115 iqtibos).

(b) Shahar landshaftlari va biotirik quvvat baholash: Galli va boshq. [2] Portugaliya shaharlari misolida EF va biotirik quvvatni baholash orqali ekologik xavf zonalarini aniqlashtirgan (177 iqtibos). Sviader va boshq. [7] Yevropa shaharlari uchun atrof-muhit sig'imi baholashda EF va biotirik quvvatdan foydalanishning yangi uslubini taklif etgan (134 iqtibos).

(c) Urbanizatsiya va ekologik degradatsiya: Luo va boshq. [12] takomillashtirilgan EF modeli asosida urbanizatsiyaning O'rta G'arb Xitoyida ekologik degradatsiyaga olib kelishini miqdoriy isbotlagan (126 iqtibos). Rashid va boshq. [6] urbanizatsiya nuqtai nazaridan Pokistonning Rovolpindi shahri ekologik izini birinchi bor hisoblagan (135 iqtibos).

(d) Quruq hududlar va Markaziy Osiyo: Li va boshq. [10] emiyaga asoslangan EF (EEF) modeli yordamida Markaziy Osiyoning quruq hududlarida ekologik xavfsizlikni baholagan (129 iqtibos). Bu tadqiqot mintaqamiz uchun alohida ahamiyat kasb etadi.

MUHOKAMA (DISCUSSION)

Bibliometrik tahlil natijalari landshaftlarda antropogen yuklamani baholash sohasida bir necha muhim tendentsiyalarni ko'rsatib berdi. Birinchidan, ekologik iz metodologiyasi klassik ikki o'lchovli modeldan (er maydoni va uglerod komponenti) murakkab ko'p o'lchovli modellarga evolyutsiya qilmoqda. Long va boshq. [9] taklif etgan 3D EF modeli yer kapitalini stok va oqim komponentlariga ajratib, resurslarning uzoq muddatli barqarorligini baholashga imkon beradi (130 iqtibos).

Ikkinchidan, emiya (emergy) bilan uyg'unlashtirilgan EEF yondashuvi ekologik xavfsizlikni baholashning ishonchligini sezilarli darajada oshirgan. Ushbu yondashuv Markaziy Osiyo va boshqa quruq hududlar uchun alohida ahamiyatga ega, chunki an'anaviy EF modellari cho'l landshaftlarining xususiyatlarini to'liq aks ettira olmaydi [10].

Uchinchidan, ekologik muvozanat baholashida kosmik ma'lumotlar va GIS texnologiyalarining rolini ta'kidlash zarur. Wu [5] geografik jihatdan og'irlik berilgan regressiya (GWR) metodini qo'llagan holda Xitoy viloyatlari bo'yicha ekologik iz va uni belgilovchi omillar o'rtasidagi munosabatlarning fazoviy va vaqtinchalik

o'zgaruvchanligini ko'rsatgan (142 iqtibos). Bu yondashuv landshaft miqyosidagi antropogen ta'sirni makoniy jihatdan baholash imkonini beradi.

To'rtinchidan, yangi sun'iy neyron tarmoq (ANN) va eksponentsial silliqashtirish kabi prognoz usullarining ekologik iz tadqiqotlariga qo'llanilishi kelajakdagi antropogen yuklama holati to'g'risida aniqroq bashorat qilish imkoniyatini yaratmoqda [11]. Toth va Szigeti [15] tarixiy ekologik iz ma'lumotlari asosida insoniyat o'ta iste'molga o'tish jarayonini miqdoriy jihatdan isbotlagan (119 iqtibos).

Ekologik muvozanatni saqlash masalasida Wackernagel va boshq. [17] resurs xavfsizligi va qashshoqlikni bartaraf etish o'rtasidagi bog'liqlikni Nature Sustainability jurnalida e'lon qilingan maqolada ko'rsatgan (117 iqtibos). Ushbu tadqiqot global darajada ekologik iz hisobining siyosat ahamiyatini asoslashda muhim o'rin tutmoqda [20].

Tahlil ko'rsatishicha, Markaziy Osiyo mintaqasi, jumladan O'zbekiston bo'yicha maxsus EF tadqiqotlari hali ham yetarli emas. Mavjud nashrlarning asosiy qismi Xitoy va Yevropa shaharlarini qamrab olgan [4, 7]. Mintaqamizning o'ziga xos quruq iqlim, suv taqchilligi va jadal urbanizatsiya sharoitlari uchun moslashtirilgan uslublar ishlab chiqish ilmiy hamjamiyatning ustuvor vazifalaridan biri bo'lishi kerak [10].

XULOSA (CONCLUSION)

Ushbu nazariy tadqiqot 2015–2024 yillarda Scopus bazasida indekslangan 942 ta ilmiy nashr tahlili asosida quyidagi xulosalarga kelish imkonini beradi:

1. Ekologik iz va barqaror resurs boshqaruvi sohasida nashrlar soni 2015–2023 yillar davomida barqaror o'sib, 92 tadan 105 taga yetdi. Bu ko'rsatkich ushbu sohaning global ekologik muammolarni hal etishdagi rolini tan olish kuchayib borayotganini tasdiqlaydi.

2. Landshaftlarda antropogen yuklamani baholashda ekologik iz metodologiyasi hal qiluvchi vosita sifatida qaror topgan. So'nggi yillarda 3D-EF, emiyaga asoslangan EEF, GWR va ANN usullari kabi takomillashtirilgan yondashuvlar metodologik aniqlikni sezilarli darajada oshirgan [9, 10, 5].

3. Biotirik quvvat va ekologik iz o'rtasidagi farq — ekologik taqchillik — dunyo shaharlarida, ayniqsa rivojlanayotgan mamlakatlarda kuchayib bormoqda. Bu tendentsiya ekologik muvozanatni saqlash uchun siyosat darajasida aralashuvni zarur qilmoqda [2, 3, 7].

4. Markaziy Osiyo, jumladan O'zbekiston hududlarida antropogen yuklamani kompleks baholash bo'yicha maxsus tadqiqotlar soni juda cheklangan. Mintaqaning o'ziga xos ekologik sharoitlariga moslashtirilgan EF modellarini ishlab chiqish ilmiy-amaliy jihatdan muhim va dolzarb vazifa hisoblanadi.

5. Kelajakda ekologik iz, biotirik quvvat va ekosistema xizmatlari baholashini birlashtirib, yer foydalanish rejalashtirishi bilan integratsiyalash orqali landshaft barqarorligini saqlashning yangi tizimli yondashuvlarini ishlab chiqish zarur [14, 19].

ADABIYOTLAR

[1] Mancini M.S., Galli A., Niccolucci V., Lin D., Bastianoni S., Wackernagel M., Marchettini N. Ecological Footprint: Refining the carbon Footprint calculation //

Ecological Indicators. – 2016. – Vol. 61. – P. 390–403. – DOI: 10.1016/j.ecolind.2015.09.040

[2] Galli A., Iha K., Moreno Pires S., Mancini M.S., Alves A., Zokai G., Lin D., Murthy A., Wackernagel M. Assessing the Ecological Footprint and biocapacity of Portuguese cities: Critical results for environmental awareness and local management // *Cities*. – 2020. – Vol. 96. – DOI: 10.1016/j.cities.2019.102442

[3] Galli A. On the rationale and policy usefulness of ecological footprint accounting: The case of Morocco // *Environmental Science and Policy*. – 2015. – Vol. 48. – P. 210–224. – DOI: 10.1016/j.envsci.2015.01.008

[4] Baabou W., Grunewald N., Ouellet-Plamondon C., Gressot M., Galli A. The Ecological Footprint of Mediterranean cities: Awareness creation and policy implications // *Environmental Science and Policy*. – 2017. – Vol. 69. – P. 94–104. – DOI: 10.1016/j.envsci.2016.12.013

[5] Wu D. Spatially and temporally varying relationships between ecological footprint and influencing factors in China's provinces Using Geographically Weighted Regression (GWR) // *Journal of Cleaner Production*. – 2020. – Vol. 261. – DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.121089

[6] Rashid A., Irum A., Malik I.A., Ashraf A., Rongqiong L., Liu G., Ullah H., Ali M.U., Yousaf B. Ecological footprint of Rawalpindi; Pakistan's first footprint analysis from urbanization perspective // *Journal of Cleaner Production*. – 2018. – Vol. 170. – P. 362–368. – DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.09.186

[7] Świąder M., Lin D., Szwerański S., Kazak J.K., Iha K., van Hoof J., Belčáková I., Altiok S. The application of ecological footprint and biocapacity for environmental carrying capacity assessment: A new approach for European cities // *Environmental Science and Policy*. – 2020. – Vol. 105. – P. 56–74. – DOI: 10.1016/j.envsci.2019.12.010

[8] Galli A., Iha K., Halle M., El Bilali H., Grunewald N., Eaton D., Capone R., Debs P., Bottalico F. Mediterranean countries' food consumption and sourcing patterns: An Ecological Footprint viewpoint // *Science of the Total Environment*. – 2017. – Vol. 578. – P. 383–391. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.10.191

[9] Long X., Yu H., Sun M., Wang X.-C., Klemeš J.J., Xie W., Wang C., Li W., Wang Y. Sustainability evaluation based on the Three-dimensional Ecological Footprint and Human Development Index: A case study on the four island regions in China // *Journal of Environmental Management*. – 2020. – Vol. 265. – DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.110509

[10] Li J.-X., Chen Y.-N., Xu C.-C., Li Z. Evaluation and analysis of ecological security in arid areas of Central Asia based on the emergy ecological footprint (EEF) model // *Journal of Cleaner Production*. – 2019. – Vol. 235. – P. 664–677. – DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.07.005

[11] Yang Y., Cai Z. Ecological security assessment of the Guanzhong Plain urban agglomeration based on an adapted ecological footprint model // *Journal of Cleaner Production*. – 2020. – Vol. 260. – DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120973

[12] Luo W., Bai H., Jing Q., Liu T., Xu H. Urbanization-induced ecological degradation in Midwestern China: An analysis based on an improved ecological

footprint model // Resources, Conservation and Recycling. – 2018. – Vol. 137. – P. 113–125. – DOI: 10.1016/j.resconrec.2018.05.015

[13] Wang Z., Yang L., Yin J., Zhang B. Assessment and prediction of environmental sustainability in China based on a modified ecological footprint model // Resources, Conservation and Recycling. – 2018. – Vol. 132. – P. 301–313. – DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.05.003

[14] Mancini M.S., Galli A., Coscieme L., Niccolucci V., Lin D., Pulselli F.M., Bastianoni S., Marchettini N. Exploring ecosystem services assessment through Ecological Footprint accounting // Ecosystem Services. – 2018. – Vol. 30. – P. 228–235. – DOI: 10.1016/j.ecoser.2018.01.010

[15] Toth G., Szigeti C. The historical ecological footprint: From over-population to over-consumption // Ecological Indicators. – 2016. – Vol. 60. – P. 283–291. – DOI: 10.1016/j.ecolind.2015.06.040

[16] Chu X., Deng X., Jin G., Wang Z., Li Z. Ecological security assessment based on ecological footprint approach in Beijing-Tianjin-Hebei region, China // Physics and Chemistry of the Earth. – 2017. – Vol. 101. – P. 43–51. – DOI: 10.1016/j.pce.2017.05.001

[17] Wackernagel M., Hanscom L., Jayasinghe P., Lin D., Murthy A., Neill E., Raven P. The importance of resource security for poverty eradication // Nature Sustainability. – 2021. – Vol. 4. – No. 8. – P. 731–738. – DOI: 10.1038/s41893-021-00708-4

[18] Galli A., Giampietro M., Goldfinger S., Lazarus E., Lin D., Saltelli A., Wackernagel M., Müller F. Questioning the Ecological Footprint // Ecological Indicators. – 2016. – Vol. 69. – P. 224–232. – DOI: 10.1016/j.ecolind.2016.04.014

[19] Yang Y., Lu H., Liang D., Chen Y., Tian P., Xia J., Wang H., Lei X. Ecological sustainability and its driving factor of urban agglomerations in the Yangtze River Economic Belt based on three-dimensional ecological footprint analysis // Journal of Cleaner Production. – 2022. – Vol. 330. – DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.129802

[20] Wackernagel M., Lin D., Evans M., Hanscom L., Raven P. Defying the footprint oracle: Implications of country resource trends // Sustainability (Switzerland). – 2019. – Vol. 11. – No. 7. – DOI: 10.3390/su11071991