

Salman Bilal ƏLİYEV
Qərbi Kaspi universiteti, magistr

İQLİM DƏYİŞİKLİYİNİN ŞƏHƏRƏTRAFI TƏBİİ KOMPLEKSLƏRƏ TƏSİRİ

Xülasə

İqlim dəyişikliyi şəhərətrafi təbii komplekslərin struktur və funksional parametrlərinə çoxölçülü təsir göstərən qlobal ekoloji problemdir. Urbanizasiya prosesinin sürətlənməsi bu komplekslərin təbii müqavimətini zəiflədir, landşaft dinamikasını dəyişir və antropogen yüklərin təsirini artırır. Atmosfer temperaturunun yüksəlməsi, yağıntıların qeyri-bərabər paylanması, ekstremal hava hadisələrinin intensivləşməsi və toz-aerozol konsentrasiyasının artması şəhərətrafi zonalarda torpaq, bitki örtüyü, hidroloji şəbəkə və bioloji müxtəliflik kimi əsas komponentlərdə ciddi dəyişikliklərə səbəb olur. Tədqiqatlar göstərir ki, istilik adası effekti kənd-şəhər sərhədlərində mikroiqlim fərqlərini dərinləşdirir, torpağın rütubət balansını pozur, torpaq eroziyasını və degradasiya proseslərini sürətləndirir. Bitki örtüyünün tərkibində fenoloji dəyişikliklər müşahidə olunur: vegetasiya dövrü uzanır, istiliyə davamlı növlərin payı artır, həssas növlərin biomüxtəliflik göstəriciləri isə azalır. Su hövzələrində buxarlanma intensivliyi artır, yüzillik hidrometeoroloji rejim pozulur və şəhər kanalizasiya sistemlərinə olan yük çoxalır. Bu proseslər ekosistem xidmətlərinin – xüsusilə də rekreasiya, su tənzimlənməsi, karbon udulması və torpaq məhsuldarlığı funksiyalarının zəifləməsinə gətirib çıxarır. Şəhərətrafi təbii komplekslərin iqlim dəyişikliyinə adaptasiyası üçün landşaft planlaşdırması, yaşıl infrastrukturun genişləndirilməsi, ekosistem əsaslı idarəetmə, smart-monitorinq sistemlərinin tətbiqi və davamlı su resursları siyasəti mühüm rol oynayır. Ekoloji risklərin azaldılması məqsədilə şəhər istilik adasının yumşaldılması, suvarma effektivliyinin artırılması, eroziya əleyhinə tədbirlərin gücləndirilməsi və biomüxtəlifliyin bərpası üzrə kompleks yanaşmalar tələb olunur. Araşdırma göstərir ki, şəhərətrafi ekosistemlərin qorunması yalnız ekoloji deyil, həm də sosial-iqtisadi təhlükəsizliyin əsas komponentlərindən biridir və iqlim dəyişikliyi fonunda onların davamlılığı strateji əhəmiyyət daşıyır.

Açar sözlər: iqlim dəyişikliyi, şəhərətrafi ərazilər, təbii komplekslər, landşaft, biomüxtəliflik, istilik adası effekti, ekosistem xidmətləri.

UOT: 338

JEL: Q54, Q56

DOI: <https://doi.org/10.54414/QUOV7868>

Giriş

İqlim dəyişikliyi XXI əsrin ən ciddi qlobal ekoloji problemlərindən biri olaraq təbii komplekslərin davamlı inkişafına, xüsusən də şəhərətrafi zonaların ekoloji tarazlığına güclü təsir göstərir. Urbanizasiya proseslərinin intensivləşməsi və antropogen yüklərin artması nəticəsində şəhəryanı ərazilər həm iqlim faktorlarının dəyişkənliyinə, həm də təbii komponentlərin degradasiyasına daha həssas hala gəlir. Bəzi tədqiqatçılar bu zonaları “təzyiq altında olan tranzit ekosistemlər” kimi xarakterizə edir və onların dinamikasının iqlim dəyişkənliyi ilə sıx əlaqəli olduğunu vurğulayırlar [2, s. 17].

İqlim sistemində müşahidə olunan əsas dəyişikliklər — temperaturun artması, yağıntıların qeyri-

bərabər paylanması, ekstremal hava hadisələrinin intensivləşməsi və atmosferdə toz-aerozol konsentrasiyasının yüksəlməsi — şəhərətrafi təbii komplekslərin bütün komponentlərinə çoxölçülü təsir göstərir [4, s. 55]. Torpaqların rütubət rejimində dəyişikliklər baş verir, eroziya riski artır, bitki örtüyündə fenoloji proseslər dəyişir və həssas növlərin biomüxtəliflik göstəriciləri zəifləyir [1, s. 102]. Eyni zamanda su hövzələrində buxarlanma intensivliyi artır, hidroloji balans pozulur və antropogen drenaj sistemlərinə düşən yük daha da yüksəlir [6, s. 139].

Şəhərləşmənin yaratdığı istilik adası effekti də bu dəyişiklikləri dərinləşdirən əsas amillərdən biridir. Şəhər və kənd zonaları arasında temperatur

fərqlərinin artması mikroiqlim proseslərini dəyişir, torpağın fiziki-kimyəvi parametrlərinə təsir göstərir və landşaft strukturlarının transformasiyasını sürətləndirir [9, s. 88]. Bu proseslərin nəticəsi olaraq ekosistem xidmətləri — su tənzimlənməsi, karbon udulması, rekreasiya potensialı və torpaq məhsuldarlığı — ciddi şəkildə zəifləyir [8, s. 41].

Mövcud tədqiqatlar göstərir ki, şəhəratrafi təbii komplekslərin iqlim dəyişikliyinə adaptasiyası sistemli planlaşdırma, yaşıl infrastrukturun genişləndirilməsi, ekosistem yönümlü idarəetmə və davamlı su resursları strategiyalarının tətbiqi ilə mümkündür [5, s. 73]. Bu baxımdan, mövzunun elmi-praktiki əhəmiyyəti ondan ibarətdir ki, həm təbii komplekslərin qorunması, həm də şəhər mühitinin dayanıqlı inkişafı üçün effektiv siyasət və idarəetmə mexanizmlərinin işlənməsi zəruridir [12, s. 460].

Beləliklə, iqlim dəyişikliyiinin şəhəratrafi təbii komplekslərə təsirinin araşdırılması həm elmi müstəvidə aktualdır, həm də ekoloji təhlükəsizlik və sosial rifah baxımından strateji əhəmiyyət daşıyır.

Tədqiqatın nəzəri əsasları

İqlim dəyişikliyiinin şəhəratrafi təbii komplekslərə təsirinin tədqiqi ekoloji sistemlərin struktur-funksional modelinə, landşaft elminin konseptual çərçivəsinə və müasir iqlim nəzəriyyəsinə əsaslanır. Şəhəratrafi təbii komplekslər çoxkomponentli ekosistemlər kimi torpaq, bitki örtüyü, su resursları, mikroiqlim və antropogen faktorların qarşılıqlı təsirindən formalaşır. Bu qarşılıqlı əlaqələrin hər biri iqlim dəyişkənliyinə yüksək həssaslıq göstərir və sistemin bütövlükdə davamlılığı üçün kritik əhəmiyyət daşıyır [1, s. 85].

Landşaft ekologiyası şəhəratrafi zonalarda baş verən təbii və antropogen proseslərin məkan-temporal dinamizmini izah edən əsas elmi baza hesab olunur. Landşaft komponentlərinin funksional əlaqələri, enerji və maddələr dövrəni, ekoloji sabitlik və ekosistemlərin özünütənzimləmə potensialı bu nəzəriyyəyə daxil olan fundamental anlayışlardır [2, s. 33]. İqlim dəyişikliyi landşaft strukturlarında zəncirvari transformasiyalara səbəb olur və bu dəyişikliklərin dərinliyi ekosistemin müqavimət qabiliyyəti ilə müəyyənləşir [3, s. 92].

İqlim sisteminin davranışı təkcə global proseslərdən deyil, həm də regional və mikroiqlim amillərindən asılıdır. Şəhər istilik adası effekti, aerol səviyyəsinin yüksəkliyi və antropogen istilik

emissiyaları şəhəratrafi mikroiqlimdə özünə-məxsus model yaradır [9, s. 44]. Bu model torpağın istilik rejimini, rütubət balansını, bitki örtüyünün fenologiyasını və hidroloji dövrəni dəyişdirir. Regional iqlim nəzəriyyəsi bu dəyişikliklərin izahını verən əsas elmi yanaşmalardan biridir [4, s. 68].

Şəhəratrafi ekosistemlərin dəyəri onların təmin etdiyi ekosistem xidmətləri ilə ölçülür: karbon udulması, havanın təmizlənməsi, su tənzimlənməsi, rekreasiya imkanları və biomüxtəlifliyin qorunması [8, s. 24]. İqlim dəyişikliyi bu xidmətlərin səmərəliliyini azaldır, xüsusilə də torpaq məhsuldarlığı, su ehtiyatlarının yenilənməsi və karbon dövrəni kimi funksiyalarda geriləmələr yaradır [12, s. 450]. Ekosistem xidmətləri nəzəriyyəsi bu təsirləri qiymətləndirmək üçün fundamental çərçivədir.

Şəhərləşmə və sənayeləşmə prosesləri şəhəratrafi təbii komplekslərin strukturuna ciddi müdaxilə edir. Antropogen yüklərin artması torpağın degradasiyasına, su hövzələrinin çirkənləməsinə, bitki örtüyünün zəifləməsinə və landşaftın təbii funksiyalarının pozulmasına səbəb olur [5, s. 56]. Bu nəzəriyyəyə əsasən, iqlim dəyişkənliyi antropogen təsirləri gücləndirən əlavə faktor kimi çıxış edir.

Tədqiqatın nəzəri bazasını formalaşdıran yanaşmalardan biri də dayanıqlı inkişaf konsepsiyasıdır. Bu yanaşmaya görə, təbii komplekslərin qorunması, şəhərlərin ekoloji təhlükəsizliyinin təmin edilməsi və sosial-iqtisadi risklərin azaldılması məqsədilə iqlim adaptasiyası və ekosistem yönümlü idarəetmə strategiyaları tətbiq olunmalıdır [6, s. 110]. Yaşıl infrastruktur, torpaq resurslarının dayanıqlı istifadəsi və su təsərrüfatının səmərəli planlaşdırılması nəzəri çərçivənin əsas elementlərindəndir [7, s. 215].

İqlim dəyişikliyiinin təsirlərinin izahında mühüm nəzəri yanaşmalardan biri də landşaftların iqlimə həssaslıq modelidir. Bu modelə görə, hər bir landşaft vahidinin iqlim amillərinə qarşı reaksiya gücü onun komponentlərinin təbii xüsusiyyətləri, antropogen yüklənmə səviyyəsi və ekoloji tarazlığın möhkəmliyi ilə müəyyən olunur. Şəhəratrafi zonalar bu baxımdan ən həssas ərazilərdən sayılır, çünki bu ərazilərdə təbii sistemlərlə urbanizasiya prosesləri paralel şəkildə inkişaf edir və qarşılıqlı təsirləri artır [10, s. 72]. Landşaftların iqlimə həssaslıq modeli iqlim dəyişikliyiinin torpaq, su,

bitki və biogeokimyəvi proseslərdə meydana gətirdiyi dəyişiklikləri sistemli şəkildə xarakterizə etməyə imkan verir [11, s. 159].

Eyni zamanda biomüxtəlifliyin davamlılığı nəzəriyyəsi tədqiqatın nəzəri əsaslarının mühüm hissəsini təşkil edir. Bu nəzəriyyəyə görə, ekosistemlərin iqlim dəyişkənliyinə adaptasiya potensialı onların genetik, növ və ekosistem səviyyəsində biomüxtəlifliyinin zənginliyi ilə birbaşa bağlıdır. Ətraf mühitin istiləşməsi və ya yağıntıların azalması kimi iqlim dəyişiklikləri həssas növlərin itməsi ilə nəticələnə bilər ki, bu da ekosistem daxili qida zəncirlərinə və enerji dövrəsinə zərbə vurur [3, s. 104]. Şəhəratrafi komplekslərdə biomüxtəlifliyin azalması torpaq məhsuldarlığını zəiflədir, ekosistem xidmətlərini məhdudlaşdırır və uzunmüddətli ekoloji riskləri artırır [8, s. 29].

Tədqiqatın nəzəri bazasında yer alan digər istiqamət hidroloji dövrə nəzəriyyəsidir. Bu nəzəriyyəyə görə iqlim dəyişikliyi su hövzələri, yeraltı sular, çay axınları və buxarlanma prosesləri üzərində yaratdığı dəyişikliklər izah olunur. Yağıntıların qeyri-bərabərliyi və temperaturun artması su ehtiyatlarının tükənməsi, anbarların səviyyəsinin düşməsi və drenaj sistemlərinin yüklənməsi kimi problemlərə səbəb olur [4, s. 91]. Hidroloji dövrənin pozulması xüsusilə şəhəratrafi zonalarda torpağın quruması, bitki örtüyünün zəifləməsi və eroziya riskinin yüksəlməsi ilə müşahidə olunur [12, s. 471].

Nəzəri əsasların mühüm hissəsi həm də ekoloji risklər nəzəriyyəsi ilə bağlıdır. Bu nəzəriyyəyə əsasən, iqlim dəyişikliyi təbii komplekslərdə risklərin yaranma ehtimalını artırır və bu risklərin intensivliyi antropogen fəaliyyətlə düz mütənəsbidir.

Şəhəratrafi ərazilərdə sənaye tullantıları, nəqliyyat emissiyaları və intensiv tikinti işləri ekoloji riskləri daha da artırır və iqlim dəyişikliyi təsirlərini gücləndirir [5, s. 62]. Ekoloji risklər nəzəriyyəsi bu risklərin dəyərləndirilməsi, modelləşdirilməsi və idarə olunması üçün nəzəri çərçivə yaradır.

Son olaraq, adaptiv idarəetmə nəzəriyyəsi tədqiqatın nəzəri bazasının tamamlayıcı hissəsidir. Bu yanaşma ekosistemlərin dəyişən iqlim şəraitinə uyğunlaşdırılması üçün çevik idarəetmə modellərini, monitorinq mexanizmlərini, risklərin erkən aşkarlanması sistemlərini və ekosistem yönümlü qərarvermə proseslərini ön plana çıxarır. Adaptiv idarəetmə şəhəratrafi komplekslərdə landşaft planlaşdırılması, su ehtiyatlarının idarə olunması və biomüxtəlifliyin qorunması kimi istiqamətlərdə tətbiq olunur [6, s. 118]. Bu yanaşma iqlim dəyişikliyi fonunda ekosistemlərin davamlılığının təmin edilməsində strateji əhəmiyyət daşıyır.

İqlim Dəyişikliyi Şəhəratrafi Təbii Komplekslərə Təsiri üzrə Təhlili

İqlim dəyişikliyi müasir dövrdə şəhəratrafi təbii komplekslərin struktur və funksional xüsusiyyətlərinə çoxşaxəli təsir göstərən əsas ekoloji risk faktorlarından biri kimi qiymətləndirilir. Urbanizasiya proseslərinin sürətlənməsi, sənaye və nəqliyyat fəaliyyətlərinin genişlənməsi şəhəratrafi zonaların ekoloji yükünü artırır və bu əraziləri iqlim dəyişkənliyinin təsirlərinə qarşı daha həssas edir. Təhlil göstərir ki, temperaturun yüksəlməsi, yağıntıların qeyri-bərabər paylanması, ekstremal hava hadisələrinin intensivləşməsi və atmosferdə aerosolların çoxalması təbii komplekslərin əsas komponentlərində ciddi dəyişikliklər yaradır.

Cədvəl 1.

İqlim və təbii komponentlər üzrə səbəb-nəticə təhlili

Səbəb Qrupu	Təsvir / Təsir Mexanizmi
Temperatur artımı	Torpağın quruması, su ehtiyatlarının azalması, bitkilərdə istilik stressi.
Yağıntıların dəyişməsi	Sel və quraqlıq dövrlərinin artması, torpaq eroziyasının güclənməsi.
Ekstremal hava hadisələri	Fırtınalar, isti dalğalar, şaxta və dolu hadisələrinin intensivləşməsi.
Aerozol və toz konsentrasiyası	Bitki fotosintezinin zəifləməsi, hava şəffaflığının azalması.
Torpaq eroziyası	Bitki örtüyünün azalması və rütubət balansının pozulması nəticəsində degradasiya.
Rütubət çatışmazlığı	Su dövrəsinin pozulması, hidroloji stress və biomüxtəlifliyin azalması.
Su ehtiyatlarının azalması	Buxarlanmanın artması və yağıntıların qeyri-sabitliyi ilə əlaqəli azalma.
Bitki örtüyünün zəifləməsi	Fenoloji dəyişikliklər, istiliyə davamlı növlərin artması və həssas növlərin itməsi.

Birinci olaraq, temperatur artımı torpaq və bitki örtüyündə genişmiqyaslı dəyişikliklərə səbəb olur. Torpağın rütubət balansını pozulur, buxarlanma artır, nəticədə torpağın degradasiya prosesi sürətlənir. Bitkilərin vegetasiya dövründə dəyişikliklər baş verir, istiliyə davamlı növlərin üstünlüyü artır, həssas növlərin isə arealı məhdudlaşır. Şəhəratrafi zonalarında istilik adası effekti bu prosesləri daha da gücləndirir və mikroiqlim fərqlərini kəskinləşdirir.

İkinci mühüm istiqamət su resursları ilə bağlıdır. Hidroloji dövrənin pozulması, yağışların zaman və məkan üzrə dəyişməsi, sel və quraqlıq dövrlərinin artması su ehtiyatlarının davamlı idarə olunmasını daha çətin edir. Su obyektlərində buxarlanma intensivliyi yüksəlir, çay axınları zəifləyir, yeraltı su səviyyəsi aşağı düşür. Bununla yanaşı, sənaye və məişət tullantılarının artması su hövzələrinin çirklənməsinə səbəb olur və su ekosistemlərinin sabitliyini pozur.

Üçüncü istiqamət biomüxtəlifliklə bağlı dəyişikliklərdir. İqlim dəyişikliyi nəticəsində bitki və heyvan növlərinin areallarının dəyişməsi müşahidə olunur. Şəhəratrafi təbii komplekslərdə ekoloji stress amillərinin çoxalması həssas növlərin azalmasına, invaziv növlərin isə genişlənməsinə gətirib çıxarır. Bu isə ekosistem xidmətlərinin — su tənzimlənməsi, karbon udulması, torpaq məhsuldarlığı və rekreasiya imkanlarının zəifləməsi ilə nəticələnir.

Dördüncü istiqamət antropogen amillərlə bağlıdır. Şəhərləşmə prosesi torpaqların səmərəsiz istifadəsinə, yaşıl ərazilərin azalmasına və torpaq örtüyünün dəyişməsinə səbəb olur. Nəqliyyat və sənaye emissiyaları atmosferdə zərərli maddələrin konsentrasiyasını artırır və bu, həm hava keyfiyyətini, həm də ekoloji tarazlığı pozur. Antropogen təsirlər iqlim dəyişikliyi təsirlərini gücləndirən əlavə risk faktoru kimi çıxış edir. Ümumilikdə, təhlil göstərir ki, şəhəratrafi təbii komplekslər iqlim dəyişkənliyi fonunda bir-biri ilə əlaqəli biotik və abiotik proseslər əsasında transformasiya olunur. Bu transformasiya həm ekosistemlərin funksional dayanıqlığını zəiflədir, həm də sosial-iqtisadi risklərin artmasına səbəb olur. Problemin həlli isə kompleks yanaşmanı tələb edir: yaşıl infrastrukturun genişləndirilməsi, ekosistem əsaslı idarəetmə strategiyalarının tətbiqi, su resurslarının səmərəli istifadəsi, torpaqların qorunması və monitoring sistemlərinin gücləndirilməsi.

Bu tədbirlər həyata keçirildiyi təqdirdə, şəhəratrafi təbii komplekslərin iqlim dəyişikliyi şəraitində davamlılığını təmin edilə bilər və ekoloji tarazlığın qorunması istiqamətində mühüm nəticələr əldə olunar.

Cədvəl 2.

Antropogen və sosial-iqtisadi amillər üzrə təhlil

Səbəb Qrupu	Təsvir / Təsir Mexanizmi
Urbanizasiya	Torpaq örtüyünün dəyişməsi, tikinti sıxlığının artması, ekosistemlərin parçalanması.
Nəqliyyat emissiyaları	CO ₂ , NO _x və toz hissəciklərinin artması nəticəsində hava keyfiyyətinin pisləşməsi.
Sənaye fəaliyyəti	Torpaq və su çirklənməsi, kimyəvi tullantıların artması.
Yaşıl infrastrukturun məhdudluğu	Park, meşə və yaşıllıq sahələrinin azalması, ekosistem xidmətlərinin zəifləməsi.
Resurslardan qeyri-dayanıqlı istifadə	Su, torpaq və biomüxtəliflik ehtiyatlarının həddindən artıq istismarı.
Əhali artımı	Şəhəratrafi ərazilərə antropogen təzyiqin yüksəlməsi, torpaq istifadəsinin intensivləşməsi.
Ekoloji siyasətin zəif tətbiqi	Monitoring və nəzarət mexanizmlərinin çatışmazlığı, normativ tələblərin icrasının zəifliyi.
İqtisadi maraqların üstünlüyü	Yaşıllıq ərazilərinin tikinti və sənaye məqsədi ilə məhdudlaşdırılması.

İqlim dəyişikliyi şəhəratrafi təbii komplekslərə təsirinin azaldılması üzrə təkmilləşmə yönümləri.

İqlim dəyişikliyi şəhəratrafi təbii komplekslərə təsirinin zəiflədilməsi ekoloji idarəetmədə inteqrasiya olunmuş yanaşmaların tətbiqi, landşaft planlaşdırmasının təkmilləşdirilməsi və ekosistem yönümlü strategiyaların genişləndirilməsi ilə mümkündür. Bu təkmilləşmə istiqamətləri həm qlobal, həm də regional iqlim meyllərinin nəzərə alınmasına əsaslanır. Mövcud tədqiqatlar göstərir ki, təbii komplekslərin dayanıqlığının artırılması üçün həm biotik, həm də abiotik komponentlərin balanslaşdırılmış şəkildə idarə edilməsi vacibdir [1, s. 102].

Birinci təkmilləşmə istiqaməti landşaft planlaşdırmasının elmi əsaslarla gücləndirilməsidir. Şəhəratrafi ərazilərdə yaşıl infrastrukturun genişləndirilməsi, meşə zolaqlarının yaradılması, su-batqlıq sahələrinin bərpası və ekoloji dəhlizlərin formalaşdırılması ekosistemlərin iqlim dəyişkənliyinə qarşı müqavimətini artırır [2, s. 33]. Bu tədbirlər həm də istilik adası effekti zəiflədir və mikro-iqlim sabitliyini təmin edir [9, s. 44].

İkinci istiqamət torpaq resurslarının mühafizəsi və səmərəli istifadəsinin təkmilləşdirilməsidir. Torpaq eroziyasının qarşısının alınması, əkin dövrünün optimallaşdırılması, humus tərkibinin artırılması və torpağın rütubət balansını qoruyan texnologiyaların tətbiqi iqlim stressinə qarşı mühüm müdafiə rolunu oynayır [5, s. 56]. Torpaq degradasiyasının qarşısı alınmadıqda ekosistem xidmətlərinin zəifləməsi qaçılmaz olur [8, s. 24].

Üçüncü təkmilləşmə istiqaməti su ehtiyatlarının davamlı idarə olunmasıdır. İqlim dəyişikliyi yağış rejiminə təsiri səbəbindən su hövzələrinin qorunması, modern suvarma sistemlərinin tətbiqi, su sızmalarının azaldılması və yağış sularının toplanması şəhəratrafi ekosistemlərin dayanıqlığını artırır [4, s. 68]. Hidroloji dövrünün pozulduğu şəraitdə bu yanaşmalar zəruri hesab olunur [12, s. 450].

Dördüncü istiqamət biomüxtəlifliyin qorunması və ekosistemlərin bərpasıdır. Şəhəratrafi ərazilərdə invaziv növlərin qarşısının alınması, yerli bitki və heyvan növlərinin artırılması və təbii yaşayış mühitlərinin genişləndirilməsi ekosistemlərin adaptasiya potensialını artırır [3, s. 92]. Biomüxtəlifliyin zəifləməsi ekosistem xidmətlərinin azalmasına gətirib çıxardığı üçün bu istiqamətdə tədbirlər həyati əhəmiyyət daşıyır [8, s. 29].

Beşinci təkmilləşmə istiqaməti ekoloji monitorinq və rəqəmsal idarəetmə sistemlərinin gücləndirilməsidir. Atmosfer göstəricilərinin, torpaq parametrlərinin, su resurslarının və bitki örtüyünün real vaxt rejimində izlənməsi iqlim təsirlərinin proqnozlaşdırılmasına və risklərin vaxtında idarə olunmasına imkan verir [6, s. 110]. Smart-monitorinq sistemləri iqlim adaptasiyası üçün ən müasir vasitələrdən biri hesab olunur [7, s. 215].

Nəhayət, sosial-ekoloji maarifləndirmə və idarəetmə mexanizmlərinin təkmilləşdirilməsi də vacib istiqamətlərdəndir. Dayanıqlı şəhərsalma prinsiplərinin tətbiqi, əhali arasında ekoloji savadlılığın artırılması və ekoloji qanunvericiliyin sərtləşdirilməsi iqlim təsirlərinin azaldılmasında mühüm rol oynayır [10, s. 72].

Nəticə

Aparılmış təhlil göstərir ki, iqlim dəyişikliyi şəhəratrafi təbii komplekslərin struktur-funksional bütövlüyünə çoxölçülü təsir göstərən əsas ekoloji amildir. Temperatur artımı, yağıntı rejiminin dəyişməsi, ekstremal hava hadisələrinin intensivləşməsi və atmosferdə aerosol konsentrasiyasının yüksəlməsi torpaq, su, bitki və biomüxtəliflik komponentlərində dərin dəyişikliklər yaradır. Bu dəyişikliklər torpağın rütubət balansının pozulması, hidroloji dövrünün sabitliyinin azalması, bitkilərin fenoloji ritmlərinin dəyişməsi və yerli növ müxtəlifliyinin zəifləməsi ilə özünü göstərir.

Tədqiqatın nəticələrinə əsasən, antropogen amillər — urbanizasiya, sənaye emissiyaları, nəqliyyat fəaliyyəti və resurslardan qeyri-dayanıqlı istifadə — iqlim dəyişkənliyi ilə sinxron şəkildə təsir göstərərək ekosistemlərin zəifləmə prosesini daha da sürətləndirir. Şəhər istilik adası effekti şəhəratrafi mikroiqlimdə sabilliyi pozur, torpağın və su ehtiyatlarının davamlı yenilənmə imkanlarını məhdudlaşdırır. Bu isə ekosistem xidmətlərinin, xüsusilə su tənzimlənməsi, karbon udulması və rekreasiya potensialının azalması ilə nəticələnir.

Təhlil göstərir ki, problemin həlli yalnız kompleks yanaşmalar vasitəsilə mümkündür. Landşaft planlaşdırmasının elmi əsaslarla tətbiqi, yaşıl infrastrukturun genişləndirilməsi, su ehtiyatlarının davamlı idarə olunması, torpaq mühafizəsi və biomüxtəlifliyin bərpası iqlim dəyişikliyi təsirlərini azaltmaq üçün ən səmərəli istiqamətlər kimi çıxış edir. Eyni zamanda rəqəmsal monitorinq sistemlərinin tətbiqi risklərin erkən aşkarlanmasını

təmin edir və adaptiv idarəetmə imkanlarını genişləndirir.

Beləliklə, iqlim dəyişikliyi şəhəratrafi təbii komplekslərə təsirlərinin azaldılması ekoloji, sosial və iqtisadi prioritetləri özündə birləşdirən strateji yanaşma tələb edir. Məqsədyönlü idarəetmə, davamlı inkişaf prinsiplərinin tətbiqi və ekosistem yönümlü adaptasiya tədbirlərinin həyata keçirilməsi bu komplekslərin dayanıqlılığının təmin olunmasında əsas rol oynayır. Ümumi nəticə olaraq, iqlim dəyişikliyinə qarşı adekvat adaptasiya və azaldılma tədbirlərinin gücləndirilməsi təbii komplekslərin qorunması baxımından zəruri və qaçılmazdır.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Babayev, M.Ş. Landşaft ekologiyası və ətraf mühitin mühafizəsi. Bakı: Təhsil, 2012. 368 s.
2. Əliyev, İ.Ə. Ümumi ekoloji problemlər və onların həlli yolları. Bakı: Elm, 2014. 292 s.
3. Həsənov, A.M. İqlim dəyişikliyi və regional ekosistemlərdə dəyişikliklər. Bakı: Azərənəş, 2017. 210 s.
4. İsmayılov, R.R. Şəhərləşmənin təbii komplekslərə təsiri: nəzəri və praktik yanaşmalar. Bakı: Təhsil, 2020. 198 s.
5. Rzayev, Q.H. Şəhəryanı ərazilərin ekologiyası: təbii komplekslər və transformasiya prosesləri. Bakı: Avropa Nəşriyyatı, 2018. 256 s.
6. Fernandez, L. Climate Dynamics and Environmental Transformation in Metropolitan Areas. Berlin: Springer, 2018. 340 p.
7. Houghton, J. Global Warming: The Complete Briefing. Cambridge: Cambridge University Press, 2015. 438 p.
8. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021. 1300 p.
9. Johnson, M. Urban Heat Islands and Eco-Landscape Vulnerability. New York: Routledge, 2019. 270 p.
10. Kravchenko, S.P. Ekologiya gorodskikh landshaftov i izmenenie klimata. Sankt-Peterburq: Piter, 2019. 315 s.
11. Romanov, A.A. Urban Ecology and Climate Impacts on Peri-Urban Systems. Moskva: Nauka, 2016. 240 s.
12. Smith, J.; Turner, R. Climate Change Effects on Suburban Ecosystems. London: Springer, 2015. 224 p.

Salman Bilal ALIYEV

Master's Student, Western Caspian University

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON SUBURBAN NATURAL COMPLEXES

Summary

Climate change exerts multidimensional impacts on suburban natural complexes, altering their structural and functional properties and intensifying environmental vulnerabilities. Rapid urbanization weakens the ecological resilience of suburban landscapes, increases anthropogenic pressure, and accelerates the transformation of natural components. Rising air temperatures, irregular precipitation patterns, intensified extreme weather events, and increasing aerosol concentrations cause substantial shifts in soil systems, vegetation cover, hydrological networks, and biodiversity in peri-urban areas. The urban heat island effect deepens microclimatic contrasts between urban and rural zones, disrupts soil moisture regimes, increases erosion risks, and contributes to land degradation. Vegetation demonstrates notable phenological shifts: extended growing seasons, dominance of heat-tolerant species, and a decline in sensitive biodiversity indicators. Hydrological systems experience higher evaporation rates, altered long-term water cycles, and increased stress on urban drainage infrastructure. Such changes weaken essential ecosystem services, including recreation, water regulation, carbon sequestration, and soil productivity. Effective adaptation of suburban natural complexes requires landscape-based planning, green infrastructure expansion, ecosystem-based management, smart environmental monitoring, and sustainable water resource governance. Mitigation strategies should aim to reduce urban heat island intensity, improve irrigation efficiency, strengthen erosion-control practices, and restore degraded habitats. The findings indicate that preserving suburban

ecosystems is not only an environmental necessity but also a vital socio-economic priority, ensuring urban resilience and environmental stability in the context of global climate change.

Keywords: climate change, suburban areas, natural complexes, landscape dynamics, biodiversity, urban heat island, ecosystem services.

Салман Билал АЛИЕВ
Магистрант, Западно-Каспийский университет

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПРИГОРОДНЫХ ЗОН

Резюме

Изменение климата оказывает многоуровневое воздействие на природные комплексы пригородных зон, изменяя их структурные и функциональные параметры и усиливая экологические риски. Ускоряющаяся урбанизация снижает устойчивость ландшафтов, увеличивает антропогенную нагрузку и ускоряет трансформацию природных компонентов. Повышение температуры воздуха, неравномерность осадков, участвовавшие экстремальные погодные явления и рост аэрозольных частиц вызывают значительные изменения в состоянии почв, растительного покрова, гидрологической сети и биологического разнообразия. Эффект городского теплового острова усиливает микроклиматические контрасты между городом и сельскими зонами, нарушает влажностный баланс почв, ускоряет эрозионные процессы и способствует деградации земель. В растительности наблюдаются выраженные фенологические сдвиги: удлинение периода вегетации, увеличение доли теплолюбивых видов и снижение показателей чувствительного биоразнообразия. В водных объектах возрастает интенсивность испарения, нарушаются многолетние гидрометеорологические режимы, увеличивается нагрузка на дренажные системы. Эти процессы ослабляют экосистемные услуги — рекреационные функции, водорегуляцию, поглощение углерода и почвенное плодородие. Адаптация пригородных природных комплексов к изменению климата требует внедрения ландшафтного планирования, расширения зеленой инфраструктуры, экосистемного управления, цифрового мониторинга и рациональной водной политики. Для снижения экологических рисков необходим комплекс мер: смягчение теплового острова, повышение эффективности ирригации, усиление противоэрозионных мероприятий и восстановление биоразнообразия. Проведённый анализ показывает, что сохранение пригородных экосистем является стратегически важным условием экологической и социально-экономической устойчивости территорий в условиях глобального изменения климата.

Ключевые слова: изменение климата, пригородные территории, природные комплексы, ландшафт, биоразнообразие, тепловой остров, экосистемные услуги.