



ELMİ XƏBƏRLƏR | Riyaziyyat və təbiət elmləri seriyası, 2/2024



ELMİ XƏBƏRLƏR

RİYAZIYYAT VƏ TƏBİƏT ELMLƏRİ

№ 2, 2024

©Lənkəran Dövlət Universiteti, 2024

ISSN 2617-8052 (print)
ISSN 2960-1975 (online)

REDAKSIYA HEYƏTİ

1. İbrahimov Natiq (BAŞ REDAKTOR)

Lənkəran Dövlət Universiteti, Lənkəran, Azərbaycan

2. Şəmmədov Ramiz (APARICI REDAKTOR)

Lənkəran Dövlət Universiteti, Lənkəran, Azərbaycan

3. Axundov Ədalət

*Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Riyaziyyat və Mexanika İnstitutu,
Bakı, Azərbaycan*

4. Əliyev Nihan

Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan

5. Əhmədov Natiq

Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti, Bakı, Azərbaycan

6. Əzizov Əbdülsəid

Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan

7. Əliyev Ələkbər

Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan

8. Əliyev Elvin

Lənkəran Dövlət Universiteti, Lənkəran, Azərbaycan

9. Əsgərov İdrak

Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan

10. Hüseynov İsa

Lənkəran Dövlət Universiteti, Lənkəran, Azərbaycan

11. İsmayılov Çingiz

Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan

12. Kozlov Mixail

Zoologiya İnstitutu, Sankt Peterburq, Rusiya

13. Qasimov Yusif

Azərbaycan Universiteti, Bakı, Azərbaycan

14. Qardaşov Rauf

*Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Akademik Həsən Əliyev adına
Coğrafiya İnstitutu, Bakı, Azərbaycan*

15. Quliyev Əlövsət

*Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Torpaqşünaslıq və Aqrokimya
İnstitutu, Bakı, Azərbaycan*

16. Qurbanov Elşad

Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan

17. Mehdiyev Məhəmməd

Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan

18. Məmmədov Tofiq

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Dendrologiya İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

19. Mənsimov Kamil

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi İdarəetmə Sistemləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

20. Məmmədov Hüseyin

Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan

21. Məmmədov Məmməd

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

22. Mirzoev Karaxan

Moskva Dövlət Universiteti, Moskva, Rusiya

23. Nuriyev Urfat

Ege Universiteti, İzmir, Türkiyə

24. Pələngov Əbülfət

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Bakı, Azərbaycan

25. Reşidoğlu Xanlar

Iğdır Universiteti, Iğdır, Türkiyə

26. Vasilyev Feodr

Moskva Dövlət Universiteti, Moskva, Rusiya

27. Yaqub Qabil

Kafkas Üniversitesi, Kars, Türkiyə

28. Zeynalov Eldar

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Akademik Murtuza Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

EDITORIAL BOARD

- 1. Ibrahimov Natig (EDITOR IN-CHIEF)**
Lankaran State University, Lankaran, Azerbaijan
- 2. Shammadov Ramiz (MANAGING EDITOR)**
Lankaran State University, Lankaran, Azerbaijan
- 3. Akhundov Adalat**
Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Institute of Mathematics and Mechanics, Baku, Azerbaijan
- 4. Aliyev Nihan**
Baku State University, Baku, Azerbaijan
- 5. Ahmadov Natig**
Azerbaijan State University of Economics, Baku, Azerbaijan
- 6. Azizov Abdulsaid**
Baku State University, Baku, Azerbaijan
- 7. Aliyev Alakbar**
Baku State University, Baku, Azerbaijan
- 8. Aliyev Elvin**
Lankaran State University, Lankaran, Azerbaijan
- 9. Askerov Idrak**
Baku State University, Baku, Azerbaijan
- 10. Huseynov Isa**
Lankaran State University, Lankaran, Azerbaijan
- 11. Ismayilov Chingiz**
Baku State University, Baku, Azerbaijan
- 12. Kozlov Mikhail**
Institute of Zoology, Saint-Petersburg, Russia
- 13. Gasimov Yusif**
Azerbaijan University, Baku, Azerbaijan
- 14. Gardashov Rauf**
Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Institute of Geography named after Academician Hasan Aliyev, Baku, Azerbaijan
- 15. Guliyev Alovzat**
Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Institute of Soil Science and Agrochemistry
- 16. Gurbanov Elshad**
Baku State University, Baku, Azerbaijan
- 17. Mekhdiev Mahammad**
Baku State University, Baku, Azerbaijan

18. Mammadov Tofiq

Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Institute of Dendrology

19. Mansimov Kamil

Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Institute of Control Systems, Baku, Azerbaijan

20. Mammadov Huseyn

Baku State University, Baku, Azerbaijan

21. Mammadov Mammad

Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Institute of Soil Science and Agrochemistry

22. Mirzoev Karakhan

Moscow State University, Moscow, Russia

23. Nuriyev Urfat

Ege University, Izmir, Türkiye

24. Palangov Abulfat

Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan

25. Reshidoghlu Khanlar

Igdir University, Igdir, Türkiye

26. Vasilyev Feodr

Moscow State University, Moscow, Russia

27. Yagub Gabil

Kafkas University, Kars, Türkiye

28. Zeynalov Eldar

Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after Academician Murtuza Nagiyev, Baku, Azerbaijan

MÜNDƏRİCAT

- 1. Camal Hüseynov, Nailə İsmayılova, Vüsal Hacızadə**
İqlim dəyişmələrinin Lənkəran vilayətində havanın temperatur rejiminə təsirinin xüsusiyyətləri..... 7
- 2. Ziyafət Ağayev, Sənan Əzizov**
Cənub-şərqi Azərbaycan çaylarının hidroloji xüsusiyyətləri və onları yaradan amillər 21
- 3. Nihan Aliyev, Ramiz Ahmadov**
The cauchy problem for a first-order ordinary linear differential equation with a variable coefficient and continuously varying order of the derivative..... 34

IQLİM DƏYİŞMƏLƏRİNİN LƏNKƏRAN VİLAYƏTİNDƏ HAVANIN TEMPERATUR REJİMİNƏ TƏSİRİNİN XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Camal Hüseynov

Nailə İsmayılova

Vüsal Hacızadə

Azərbaycan Hava Yolları QSC, Azəraeronaviqasiya HH, Bakı, Azərbaycan

Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi, Milli Hidrometeorologiya Xidməti, Bakı, Azərbaycan

e-mail: camal_huseynov_88@mail.ru

e-mail: naile_ismayilova40@mail.ru

e-mail: v.hajizade@gmail.com

DOI: 10.30546/2960-1975.2024.2.30

Xülasə. Məqalədə, Lənkəran təbii vilayətində iqlim dəyişmələrinin havanın temperatur rejiminə təsiri və onun müasir paylanması tədqiq edilmişdir. Təhlillərdə 6 hidrometeoroloji stansiyanın 1961-2023-cü illəri əhatə edən müşahidə məlumatlarından istifadə edilmişdir. Zaman sıralarının və iqlim dəyişmələrinin təsirlərinin artmasını nəzərə alaraq, statistik, riyazi və kartoqrafik metodlarla onların müasir zaman-məkan paylanmaları müəyyən edilmişdir. Lənkəran vilayətində yanvar, fevral, mart, noyabr və dekabrda yüksək dağlıqda yağıntı bərk halda düşür. GIS texnologiyasının köməyi ilə vilayətin müasir temperatur paylanma xəritəsi tərtib edilmişdir. Burada orta illik temperatur dənizsahili düzənliklərdən orta dağlığın yuxarı hissələrinə doğru 16°C-dən 4°C-ə kimi azalır. Lənkəran vilayətinin 1961-1990-cı illərdə hava temperaturunun orta aylıq və illik göstəricilərinin 1991-2023-cü illərlə müqayisəli təhlili göstərir ki, regionda 0.9°C artım baş vermişdir. İqlim dəyişmələrinin 1991-2023-cü illərdə hava temperaturunun onillik orta göstəricilərinə təsirlərinin araşdırılması, vilayətdə 1991-ci ildən istiləşmənin sürətləndiyini göstərmişdir. Bölgədə ildən-ilə kəskinləşən iqlim dəyişmələri onun dəniz sahilində yerləşməsinə görə ölkənin digər regionları ilə müqayisədə daha yavaş gedir. Bu problemin artması, su qıtlığı, səhrələşmə, quraqlıq və s. kimi ekoloji böhran və dağıdıcı təbiət hadisələrini özü ilə bərabər gətirəcəyi gözləniləndir. Hava temperaturunun zaman-məkan paylanması tədqiqatının nəticələrindən, Lənkəran vilayətində gələcəkdə aparılacaq mitiqasiya, adaptasiya tədbirlərində, iqlim atlasları, infrastruktur, təssərrüfat və sənaye lahiyyələrində istifadə edilməsi tövsiyə edilir.

Açar sözlər: orta illik temperatur, qlobal istiləşmə, iqlim norması, temperatur tərəddüdü, DEM, ArcGIS

Giriş

Yer kürəsində iqlim rejiminin müxtəlif regionlarda fərqli xüsusiyyətlərə malik olması hava temperaturunun səth üzrə paylanması ilə bağlıdır. Günəş şüalarının Yer atmosferindən keçərək yer səthini isitməsi, atmosferdə hava kütlələri ilə istiliyin ötürülməsi planetin iqlim sistemini formalaşdırır [6, s.11]. Ekvatorial enliklərdən qütblərə doğru yüksək hava temperatur göstəricilərindən aşağı yüksək və aşağı göstəricilərə kimi dəyişməsi bütün iqlim sisteminin köklü fəqlənməsinə səbəb olur. Atmosferdə baş verən əsas təzahürlər temperaturun vaxtaşırı dəyişməsindən asılıdır [7, s.10]. Temperatur rejiminin zaman daxilində daha çox dəyişməsi, baxılan əraziyə xas olmayan atmosfer proseslərinin təkrarlanmasına şərait yaradır. İstənilən ərazidə temperatur tərəddüdləri digər ərazilərə də təsirsiz ötürülür. Son dövrlərdə yer

kürəsində müşahidə edilən iqlim dəyişmələri qlobal temperaturun artması ilə yaranmışdır [10]. Yer in əsas şirin su ehtiyatı sayılan buzlaqların əriməsi, okean cəryanlarının traektoriyasını itirməsi və ya dəyişməsi qlobal temperaturun artması fonunda baş verir. İqlim dəyişmələrinin əsas təsir etdiyi regionlar orta enliklər sayılır. Belə ki, bu regionlarda sel, subasma, səhralaşma, quraqlıq, ildırım, dolu, sürüşmə və s. kimi dağıdıcı təbiət hadisələrinin təkrarlanması iqlim dəyişmələrinin “istiləşmə” təsirlərinin əlamətləridir [10, s.12].

Cənub Qafqaz da belə regionlardan biridir və son onilliklərdə baş verən iqlim dəyişiklikləri zaman keçdikcə burada daha sərt üzünü göstərir. Regionun fiziki-coğrafi mövqeyi, mürəkkəb iqlim rejminə görə fərqlənən hissələrindən biri Azərbaycan Respublikasının ərazisidir. Burada mürəkkəb oroqrafiya, bircins olmayan yer səthi və iri hipsometrik kontrast ölkə ərazisində kompleks iqlim tədqiqatlarının aparılmasına imkan vermir. Bu səbəbdən iqlim tədqiqatları aparılarkən, eyni xüsusiyyətli səth örtüyü, oxşar tendensiyaya malik meteoroloji elementlərin mövcud olduğu ərazilərə ayrı-ayrılıqda baxmaq daha dəqiq nəticələrin əldə edilməsinə imkan verir [6, s.8].

Bütün regionlarda iqlim rejiminin öyrənilməsinə ilk olaraq, uzun dövr ərzində az dəyişən meteoroloji elementlərin tədqiqi ilə başlanır. Hava temperaturu və atmosfer yağıntıları belə elementlərdən sayılır. Zaman keçdikcə, iqlim dəyişmələrinin ölkə ərazində fərqli xüsusiyyətlərinin aşkar edilməsi, istiləşmənin və müasir hava temperaturunun xüsusiyyətlərinin öyrənilməsinə labüd edir [13, s.14].

Bundan öncə müxtəlif dövrlərdə Ə.M.Şıxlinski, Ə.A.Mədətzadə, R.Ə.Məmmədov, Səid.H.Səfərov, R.N.Mahmudov, Surxay.H.Səfərov, Ə.S.Məmmədov, N.Ş.Hüseynov, F.Ə.İmanov, Z.S.Allahverdiyev, H.L.Nəbiyev, U.R.Tağiyeva və s. kimi tədqiqatçılar tərəfindən Lənkəran təbii vilayətinin hava temperaturunun bir sıra xüsusiyyətləri tədqiq edilsədə, zaman sıralarının artması, iqlim rejiminin son dövrlərdə kəskin dəyişməsi, bölgədə hava temperaturunun yenidən müasir paylanma xüsusiyyətlərinin müəyyən edilməsi məsələsini aktuallaşdırmışdır.

Material və metodlar

Tədqiqat işində, Lənkəran təbii vilayətində Milli Hidrometeorologiya Xidmətinin fəaliyyətdə olan 6 hidrometeoroloji stansiyasının 1961-2023-cü illəri əhatə edən müşahidə məlumatları istifadə edilmişdir (Cədvəl 1).

Cədvəl 1.

Hidrometeoroloji stansiyaların əsas xarakteristikaları

Stansiya	Hündürlük, m	İşdə istifadə edilən müşahidə dövrləri, il	İqlim normaları Hava temperaturu (1961-1990), °C.
Kəlvəz	1567	1984-2020	8.2
Lerik	1115	1961-1990, 2005-2023	10.1
Yardımlı	730	1961-2023	12.0
Göytəpə	2	1961-1991, 1993-2021	14.4
Lənkəran	-20	1961-2023	14.1
Astara	-23	1961-1990, 1993-2023	14.6

Burada riyazi, statistik və kartoqrafik metodlardan istifadə edərək, hava temperaturunun göstəricilərinin ay, fəsil, illər, ərazi üzrə paylanması, onun zaman daxili dinamikası müəyyən edilmiş və statistik əhəmiyyətliyi qiymətləndirilmişdir [3, s.9].

Temperaturun müasir paylanma xüsusiyyətlərini müəyyənləşdirilməsi, iqlim dəyişmələrinin istiləşmə xüsusiyyətlərinin sürətləndiyi ehtimal edilən 1991-2023-cü ilin məlumatları əsasında aparılmışdır. Hava temperaturunun çoxillik (1961-2023) dövrdə dinamikasının izlənmək üçün, ümumi dövrə onillik fazalar kimi baxılmışdır. Tədqiqatda, iqlim dəyişmələrinin təsirlərini öyrənmək üçün Ümumdünya Meteorologiya Təşkilatının (ÜMT) norma kimi tövsiyyə etdiyi 1961-1990-cı illərin hava temperaturunun orta aylıq və illik göstəricilər ilə 1991-2023-cü ilin uyğun göstəricilərinin müqayisəli təhlili aparılmışdır [15]. Əldə edilmiş nəticələrin əyani təsvirində istifadə edilən cədvəl, histoqram və qrafiklər Microsoft Exceldə, elektron xəritə isə ArcGIS proqram təminatında tərtib edilmişdir.

Tədqiqatın məqsədi

Lənkəran vilayətində hava temperaturunun zaman-məkan daxilində müasir paylanma xüsusiyyətlərinin və onun 1961-1990-cı illərlə müqayisədə, 1991-2023-cü illərdə dinamikasının müəyyən edilməsi, tədqiqatda qarşıya qoyulan məsələlərdəndir. Bu məqsədlə hava temperaturunun 1961-1990-cı illərdə orta ay, fəsil, illik və ərazi üzrə paylanması araşdırılmışdır. Tövsiyyə edilən baza göstəriciləri ilə müqayisədə hava temperaturunun orta göstəricilərinin 1991-2023-cü illərdə dəyişmələrinə baxılmışdır.

Nəticə və müzakirələr

Lənkəran təbii vilayəti, fiziki-coğrafi mövqeyi, iqlim rejimi və hipsometrik xüsusiyyətlərinə görə ölkənin digər təbii vilayətlərindən fərqlənir [5, s.11]. Bu vilayət, şərq hissəsində Lənkəran ovalığı, qərbində isə Talış dağları fiziki-coğrafi rayonlarından ibarətdir. Lənkəran rayonu Xəzər dənizinin qərb sahillərində yerləşən duzlu dənizsahili düzənliklərdən

və bir qədər qərbdə sıx meşəlik arealdan ibarətdir. Vilayətin qərbinə doğru Talış, Peştəsər və Burovar dağlarının ardıcıl bir-birini əvəz etdiyi Talış dağları rayonu geniş coğrafiyanı əhatə edir [4, s. 5].

Lənkəran vilayətinin dənizsahilində yerləşməsi, havanın yüksək göstəricilərə malik temperatur rejimi və qərbdə yüksək dağ silsilələrinin mövcudluğu burada özünəxas iqlim rejiminin formalaşmasına səbəb olub. Belə ki, Lənkəran ovalığı, alçaq dağlıqda yayı quraq keçən mülayim isti, orta dağlıqda və dağarası çökəkliklərdə yağıntıları təxminən bərabər paylanan mülayim-isti, vilayətin qərbində, Talış dağlarının yüksək dağlıq arealında qışı mülayim, yayı quraq-isti keçən yarımşəhra və quru-çöl, həmin dağ silsiləsinin cənub yüksəkliklər zonasında qışı quraq keçən soyuq iqlim tipləri sadalanan əsas iqliməmələgətirici amillər əsasında formalaşmışdır [1, s.16; 11, s.18]. Lənkəranda, ölkənin digər vilayətlərindən fərqli olaraq, iqlim tiplərinin inversiyasının yaranması, ərazidə yağıntı miqdarının paylanması ilə şərtlənir [2, s.41; 8, s.6]. Beləki, dənizsahili ərazilərdə sürətlə buxarlanma, rütübətli hava kütləsi doyma halında qərbə doğru hərəkət edir və əksər vaxt ortadağlığa doğru yağıntı yağır. Yağıntıdan sora daha quru və ya yüngül hava kütlələri Peştəsər dağ silsiləsinə doğru yüksəlir və yağıntının bir hissəsini burada düşür, sonra daha yüngül hava kütləsi Burovarda kiçik miqdarda yağıntı düşür və daha çox Talış dağlarına rütübətli hava gəlib çatmır. Buna görə də, bu dağ silsiləsində yarımşəhra və quru-çöl iqlimi geniş yayılmışdır [4, s.25; 5, s.17; 8, s.5; 11, s.29].

Lənkəran vilayətinin iqliminə təsir edən əsas hava kütlələri cənub siklonları, mərkəzi Asiya siklonları və brizlərdir. Vilayətin dəniz sahilində yerləşən ərazilərdə hava temperaturu digər ərazilərlə müqayisədə yay və qışda $1-2^{\circ}\text{C}$ daha mülayim olur [6, s.31].

Lənkəran vilayətində havanın aylıq orta temperatur göstəricilərinin paylanması fərqli xüsusiyyətləri ilə seçilir. Vilayətdə yanvar (3.1°C) və fevral (3.7°C) ilin ən soyuq aylarıdır. Bu aylarda hava temperaturunun orta aylıq göstəriciləri orta dağlığın aşağı hissələrindən başlayaraq, mənfi (-1.5°C və -0.7°C , Kəlvəz) göstəricilər alır. Havanın temperaturu martda (6.9°C) bütün stansiyalarda müsbət göstəricilər alır. Vilayət ərazisində apreldən (11.4°C) hava isinməyə başlayır. Hava temperaturunun orta aylıq göstəricisi mayda 16.5°C -i, iyunda 21.3°C -i ötür. İyulda və avqustda bu göstərici 23.6°C təşkil etməklə, ilin ən isti aylarıdır. Lənkəran vilayətində sentyabr (19.4°C) və oktyabrda (14.5°C) hava temperaturu azalmağa başlayır və noyabrda 8.7°C -ə kimi enir. Dekabrda soyuqlar düşür və temperaturun orta aylıq göstəricisi 4.9°C təşkil edir.

Ümumiyyətlə, havanın orta aylıq göstəriciləri dənizsahili düzənliklərdən yüksək dağlığa doğru azalır. Vilayətin orta illik temperaturu 13.1°C təşkil edir. Bu göstəricilər Astaradan Kəlvəz stansiyasına kimi 15.7°C -dən 8.9°C -ə kimi azalır. Temperaturun adiabatik dəyişmələrini nəzərə alsaq, Talış dağlarının yüksək dağlığında bu göstərici (≈ 2500 m) $2-3^{\circ}\text{C}$ olmalıdır. Vilayətin ən yüksək orta illik göstəriciləri Göytəpədə (15.4°C) və Astarada (15.7°C) müşahidə edilir.

Cədvəl 2

Hava temperaturunun aylar üzrə paylanması (1991-2023)

Stansiya	Aylar												İl
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Kəlvəz	-1.5	-0.7	3.4	8.5	12.5	16.5	18.7	18.6	14.7	10.4	4.7	0.8	8.9
Lerik	1.7	2.3	6.0	9.9	14.9	19.3	21.1	21.1	17.0	12.3	6.5	3.9	11.3
Yardımlı	3.0	3.3	6.4	11.1	16.1	20.9	23.0	22.9	18.3	13.4	7.9	4.7	12.6
Göytəpə	4.6	5.3	8.6	13.3	18.5	24.2	27.0	27.2	22.5	16.6	10.4	6.1	15.4
Lənkəran	4.7	5.4	8.4	12.9	18.4	23.4	25.8	25.8	21.8	16.7	10.8	6.4	15.0
Astara	6.2	6.6	8.6	12.9	18.7	23.6	26.1	26.1	22.3	17.4	11.8	7.7	15.7
Vilayət	3.1	3.7	6.9	11.4	16.5	21.3	23.6	23.6	19.4	14.5	8.7	4.9	13.1

Lənkəran vilayətində temperatur rejiminin ekstermal göstəriciləri də fərqli paylanmaya malikdir. Bu regionda temperaturun maksimal göstəricilərinin ən aşağı həddi yanvar (7.2°C) və fevral (7.1°C) aylarında müşahidə olunmuşdur. Vilayət üzrə maksimal orta aylıq temperatur martda 11.4°C , apreldə 15.1°C , mayda 19.5°C təşkil edir. Maksimal orta aylıq temperatur iyundan başlayaraq (24.6°C) ilin ən yüksək həddinə iyul (26.9°C) və avqustda (26.1°C) çatır. Bu göstəricilər sentyabrdan (22.4°C) azalmağa başlayır, oktyabrda 18.6°C , noyabrda 13.2°C və dekabrda 9.1°C -ə enir. Vilayət üzrə temperaturun maksimal orta illik göstəricisi 14.5°C civarındadır. Bu göstəricinin ən yüksək həddi Astarada (16.8°C), ən aşağı həddi Kəlvəzdə (10.1°C) qeydə alınmışdır.

Ayrı-ayrı stansiyalara gəldikdə, hava temperaturunun maksimal orta aylıq göstəricisi yanvarda 8.9°C (1994, Yardımlı), fevralda 9.3°C (2022, Astara), martda 12.4°C (2018, Yardımlı), apreldə 17.0°C (1970, Yardımlı), mayda 21.4°C (2012, Astara), iyunda 26.5°C (2015, Göytəpə), iyulda 29.5°C (2018, Göytəpə), avqustda 29.1°C (2014, Göytəpə), sentyabrda 24.5°C (2017, Göytəpə), oktyabrda 20.5°C (2012, Astara), noyabrda 16.1°C (2023, Astara) və dekabrda 11.1°C (1981, Astara) qeydə alınmış ekstermal göstəricilərdir.

Cədvəl 3

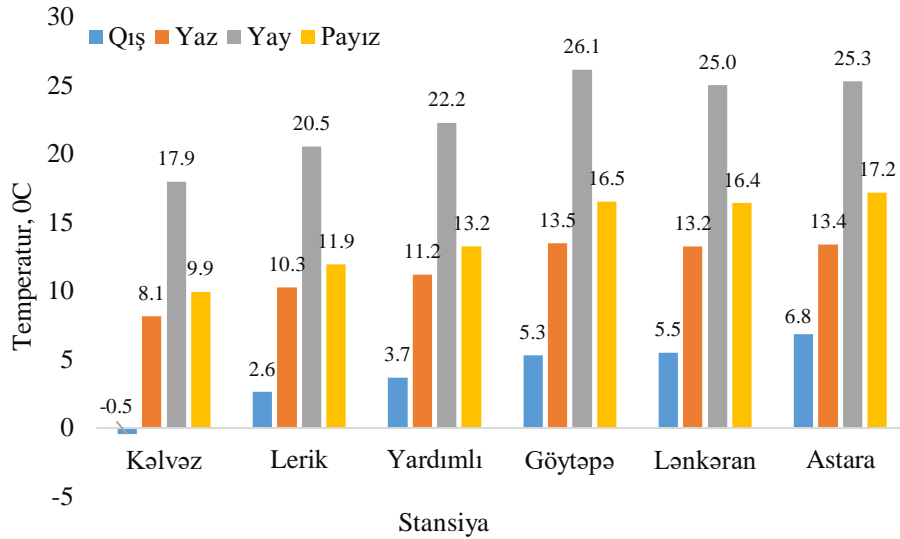
Hava temperaturunun aylar üzrə maksimal və minimal paylanması (1961-2023)

T, °C	Stansiya	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	İl
T_{max}	Kəlvəz	2.5	3.2	8.4	12.1	15.4	19.4	22.6	21.7	16.8	14.1	8.6	4.8	10.1
	Lerik	7.8	5.9	11.3	14.0	17.4	24.6	23.7	24.4	22.1	17.8	13.0	9.3	12.7
	Yardımlı	8.9	7.5	12.4	17.0	19.6	24.7	28.6	26.2	23.1	19.9	13.7	9.1	14.4
	Göytəpə	7.5	8.2	12.3	16.5	21.9	26.5	29.5	29.1	24.5	19.9	13.5	10.0	16.6
	Lənkəran	7.6	8.2	11.8	15.4	21.3	26.0	27.9	27.3	23.8	19.5	14.4	10.0	16.1
	Astara	9.1	9.3	12.1	15.5	21.4	26.3	28.8	27.7	24.0	20.5	16.1	11.1	16.8
	Vilayət	7.2	7.1	11.4	15.1	19.5	24.6	26.9	26.1	22.4	18.6	13.2	9.1	14.5
T_{min}	Kəlvəz	-6.6	-5.9	-2.1	5.9	9.1	14.1	14.7	15.1	12.7	4.7	-0.4	-6.2	7.1
	Lerik	-5.2	-5.0	-0.1	3.2	10.3	13.0	15.3	17.3	12.3	6.2	-0.2	-3.3	8.6
	Yardımlı	-4.8	-3.3	1.3	4.5	12.2	14.3	18.0	19.5	15.6	7.9	3.1	-0.4	10.3
	Göytəpə	-1.7	-2.1	4.6	10.1	13.1	20.2	23.7	24.1	18.7	12.1	4.9	0.6	12.8
	Lənkəran	-1.5	-2.0	4.4	10.1	15.5	19.8	22.9	23.0	18.5	12.2	5.5	1.5	12.6
	Astara	0.0	-0.4	2.4	10.0	15.6	19.7	23.3	23.1	19.0	12.9	6.5	3.2	13.3
	Vilayət	-3.3	-3.1	1.8	7.3	12.6	16.9	19.7	20.3	16.1	9.3	3.2	-0.8	10.8

Lənkəran vilayətində hava temperaturunun minimal orta aylıq göstəriciləri də aylara görə fərqli paylanır. İlin ən aşağı minimal göstəriciləri yanvar (-3.3⁰C) və fevralda (-3.1⁰C) olmaqla, 0⁰C-dən aşağı olmuşdur. Martda vilayətin minimal orta aylıq temperaturu 1.8⁰C orta olsada, orta dağlıqdan yuxarıda mənfi göstərici -2.1⁰C müşahidə edilmişdir. Minimal orta aylıq temperatur apreldən (7.3⁰C), başlayaraq, may (12.6⁰C), iyun (16.9⁰C) və iyulda (19.7⁰C) çatır. Minimal orta aylıq temperatur ən yüksək həddinə avqustda (20.3⁰C) müşahidə olunub. Sentyabrda (16.1⁰C) azalmağa başlayan minimal orta aylıq temperatur, oktyabrda 9.6⁰C, noyabrda 3.2⁰C qeydə alınmışdır. Dekabrda (-0.8⁰C) temperaturun minimal göstəriciləri, yenidən 0⁰C-dən aşağı düşür. Lənkəran vilayətində minimal orta illik temperatur 10.8⁰C təşkil etmişdir, ayrı-ayrı stansiyalarda bu göstəricilər 7.1-13.3⁰C intervalında olmuşdur (Cədvəl 3). Ayrı-ayrı stansiyalara nəzər salsaq, hava temperaturunun minimal orta aylıq göstəricilərinin ən aşağı həddi yanvarda -6.6⁰C (1989, Kəlvəz), fevralda -5.9⁰C (1984, Kəlvəz), martda -2.1⁰C (1985, Kəlvəz), apreldə 3.2⁰C (1979, Lerik), mayda 9.1⁰C (1984, Kəlvəz), iyunda 13.0⁰C (1979, Lerik), iyulda 14.7⁰C (1994, Kəlvəz), avqustda 15.1⁰C (2009, Kəlvəz), sentyabrda 12.7⁰C (1992, Kəlvəz), oktyabrda 4.7⁰C (1987, Kəlvəz), noyabrda -0.4⁰C (2011, Kəlvəz), dekabrda -6.2⁰C (1984, Kəlvəz) müşahidə edilmişdir [6, s.32].

Lənkəran təbii vilayətinin aylıq orta temperaturlarının fərqli xüsusiyyətli olması, bölgədə fəsillik hava temperaturunun orta göstəricilərinin müəyyən edilməsinə maraqlı doğurur. Bölgədə fəsillik orta temperatur göstəriciləri stansiyaların yerləşdiyi hündürlük qurşağına görə dəyişir. İlin ən soyuq fəslisi qışıdır. Hava temperaturunun bu göstəricisi qışda 3.9⁰C təşkil edir və dəniz sahili ovalıqda yerləşən Astaradan orta dağlığın aşağı hissəsində

yerləşən Kəlvəzədək 6.8°C -dən -0.5°C -ə kimi paylanır. Qışda orta dağlıqda hava temperaturu 0°C -dən aşağıdır. Temperaturunun vilayət üzrə orta göstəricisi yazda 11.6°C (13.4°C -dən 8.1°C -ə) və payızda 14.2°C (17.2°C -dən 9.9°C -ə) müəyyən olunmuşdur. Ən isti fəsil olan yayda orta fəsillik temperatur 22.9°C təşkil edir. Burada ən yüksək orta aylıq temperatur 26.1°C olmaqla, ovalığın şimalında dənizdən aralıda yerləşən Göytəpədə müşahidə edilir. Astara stansiyasından Kəlvəzə doğru 25.3°C -dən 17.9°C -ə kimi azalır.



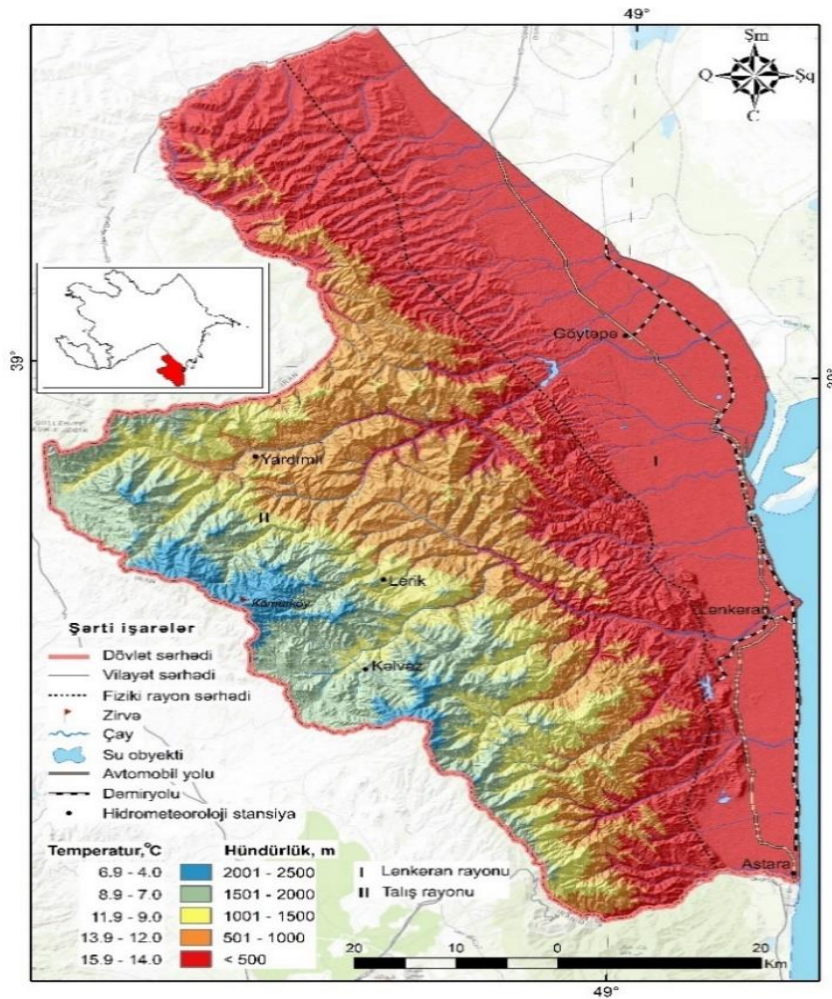
Şəkil 1. Hava temperaturunun fəsillik paylanması (1991-2023)

Vilayətin ən hündür silsiləsi olan Talış dağlarının (Kömürgöy, 2493 m) yüksəklik areallarında payızın sonlarından yazın əvvəllərinə kimi yağıntı bərk halda düşür [4, s.32]. Yanvar, fevral, mart, noyabr və dekabr aylarında 2000-2500 m-lik yüksək dağlıqda hava temperaturunun orta aylıq göstəriciləri 0°C -dən aşağıdır. Orta illik göstəriciləri nəzərə alsaq, dağlıq rayonda iqlim qar xətti sadalanan aylardan başqa digər aylarda mövcud deyil (Şəkil 1). Lənkəran vilayətində stansiyaların ilkin məlumatları əsaslanaraq, orta illik temperatur göstəricilərinin hündürlük qurşaqları üzrə paylanması təyin etmək üçün elektron xəritə tərtib edilmişdir. Xəritə, peyk şəkillərinin (satellite data) deşifrə edilməsindən alınmış DEM (Digital Elevation Model) fayllarının əsasında işlənmişdir.

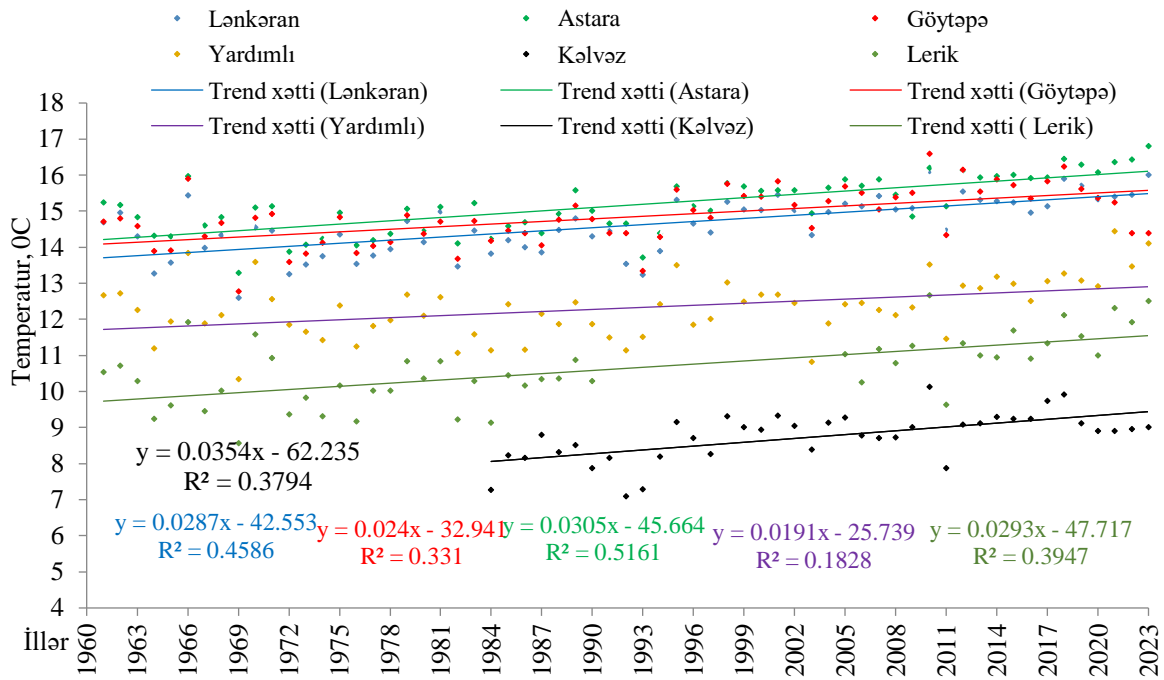
DEM fayllarından istifadə edilmiş 3D xəritəsinin, ərazinin həqiqi kordinant və hündürlüklərini əks etməklə yanaşı, şaquli 30 m, horizontal 10 m sürüşmə ehtimalı ola bilər. GIS texnologiyasının tətbiqi göstərir ki, vilayətin 53.9 %-ni təşkil edən, mütləq hündürlüyü 500 m-dən aşağı olan arealda hava temperaturunun orta illik göstəricisi $14-16^{\circ}\text{C}$ civarındadır. Alçaqdağlığın 501-1000 m arealı ərazinin təxminən 21.0 %-ini əhatə edir və bu arealda temperatur göstəricisi $12-14^{\circ}\text{C}$ intervalındadır. Orta dağlığın aşağı hissəsi sayılan 1001-1500 m-lik arealda ümumi vilayətin 10.1 %-i yerləşir və burada orta illik temperatur $9-12^{\circ}\text{C}$ civarındadır. Orta dağlığın 1501-2000 m arealı, vilayətin 12.0 %-ini təşkil edir və burada orta

illik temperatur göstəricisi 7-9⁰C aralığındadır. Lənkəran vilayətində 2001 m-dən yüksək ərazilər vilayətin 3.0 %-ini əhatə edir və burada orta illik hava temperaturu 4.0⁰C-ə kimi enir. Xəritəyə nəzər salsaq, hava temperaturunun ərazi üzrə paylanması zonallıq qanununa tabe olduğunu görmək olar. Bölgədə yüksəklik kontrastı 2550 m-ə yaxındır (Şəkil 2). Lənkəran vilayəti ölkənin yaşıl landşaftının (meşə, meşə-çöl və s) ən çox yayıldığı ərazilərdəndir [5, s.33].

Tədqiqatda Lənkəran vilayətində havanın orta illik temperaturunun 1961-2023-cü illər dövründə tendensiyasını müəyyən etmək üçün qrafik tərtib edilmişdir. Qrafikə diqqət yetirsək, çoxillik ərzində temperaturun orta illik göstəricilərində ayrı-ayrı illərdə tərəddüdlər olsada, ümumi dövr üzrə bütün stansiyalarda müsbət trendə malik olduğunu görmək olar. Çoxilliklə müqayisədə, 1966, 1995, 2010, 2012, 2014, 2015, 2018, 2019, 2021, 2023-cü illər sıranın ən isti, 1964, 1969, 1972, 1973, 1974, 1976, 1982, 1984, 1992, 1993-cü illər isə ən soyuq keçən 10 illəridir (Şəkil 3). Təhlillər göstərir ki, dövr ərzində müşahidə edilən ən soyuq illərin 90 %-i 1993-cü ildən əvvəldə, isti illərin 70 %-i isə 1993-cü ildən sora baş vermişdir.

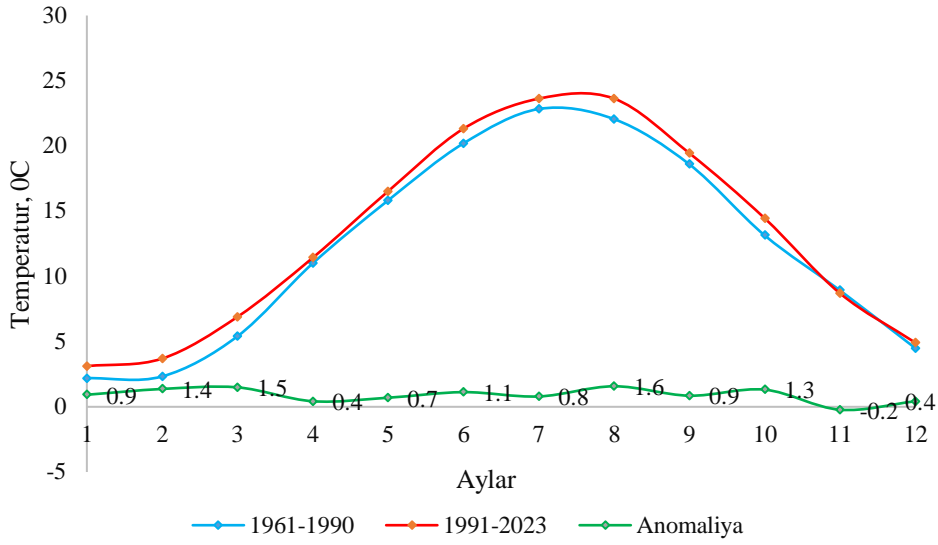


Şəkil 2. Hava temperaturunun orta illik göstəriciləri (1991-2023)



Şəkil 3. Hidrometeoroloji stansiyalarda orta illik hava temperaturunun dinamikası

Zaman keçdikcə öz əhatə dairəsini genişləndirən iqlim dəyişmələrinin Lənkəran vilayətində temperatur rejiminə təsirlərinin müəyyən edilməsi günümüzün aktual məsələlərdən biridir. Bunun üçün 1961-1990-ci illərin hava temperaturunun orta aylıq və illik göstəriciləri ilə 1991-2023-cü illərin müvafiq göstəricilərinin müqayisəli təhlilləri aparılmışdır (Şəkil 4). Təhlillərə əsasən, 1991-2023-cü illərdə Lənkəran vilayətində temperaturun orta aylıq göstəriciləri bütün aylar üzrə artmışdır. Vilayət üzrə temperatur artımının orta illik göstəricisi 0.9°C olmuşdur. Beləki, temperatur artımı yanvar, fevral mart, may, iyun, iyul, avqust, sentyabr və oktyabr aylarında $0.7-1.6^{\circ}\text{C}$, aprel və dekabr aylarında isə temperatur 0.4°C -ə olub. Vilayət üzrə 0°C -dən aşağı temperatur isə noyabr ayında (-0.2°C) müşahidə edilib. (Şəkil 4). Vilayətdə aylar üzrə temperatur artımın maksimal göstəricisi avqust (1.6°C) olmuşdur. Burada ayrı-ayrı stansiyalarda aylıq orta temperaturların daha yüksək göstəricisi Lerikdə (2.4°C , mart) və Kəlvəzdə (2.2°C , mart) qeydə alınmışdır.

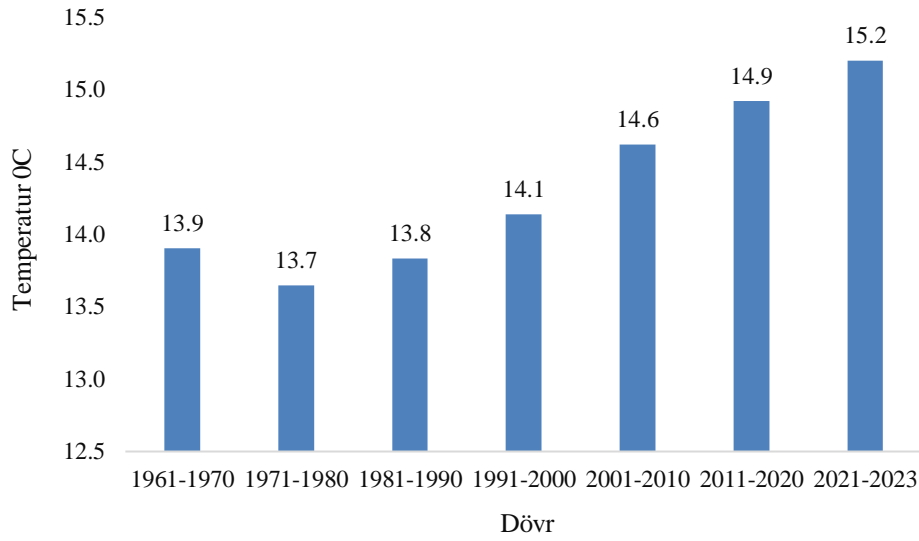


Şəkil 4. Hava temperaturunun 1961-1990-cı illərlə müqayisədə 1991-2023-cü illərdə tərəddüdləri

Regiondakı stansiyaların yerləşməsindən asılı olaraq, onların göstəricilərinin çoxillik tendensiyası da fərqlidir. Lakin, Astara, Lənkəran, Göytəpə və Lerik stansiyalarında 1961-2023-cü illərdə ən soyuq onillik 1971-1980-ci illər, Yardımlıda 1981-1990-cı illər fazasında müşahidə edilmişdir. Dövrün ən soyuq fazası ilə müqayisədə, 2011-2020-ci illərdə hava temperaturunun orta illik göstəricisi Astarada 1.6°C , Lənkəranda 1.4°C , Göytəpədə 1.3°C , Lerikdə 1.1°C , Yardımlıda 1.0°C artmışdır.

Lənkəran təbii vilayətində 1961-2023-cü illər üçün zaman sıraları kəsilməz olan stansiyaların (Lənkəran, Astara, Göytəpə, Yardımlı) orta illik temperaturunun onillik orta göstəricilərinin qrafiki verilmişdir. Vilayətin orta onillik temperaturunun 1961-1970-ci ildən 2011-2020-ci ilə kimi, hər növbəti on ilin, əvvəlki on il ilə müqayisəsi aparılmışdır.

Dövr ərzində daha aşağı hava temperaturu 1971-1980-cı illərdə müşahidə edilmişdir. Təhlillər göstərir ki, hava temperaturunun onillik orta göstəricisi 1971-1980-cı ilə doğru tədricən (0.2°C) azalmış, 1981-1990-cı illərdə 0.1°C , 1991-2000-də 0.3°C , 2001-2010-da 0.5°C , 2011-2020-də 0.3°C artmışdır. Dövrün ən soyuq onilliyi sayılan 1971-1980-ci illərlə müqayisədə, 2021-2023-cü illərin orta temperaturu arasında 1.5°C fərq var. Bu isə son 53 ildə regionda hava temperaturunun sabitləşmədən artdığını göstərir. Qrafikə nəzər salsaq, hava temperaturu 1991-ci ildən etibarən daha da sürətləndiyini görmək olar.



Şəkil 4. Lənkəran vilayətində hava temperaturunun dinamikası

Nəticə

Lənkəran təbii vilayətində 1961-2023-cü illər üzrə hava temperaturunun ilkin məlumatları əsasında yerinə yetirilmiş tədqiqatda aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir:

1. Vilayətdə hava temperaturunun ən aşağı göstəriciləri yanvarda (-3.3°C), ən isti iyul (26.9°C), aynda müşahidə edilir. Hava temperaturunun orta illik amplitudası 20.4°C -ə bərabərdir. Temperaturun ekstermal göstəricilərinin maksimalı Göytəpə və Astara, minimumları ortadağlıqda yerləşən Kəlvəzdə qeydə alınmışdır.

2. Vilayətin mütləq hündürlüyü 500 m-dən aşağı olan arealında (ərazinin 53.9 %) hava temperaturunun orta illik göstəricisi $14-16^{\circ}\text{C}$, 501-1000 m-də (21.0 %) $12-14^{\circ}\text{C}$, 1001-1500 m-də (10.1 %) $9-12^{\circ}\text{C}$, 1501-2000 m-də (12.0 %) $7-9^{\circ}\text{C}$, 2001 m-dən yüksək ərazidə (3.0 %) 4.0°C təşkil edir.

3. 1961-2023-cü illərdə hava temperaturu 1971-1980-ci illərdən artmağa başlamışdır. On illiklər üzrə artım 1991-ci ildən sürətlənmişdir. Temperatur sıralarını Holt-Winters metodu ilə proqnozlaşdırsaq, 2091-2100-cü illərdə 2011-2020-cu illə müqayisədə orta illik temperatur 3.8°C artmış olacaq.

4. Lənkəran vilayətində 1961-1990-cı illər ilə müqayisədə 1991-2023-cü illərdə orta illik temperatur 0.9°C artmışdır. Artım göstəriciləri avqustda (1.6°C) daha yüksək olmuşdur.

Son illərdə Lənkəran vilayətində iqlim dəyişmələrinin təsirləri, hava temperaturunun orta illik göstəricilərinin və buxarlanmanın artması, çaylarda su ehtiyatının azalması, gursululuq dövrünün daha qısa zamanda iri həcmli olması, yeraltı su ehtiyatlarının səviyyəsinin azalması, ekosistemlərin mutasiya etməsi ilə özünü göstərir. Belə dəyişmələr, əhalinin yaşayış keyfiyyətinə, xüsusilə kənd təsərrüfatı, turizmə və insan təhlükəsizliyi aspektlərinə təsir edəcəkdir. Bölgədə şirin sudan səmərəli istifadə, suvarma normaları,

xəbərdarlıq sistemlərinin yenidən işlənilib hazırlanması, mitiqasiya tədbirlərinin və ekoloji marifləndirməni genişləndirilməsi tövsiyə edilir.

Ədəbiyyat

1. Abdullayev, V.R. (2011). Azərbaycanın Xəzərsahili ərazilərində iqlim əmələgətirici amillər // – Bakı: Azərbaycan Coğrafiya Cəmiyyətinin Əsərləri, Cild XVI, 277- 279 s.
2. Allahverdiyev, Z.S. (2017). Xəzər dənizinin çoxillik hidrometeoroloji dəyişkənliyi / Z.S. Allahverdiyev. – Bakı: Ziya,– 152 s.
3. Azərbaycan Respublikası ərazisində hidrometeoroloji şərait və təhlükəli hidrometeoroloji hadisələr, (2001-2017). Azərbaycan Respublikası Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi, Hidrometeorologiya Elmi-Tədqiqat İnstitutu. – Bakı: Ziya, 56 s.
4. Azərbaycan Respublikasının Milli Atlası [Atlas] (2014). / Bakı: Dövlət Torpaq və Xəritəçəkmə Komitəsi, 444 s.
5. Hüseynov, N.Ş, Hüseynov, C.S. (2024). Azərbaycanın iqlimi: havanın temperatur rejimi / Bakı: Optimist, 267 s.
6. Hüseynov, N.Ş. (2011). Sinoptik meteorologiya / N.Ş. Hüseynov. – Bakı: Səda, 316 s.
7. Hüseynov, C.S. (2021). Lənkəran vilayətində iqlim dəyişkənliyinin yağıntı rejiminə təsiri // –Bakı:Su problemləri, Elm və Texnologiyalar, № 1, – s.55-65.
8. İmanov, F.Ə. (2011). Hidrometeorologiyada statistik metodlar / F.Ə.İmanov. – Bakı: MBM, 272 s.
9. Mahmudov, R.N. (2018). Müasir iqlim dəyişmələri və təhlükəli hidrometeoroloji hadisələr / R.N.Mahmudov. –Bakı: Milli Aviasiya Akademiyası, 232 s.
10. Tanrıverdiyev X.K, Xəlilov H.A, Xəlilov M.Y və b. (2015). Azərbaycan Respublikasının Coğrafiyası. Fiziki Coğrafiya [I cild] / Bakı: Avropa, 530 s.
11. Huseynov, N.Sh, Huseynov, J.S. (2022). Distribution of the Contemporary Precipitation Regime and the Impact of Climate Change on it within the Territory of Azerbaijan // Barcelona: Journal of Geography & Natural Disasters, Vol. 12, Is. 4, №:1000254, pp.1-7.
12. Holt, C.C. (1957). Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted averages (O.N.R. Memorandum No. 52. Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh USA. doi.org/10.1016/j.ijforecast.2003.09.015
13. Winters, P.R. (1960). Forecasting sales by exponentially weighted moving averages. Management Science, 6(3), 324–342. doi.org/10.1287/mnsc.6.3.324
14. World Meteorological Organization. (2017). WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals // Geneva, № 1203, Switzerland. 29 p. ISBN 978-92-63-11203-3.
15. Шихлинский, Э.М. (1968). Климат Азербайджана / Баку: изд. Академии Наук Азерб. ССР, 360 с.

CHARACTERISTICS OF THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGES ON AIR TEMPERATURE REGIME IN LANKARAN PROVINCE

Jamal Huseynov

Naila Ismayilova

Vusal Hajizade

Azerbaijan Airlines JSC, Azeraeronavigasia HHI, Baku, Azerbaijan

Ministry of Ecology and Natural Resources, National Hydrometeorological Service, Baku, Azerbaijan

In the article, the influence of climate changes on the air temperature regime and its modern distribution in the Lankaran natural region were studied. Observational data of 6 hydrometeorological stations covering the years 1961-2023 were used in the analysis. Taking into account the increasing effects of time series and climate changes, their modern time-space distribution was determined by statistical, mathematical and cartographic methods. In Lankaran province, it rains heavily in January, February, March, November and December in the highlands. With the help of GIS technology, a modern temperature distribution map of the province was drawn up. Here, the average annual temperature decreases from 16⁰C to 4⁰C from the coastal plains to the upper parts of the central highlands. A comparative analysis of the average monthly and annual air temperature indicators of Lankaran province in 1961-1990 with 1991-2023 shows that an increase of 0.9⁰C has occurred in the region. The study of the effects of climate changes on the decadal averages of air temperature in 1991-2023 showed that warming has accelerated in the province since 1991. Due to its location on the sea coast, climate changes in the region are slower than in other regions of the country. The increase of this problem, water scarcity, desertification, drought, etc. It is expected to bring with it ecological crisis and destructive natural phenomena. The results of the time-space distribution of air temperature are recommended to be used in future mitigation and adaptation measures, climate atlases, infrastructure, agricultural and industrial projects in Lankaran province.

Keywords: average annual temperature, global warming, climate norm, temperature fluctuation, DEM, ArcGIS

ХАРАКТЕРИСТИКА ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ВОЗДУХА В ЛЕНКЯРАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Джамал Гусейнов

Наиля Исмаилова

Вусал Гаджизаде

АО «Азербайджанские авиалинии», azeraeronavigasia ННІ, Баку, Азербайджан

Министерство экологии и природных ресурсов, национальная гидрометеорологическая служба, Баку, Азербайджан

В статье изучено влияние изменений климата на температурный режим воздуха и его современное распространение в Ленкяранском природном регионе. В анализе использованы данные наблюдений 6 гидрометеорологических станций за 1961-2023 годы. Учитывая возрастающее влияние временных рядов и изменений климата, их современное пространственно-временное распределение определялось статистическими, математическими и картографическими методами. В Ленкяранском велаяте в высокогорьях в январе, феврале, марте, ноябре и декабре идут сильные дожди. С помощью ГИС-технологий составлена современная карта распределения температуры провинции. Здесь среднегодовая температура снижается от 16⁰C до 4⁰C от прибрежных равнин к верхним частям центрального нагорья.

Сравнительный анализ среднемесячных и годовых показателей температуры воздуха Лянкяранского веляята в 1961-1990 гг. с 1991-2023 гг. показывает, что в регионе произошло повышение на $0,9^{\circ}\text{C}$. Исследование влияния изменений климата на среднедекадные температуры воздуха в 1991-2023 годах показало, что потепление ускорилось в крае с 1991 года. Благодаря расположению на морском побережье климатические изменения в регионе происходят медленнее, чем в других регионах страны. Увеличение этой проблемы, дефицит воды, опустынивание, засуха и т.д. Ожидается, что оно повлечет за собой экологический кризис и разрушительные природные явления. Результаты пространственно-временного распределения температуры воздуха рекомендуется использовать в будущих мерах по смягчению и адаптации, климатических атласах, инфраструктурных, сельскохозяйственных и промышленных проектах в Лянкяранском веляяте.

Ключевые слова: среднегодовая температура, глобальное потепление, климатическая норма, колебания температуры, ЦМР, ArcGIS

Daxil oldu: 14.10.2024

Çap edildi: 27.12.2024

CƏNUB-ŞƏRQİ AZƏRBAYCAN ÇAYLARININ HİDROLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ ONLARI YARADAN AMİLLƏR

Ziyafət Ağayev

Sənan Əzizov

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Akademik Həsən Əliyev adına Coğrafiya İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

Lənkəran Dövlət Universiteti, Lənkəran, Azərbaycan

e-mail: kreativagayev@gmail.com

e-mail: senan.ezizov.1958@mail.ru

DOI: 10.30546/2960-1975.2024.2.32

Xülasə: Qlobal iqlim dəyişmələrinin regional təzahürləri bütün Azərbaycan ərazisində olduğu kimi Respublikamızın cənub-şərq hissəsindən də yan keçməmişdir. Bu səbəbdən orta illik temperaturun yüksəlməsi, yağıntıların düşmə kəmiyyətinin azalması və il boyu onun paylanma qanunauyğunluğunun dəyişməsi ərazinin yerüstü su ehtiyatlarının kəmiyyət və keyfiyyəti ilə yanaşı çayların hidroloji rejim xüsusiyyətlərinə ciddi təsir göstərmiş, çaylarda sululuğunun xeyli azalması ilə nəticələnmişdir. Bu proseslər gələcəkdə əhalinin içməli su təminatı ilə bağlı risklərini əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Belə bir şəraitdə hər bir ərazinin çox vacib şirin su ehtiyatları hövzəsini təşkil edən çayların hidroloji xüsusiyyətləri və onlara təsir göstərən amillərin tədqiqi çox vacib şərtdir. Məqalədə Azərbaycan Respublikasının cənub-şərq hissəsində axan çaylar, onların morfometrik göstəriciləri, qida mənbələri, ərazi çaylarının qida rejimi, onların axım rejimi, çayların axımının ərazi üzrə və il ərzində paylanma xüsusiyyətlərinə görə fərqli cəhətləri, orta illik axımının hesablanma üsulları, onların formalaşmasına təsir göstərən amillər və ərazi çayları üzrə illik axımın variasiya əmsalının hövzənin orta hündürlüyündən asılılıq əlaqələri qismən təhlil edilmişdir.

Açar sözlər: axım rejimi, qida rejimi, variasiya əmsalı, qida mənbələri, rejim xüsusiyyətləri, axım modulu

Giriş

Müasir dövrdə dünyada həllini gözləyən ən aktual problemlərdən biri iqlim dəyişmələri, digəri isə getdikcə sürətlə artan əhalinin su təminatı problemi. Qlobal iqlim dəyişmələrinin regional təzahürləri və əhalinin su təminatı problemi ayrı-ayrı ölkələr üçün müxtəlif xarakter daşısa da Azərbaycan Respublikası üçün hər iki problem olduqca aktualdır. Bir-biri ilə bağlı olan bu problemlərin kəskinləşməsi, qlobal istiləşmə nəticəsində su ehtiyatlarının azalmasına, əhalinin ərzaq təminatına, regionların ekoloji təhlükəsizliyinə və təhlükəli hidrometeoroloji proseslərin artmasına birbaşa təsir göstərir. Hazırda su problemi ölkəmizin dayanıqlı inkişafının həlledici amillərindən birinə çevrilmişdir. Su mənbələrindən, başlıca olaraq çaylardan geriye qaytarılmadan götürülən suyun miqdarının getdikcə artması bütün ölkə ərazisində, o cümlədən, Cənub-şərqi Azərbaycanda yerləşən daxili su ehtiyatlarının kəmiyyət və keyfiyyəti ilə bilavasitə əlaqədar olduğundan istər çayların rejiminə və sularının keyfiyyətinə, istərsə də, digər su hövzələrində ciddi dəyişmələrə səbəb olmaqla onların təbii qanunauyğunluqları pozulmuşdur.

Belə bir məhdud su ehtiyatları şəraitində, yeni iqtisadi çağırışlar nəzərə alınmaqla ölkəmizin, o cümlədən Cənub-şərqi Azərbaycan təbii ərazisində su ilə bağlı mövcüd problemləri nəzərə alaraq, su ehtiyatlarının artırılması, istehlakçıların içməli su ilə təchizatının yaxşılaşdırılması təmin edilməlidir. Bu məqsədlə Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 27 iyul 2020-ci il tarixli 2178 nömrəli sərəncamı ilə “Su ehtiyatlarından səmərəli istifadənin təmin edilməsinə dair 2020-2022-ci illər üçün Tədbirlər planı” təsdiq edilmiş, əhalinin və iqtisadiyyatın bütün sahələrinin tələb olunan səviyyədə beynəlxalq standartlara uyğun keyfiyyətli su ilə təmin edilməsi əsas vəzifə kimi qarşıya qoyulmuşdur.

Təhlil və müzakirə

Azərbaycan Respublikasının cənub-şərq hissəsində Alp qırışıqlıq zonasının Talış dağlıq və dağətəyi düzənliklərində yerləşən, qərbdən şərqə doğru maksimum 96 km, şimaldan cənuba doğru isə 125 km uzanan və respublikamızın ümumi sahəsinin 7,2%-ni təşkil edən bu ərazinin 55%-i dağlıq hissədən, qalan hissəsi isə dağətəyi düzənlik və ovalıqdan ibarət olub cənubdan şimala doğru getdikcə genişlənir. Qeyd etmək lazımdır ki, bu ərazidə axan çayların istiqaməti və onların hidroqrafik şəbəkəsinin xüsusiyyətləri Talış dağlarının yerləşmə istiqamətindən asılıdır. Respublikamızın digər regionlarından fərqli olaraq bu ərazidə çay şəbəkəsi çox sıx inkişaf etmişdir. Belə ki, Azərbaycan Respublikasında çay şəbəkəsinin orta sıxlığı $0,39 \text{ km/km}^2$ olduğu halda, Cənub-şərqi Azərbaycan ərazisində bu rəqəm ən yüksək olub $0,84 \text{ km/km}^2$ -ə bərabərdir.

Cənub-şərqi Azərbaycan ərazisində axan çaylar birbaşa Xəzər dənizinə axan çaylar qrupuna aid olub onların ümumi sayı 2056-yə bərabərdir. Burada yerləşən çayların əksəriyyəti, təqribən 1980-dən artıq çay əsas çayların qolları olub, uzunluqları 10 km-dən aşağıdır. Ərazidə 64 çayın uzunluğu 11 km-dən 50-km-ə qədər, 1 çay 51-100 km, 2 çayın uzunluğu isə 101-200 km arasında dəyişir. Aşağıda ərazinin əsas çaylarının bir sıra morfometrik göstəriciləri verilmişdir (cədvəl 1).

Azərbaycanın cənub-şərq hissəsində axan əsas çayların morfometrik göstəriciləri

Cədvəl 1

Nö	Çayın adı	Yerləşdiyi rayon	L, km	F, km ²	Mənbəyi H. m-lə	Mənsəbi	Əsas qida mənbəyi
1.	Alarçay	Masallı, Yardımlı		40,4	Burovar. 2090	Viləşçay	Yağış suları
2.	Alaşaçay	Lerik	16	91	Talış sil.1260m	Lənkəran çay	Yağış, y/altı s.
3.	Avroraçay	Lənkəran			Talış sil.	Xəzər	Yağış suları
4.	Astaraçay	Astara	36	242	Talış s., Şəndan qalası, 1500m.	Xəzər	Yağış, y/altı s.
5.	Bəşəriçay	Lənkəran	38	171	Talış,1800m.	Lənkərançay	Yağış, y/altı s.
6.	Boladıçay	Masallı, Lənkəran	36	270	Burovar s. 860 m	Xəzər	Yağış, y/altı s.

7.	Bolqarçay	Bilasuvur	168	2170	Talış s.1080m	Xəzər, Mahmudçala bat.	Yağış suları
8.	Boradığaçay	Masallı	21	118	Burovar s.520 m	Boladıçay	Yağış suları
9.	Viləşçay	Yardımlı, Masallı	115	935	Talış,.1880m.	Qızılağac körfəzi	Yağış, y/altı s.
10.	Viravulçay	Lənkəran			700 m	Xəzərsahili bataq	Yağış suları
11.	Qarayarçay	Cəlilabad	36	72	Burovar s. 500m	bataqlıq	Yağış suları
12.	Qarbalacaçay	Cəlilabad	27	42	Burovar	Bataqlıq cəng	Yağış suları
13.	Konjovüçay	Lerik			Talış s.	Lənkərançay	Yağış, y/altı s.
14.	Kürəkçay	Yardımlı		9,98	1810m	Viləşçay	Yağış, y/altı s.
15.	Palikeşçay	Astara		39	Talış s.1100 m	Astaraçay	Yağış, y/altı s.
16.	İncəçay	Cəlilabad	48	200	Burovar,600m	bataqlıq	Yağış suları
17.	İstisuçay	Astara	17	69	Talış s. Şandan qalası, 1500 m	Astaraçay	Yağış, y/altı s.
18.	Gəncəbərüçay	Lerik	49	282	Talışs.Kömür-göy d.2000 m.	Lənkərançay	Yağış suları
19.	Göytəpəçay	Cəlilabad	50	326	Burovar s. 800 m.	bataqlıq	Yağış, y/altı s.
20.	Girdəniçay	Lənkəran	17	53	Burovar	Xəzər	Yağış suları
21.	Lamarçay	Lerik, Lənkəran			Talış	Lənkərançay	Yağış, y/altı s.
22.	Ləkərçay	Lerik və Lənkəran	84	98	Talış s.2000 m.	Lənkəran çay	Yağış, y/altı s.
23.	Lənkərançay	Lerik və Lənkəran	81	1080	Talış,Gömür-göy s., 2494m.	Xəzər	Yağış,y/a, qar
24.	Matalaçay	Yardımlı, Masallı	27	83	Burovar s. 820m.	Viləşçay	Yağış, y/altı s.
25.	Südəşərüçay	Lənkəran	29	83	Burovar s. 700m.	bataqlıq	Yağış, y/altı s.
26.	Təngərüdçay	Astara	36	239	Talış s. 1817m	Xəzər	Yağış, y/altı s.
27.	Həmşirəçay	Cəlilabad	33	108	Burovar. 712m	bataqlıq	Yağış suları
28.	Həmraçaçay	Cəlilabad	28	63	Burovar s. 100m	bataqlıq	Yağış suları

29.	Mişarçay	Cəlilabad	33	108	Burovar s. 600m	bataqlıq	Yağış suları
30	Xanbulançay	Lənkəran	16	42,6	Talış s.	Xanbulan su anb.	Yağış,y/altı s.
31	Şınapadərə	Masallı	23	24,4	250m	Viləşçay	Yağış suları
32	Şaratükçay	Yardımlı və Lerik	35	103	Talış s.2000m.	Viləşçay	Yağış,qar,y/alt

Cədvəldən görüldüyü kimi ərazidə yerləşən çayların əksəriyyəti öz sularını Xəzərə çatdırıb bataqlıqlarda dağılırlar.

Adətən çayların qidalanma şəraiti və axımın əmələgəlmə prosesi sutoplayıcı sahənin yüksəkliyi ilə müəyyən edilir. Belə ki, çay hövzəsinin yüksəklik amplitudu nəqədər çox olarsa, iqlimin və axımın il ərzində paylanması bir o qədər müxtəlif olar. Başqa ərazilərdən fərqli olaraq cənub-şərqi Azərbaycan ərazisinin fiziki-coğrafi xüsusiyyəti ərazidə çay axımı ilə onun sutoplayıcısının orta yüksəkliyi arasında əks qanunauyğunluğun alınmasına səbəb olmuşdur.

Çayların axım rejimi müxtəlif iqlim və döşəmə səth amillərinin təsiri altında formalaşır. İqlim amilləri arasında atmosfer yağıntılarını, buxarlanmanı, havanın temperaturu və onların ilin mövsümləri üzrə paylanma xarakteri əhəmiyyətli rol oynayır. Bu amillər hidroloji fazanın sululuğunu, davamiyyətini və zaman sərhədlərini müəyyən edir. Cənub-şərqi Azərbaycanda axan çayların axımına qlobal iqlim dəyişmələrinin regional təzahürləri ilə yanaşı bir sıra amillər təsir edir ki, onların içərisində əsas yeri atmosfer yağıntıları, havanın temperaturu və rütübətliliyi tutur.

S.H.Rüstəmov Cənub-şərqi Azərbaycan ərazisində yerləşən çayları qida mənbələri və su rejimi xüsusiyyətlərinə görə yeraltı suların iştirakı ilə, başlıca olaraq yağış sularından qidalanan çaylar qrupuna daxil etmişdir [3].

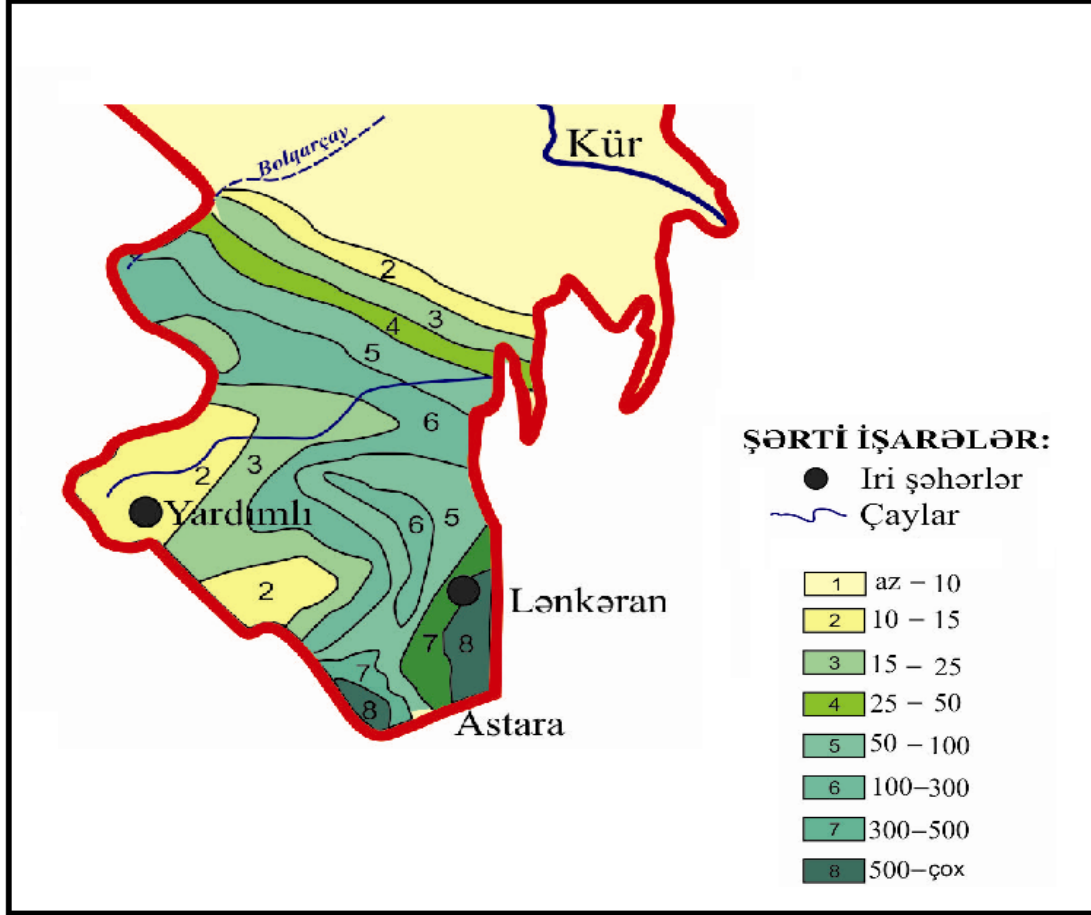
M.İ.Lvoviçin təsnifatına görə də ərazi çayları başlıca olaraq yağış suları ilə qidalanan çaylar qrupuna aiddirlər [4].

Cənub-şərqi Azərbaycan çaylarının qidasının 55-75%-ni yağış suları, 21-40%-i yeraltı sular, 4-13%-i isə qar suları təşkil edir. Bu qida mənbələrinin nisbəti ildən-ilə və hövzənin yüksəklik qurşaqlarına görə dəyişilir [5].

Respublikada ən çox yağıntı tədqiq olunan ərazinin cənub-şərqi hissəsində Lənkəran ovalıq ön dağ silsilələrinə (1700mm) düşür. Ərazinin daxilində yağıntının miqdarı getdikcə azalır və Talış dağları silsiləsindən axan çayların mənbə hissəsinə Azərbaycanın yarım səhra və çöl rayonlarına yağın qədər yağıntı düşür (300-500mm). Nəticədə burada çay axımı ilə ərazinin orta yüksəkliyi arasında bir-birinə əks olan iki əlaqə yaranır. Belə ki, Burovar və Peştəsər silsilələrindən axan çayların mənsəbindən mənbəyinə doğru hər 100 m-də orta hesabla axım 30 mm artdığı halda Talış silsiləsindən axan çayların mənsəbindən mənbəyinə doğru hər 100 m yüksəklik artdıqca axımın 75 mm azalması müşahidə olunur. Digər tərəfdən

müəyyən edilmişdir ki, ərazidə payız aylarında və martda axım kəmiyyəti hündürlüyə görə azalır. Qalan aylarda isə axım, əksinə hündürlüyə görə artır.

Lənkəran çaylarının illik yeraltı axımı, mm-lə



Şəkil 1

Eyni zamanda Azərbaycan Respublikasının cənub-şərq hissəsində yağıntıların il ərzində paylanması da qeyri bərabərlik özünü çox aydın şəkildə göstərir ki, bu da çayların qidalanma rejimi və axım kəmiyyətinin ilboyu paylanmasında öz əksini tapır. Belə ki, ərazi çaylarının qidasının 70-90%-ni ilin soyuq dövründə düşən yağış suları və qismən yeraltı sular təşkil edir. Yeraltı sulardan qidalanma Talış dağları silsiləsindən başlayan çaylarda 20-25%, Peştəsər və Burovar silsiləsindən axan çaylarda isə bu rəqəm 10-15%-i keçmir (şəkil 1).

Talış silsiləsindən axan çaylarda qar suları hesabına qidalanma (Viləşçay, Lənkərançay və Vəşəru çayları) cəmi 3-6% olmaqla, demək olar ki, digər çayların qidalanmasında iştirak etmir, ya da ki, çox cüzidir. Bölgənin bütün bu xüsusiyyətləri özünü rayonun çay axımı rejimində əks etdirir və yayda çayların bir çoxu quruyurlar. Ərazi çayları axımının il ərzində paylanmasına görə iki fazaya bölünür:

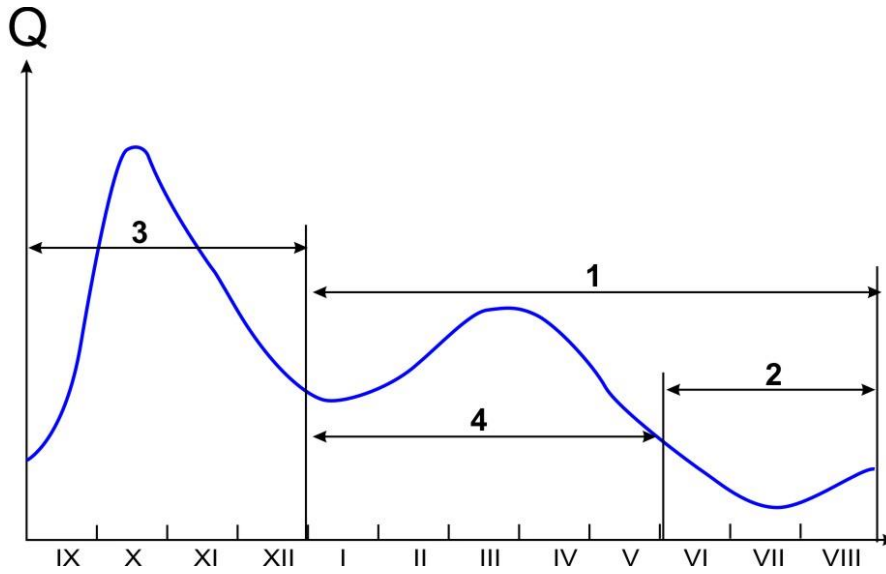
1) Çoxsulu və ya daşqın fazası- oktyabr ayından may ayına qədərki dövrü əhatə edir. Bu dövrdə ərazinin ümumi çay axımı illik axımın 70-75%-ni təşkil edir.

2) Az sulu fazası – apreldən sentyabra qədərki dövrü əhatə edir.

Göründüyü kimi Respublikanın digər ərazi çaylarından fərqli olaraq, Cənub-şərqi Azərbaycan çaylarında çoxsulu mövsüm payızda başlayır və ərazi çayları üçün dövrlərin və fəsilələrin sərhədləri aşağıdakı kimi qəbul edilmişdir [2].

1. Məhdudlandırıcı dövr – yanvar-avqust (qış, yaz, yay)
2. Məhdudlandırıcı mövsüm – iyun-avqust (yay)
3. Məhdudlandırmayan dövr – sentyabr-dekabr (payız)
4. Məhdudlandırmayan mövsüm – yanvar-may (qış, yaz)

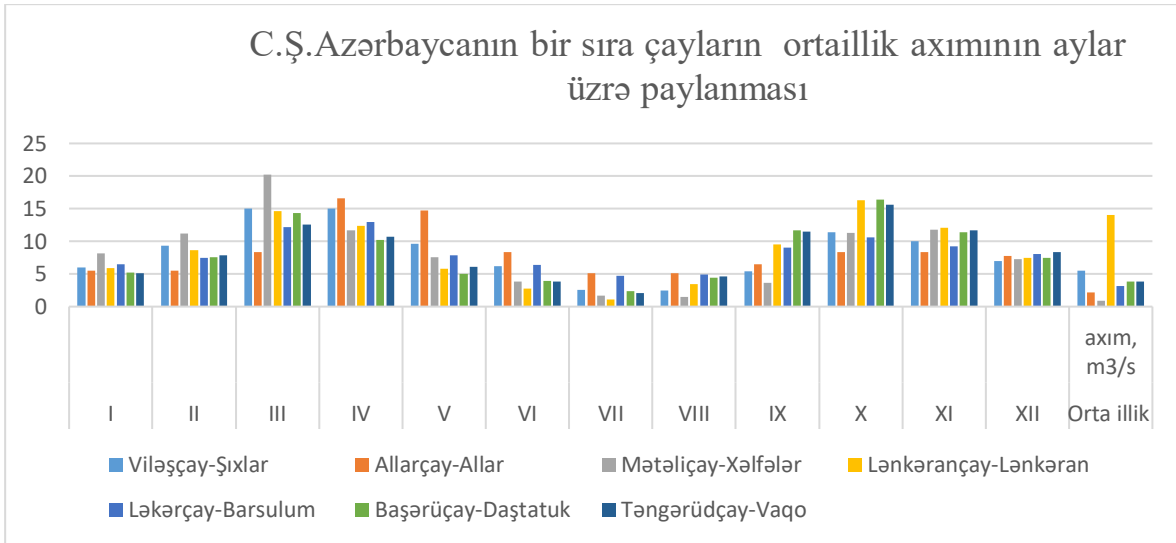
Aşağıdakı şəkildə müxtəlif sululuqlu dövr və mövsümlərin sxemi göstərilmişdir.



Şəkil 2. Axımın mövsüm və dövrlər üzrə paylanma sxemi

Çay sularından müxtəlif məqsədlər üçün istifadə zamanı bunlar nəzərə alınır. Lakin ərazi çaylarının müxtəlif illər üzrə təhlili zamanı müəyyən olunmuşdur ki, çoxsulu illərdə çaylarda soyuq dövrün nisbi axımı az, əksinə azsulu illərdə isə çox olduğu halda, isti dövrün axımı üçün əks hadisə səciyyəvidir.

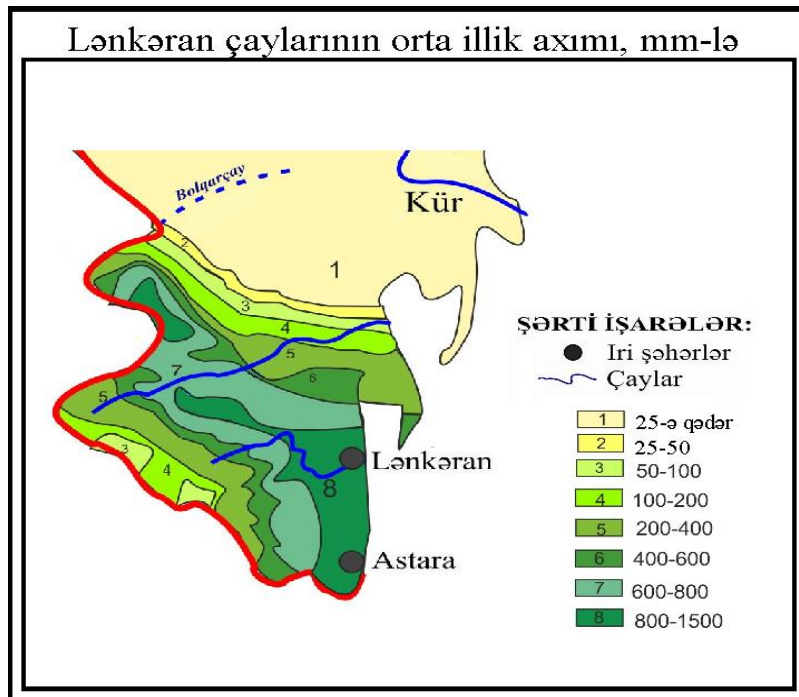
Axımın ilboyu, aylar üzrə paylanmasında bunu daha aydın görə bilərik.



Şəkil 3

Şəkil 3-də göründüyü kimi çaylar yaz və payız aylarında daha bol sulu olurlar.

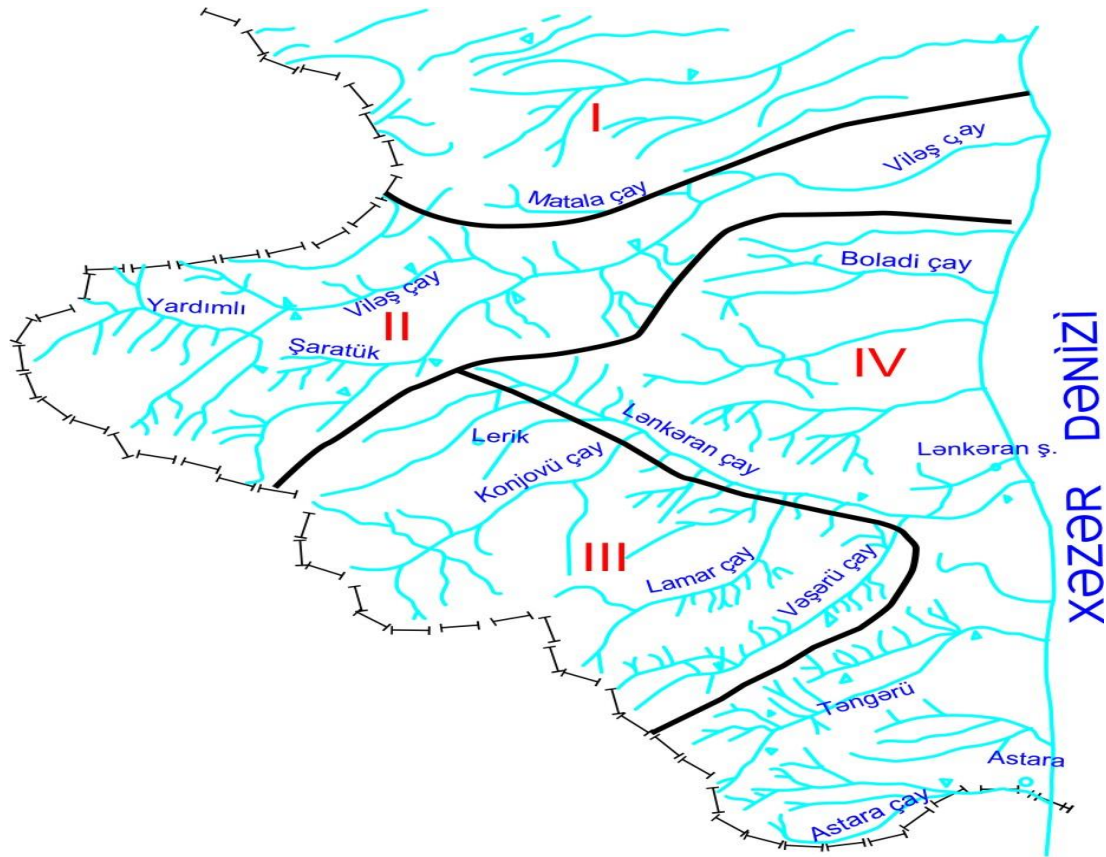
Azərbaycan ərazisində axımın ərazi üzrə paylanmasında iki qanunauyğunluq özünü göstərir. Bir tərəfdən axım yüksəklik artdıqca çoxalır, digər tərəfdən Şimal-qərbdən cənub-şərqə doğru bu kəmiyyət azalır. Bu üfüqi və şaquli zonallığın bir-biri ilə uyğunlaşmasının nəticəsidir. Lakin Azərbaycan Respublikasının cənub-şərq hissəsi ümumi şaquli zonallıq qanunauyğunluğunda müstəsna təşkil etdiyindən Talış dağlarından axan çaylar bu qanunauyğunluğa tabe olmur və daha mürəkkəb xarakter daşıyır. Burada minimum axım dağlıq sahənin yüksək hissəsində, maksimum axım isə dənizkənarı ovalıq sahədə müşahidə olunur. Bu yağıntılardan paylanma xüsusiyyəti və ərazinin orografik şəraiti ilə əlaqədardır [1].



Şəkil 4

Ərazi üçün dağ çaylarının orta illik axımını hesablamaq üçün ən geniş istifadə olunan üsül birçins hidroloji rayon üçün qurulmuş empirik əlaqələrdir. Bu əlaqələr arasında axım modulunun hövzənin orta hündürlüyündən asılılığı xüsusi yer tutur. Belə ki, yüksəklik artdıqca Talış dağ silsiləsindən axan çayların axım modulu 2 l/san-yə qədər azaldığı halda, Peştəsər və Burovar silsiləsindən axan çaylarda isə əksinə, yükəklik artdıqca 0,5 l/san-dən 8-10 l/san-yə qədər artır.

Cənub – şərq Azərbaycan çaylarında illik axımın formalaşma xüsusiyyətlərinin təhlili nəticəsində ərazi 4 hidroloji rayona bölünmüş və onların hər biri üçün illik axım modulu ilə hövzənin orta hündürlüyü arasında əlaqə təhlil edilmişdir [1].

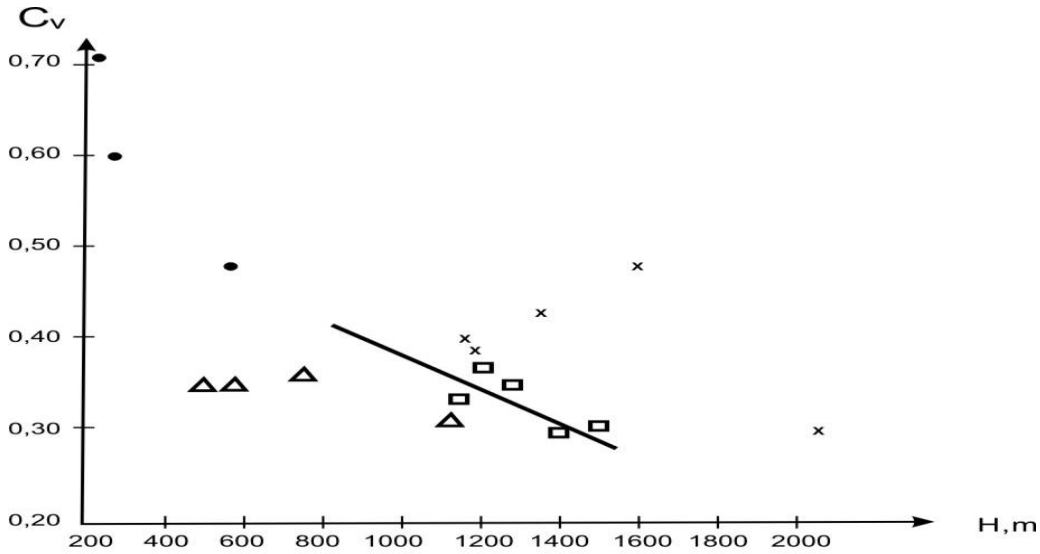


Şəkil 5. Cənub-şərqi Azərbaycanın hidroloji rayonlaşması xəritə-sxemi

Nəticədə müəyyən edilmişdir ki, II, III və IV hidroloji rayonlarda axım modulu hündürlükdən asılı olaraq azaldığı halda, I hidroloji rayonda əksinə, hündürlük artdıqca axım modulunun da artması müşahidə olunur. Eyni zamanda Cənub-şərqi Azərbaycan ərazisində axım modulu şimaldan cənuba və qərbdən şərqə doğru artır. Axımın maksimum kəmiyyəti (25 l/san.km²-dən çox) ərazinin mərkəzi hissəsində Təngərud və Astara çayları hövzələrində, minimal kəmiyyəti isə (0,5-0,8/l/san. km²) ərazinin Viləş çayından şimaldakı hissəsində, həmçinin Lənkəran və Viləş çaylarının mənbələrində müşahidə olunur. Ərazinin şimal hissəsində Bolqarçay və Həmşəriçay hövzələrində axım modulu ən aşağı həddə çatır (0,5 l/san) [3].

Çayların illik axım kəmiyyətinin çoxillik dövr ərzində dəyişmə dərəcəsini müəyyən etmək üçün variasiya əmsalından (C_v) geniş istifadə olunur: $C_v = \sqrt{\frac{\varepsilon(R-1)^2}{n-1}}$

Variasiya əmsalının qiyməti ərazi çaylarının sutoplayıcı sahəsinin orta yüksəkliyindən asılı olaraq dəyişdiyindən Talış dağlarından axan çaylarda sutoplayıcı sahənin yüksəkliyinin artması ilə əvvəlcə variasiya əmsalı azalır (800 m-ə qədər), sonra isə artmağa başlayır. Xüsusən dağlıq ərazidə variasiya əmsalının qiymətinin bu formada artması bu region üçün xarakterik olan xüsusiyyətdir (Şəkil 6) [1].



Şəkil 6. Ərazi üzrə illik axımın variasiya əmsalının hövzənin orta hündürlüyündən asılılığı

- I rayon
- △ III rayon
- x II rayon
- IV rayon

Şəkil 6-dən görüldüyü kimi variasiya əmsalının ən böyük qiymətləri I hidroloji rayon çayları üçün səciyyəvidir. Ən kiçik qiymətlər isə IV rayonda müşahidə olunur.

Azərbaycan Respublikasının cənub-şərq hissəsinin orografik və iqlim şəraitindən asılı olaraq çayları əsasən yağış sularından qidalandığından yağışdan daşqın əmələgətirmə rejiminə malik olub ən güclü daşqınlar oktyabr-mart, aprel aylarında müşahidə olunur. Bu zaman illik axımın 70-75%-i keçir. İntensiv suvarma tələb olunan yaz-yay dövründə çaylarda suyun səviyyəsi çox düşür. Uzun yay quraqlıq dövründən sonra bəzən ilkin yağın güclü yağışlar sel hadisələri ilə müşayiət olunur.

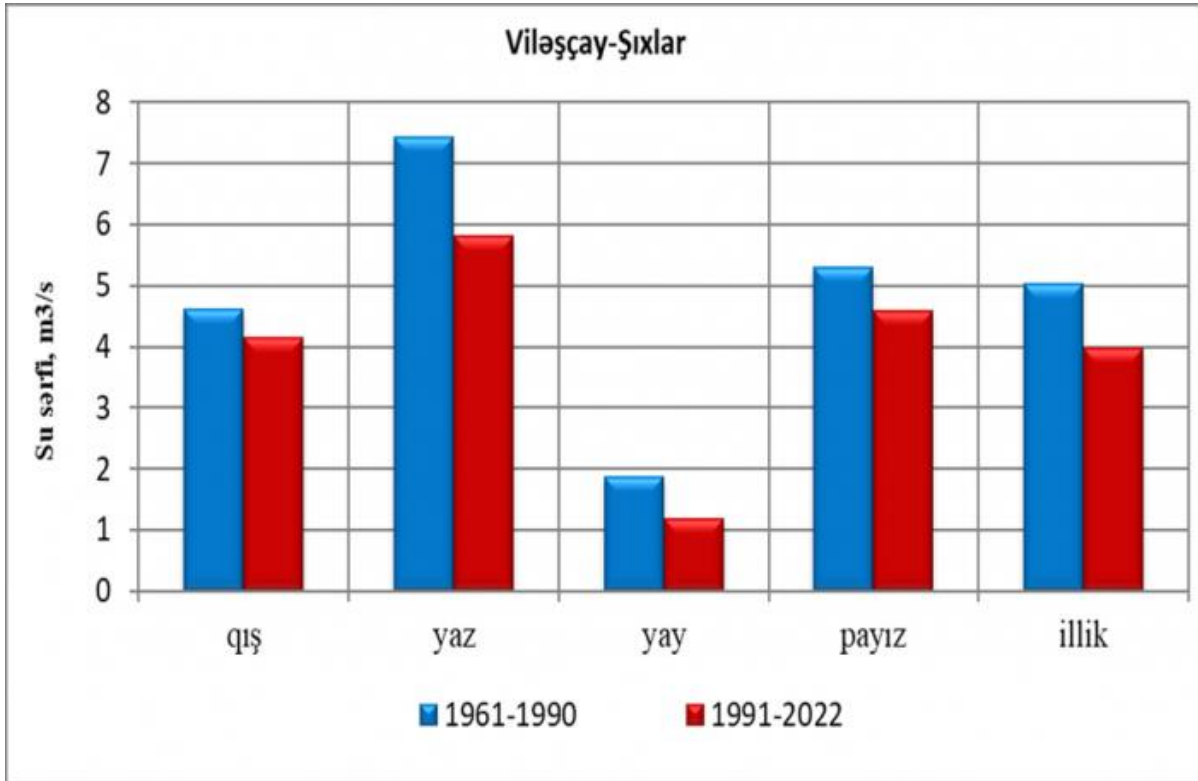
Son 60 il ərzində Cənub-şərqi Azərbaycan ərazisində iqlim dəyişmələrin regional təzahurlərinin təsiri nəticəsində ciddi dəyişmələr baş vermişdir. Belə ki, bu dövr (1961-2021) ərzində yağıntıların illik miqdarının orta hesabla 68,7 mm azalması, orta illik temperaturun isə əksinə, 0,5°C artması nəticəsində ərazi çaylarının orta illik və təbii axım kəmiyyətləri hiss olunacaq dərəcədə aşağı düşmüşdür.

Qeyd etmək lazımdır ki, ərazi çaylarının təbii axım rejiminə və orta illik axım kəmiyyətinə, antropogen amillər, hövzənin sahəsi, orta hündürlüyü də əhəmiyyətli dərəcədə

təsir göstərir. Cənub-şərqi Azərbaycan çaylarının təbii axım kəmiyyətinə ən güclü təsir göstərən antropogen amil suvarmadır. Bu səbəbdən çayların təbii rejimi, xüsusilə yay-payız dövründə ciddi surətdə pozulur.

Müasir dövrdə antropogen amillərin təsiri yalnız aşağı axarlarda deyil, orta dağlıq zonada da ciddi hiss olunur. Xüsusilə suvarma məqsədilə və əhalinin digər müxtəlif su təchizatında tək-cə çay sularından deyil, həm də yeraltı sularından istifadə edildiyindən çay axımı ciddi surətdə azalmışdır (şəkil 7). Şəkildən görüldüyü kimi ərazi çaylarının illik axımının antropogen azalması 1961-ci ildən başlamışdır. 1961-2022-ci illərdə çay axımının orta illik antropogen azalması orta hesabla ərazi çaylarının axım normasının 20%-25%-ni, bəzi illərdə isə 30%-ni keçir [1].

Viləşçayda (Şıxlar məntəqəsi) 1991-2022-ci illərdə axım kəmiyyətinin 1961-1990-cı illərlə müqayisədə dəyişmə dinamikası



Şəkil 7

Nəticə

Tədqiqat nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, ərazisinin 55%-i dağlıq hissədən ibarət olan cənub-şərqi Azərbaycanın dağlıq və düzənlik ərazilərindən axan çayların istiqaməti və hidroqrafik şəbəkənin xüsusiyyətləri Talış dağlarının yerləşmə istiqamətindən asılıdır .

Respublikamızın digər regionlarından fərqli olaraq bu ərazidə çay şəbəkəsi çox sıx inkişaf etmiş və əksəriyyəti qısa olan çayların orta sıxlığı ən yüksək olub 0,84 km/km² -ə bərabərdir.

Cənub-şərqi Azərbaycan çaylarında axım kəmiyyəti ərazinin orta hündürlüyündən asılı olaraq iki fərqli qrupa bölünürlər. Belə ki, Burovar və Peştəsər silsilələrindən axan çayların mənsəbindən mənbəyinə doğru axım kəmiyyəti artdığı halda, Talış silsiləsində axan çayların mənsəbindən mənbəyinə doğru bu kəmiyyət aşağı düşür.

Cənub-şərqi Azərbaycanda ayrılmış 4 hidroloji rayonun hər biri üçün axım modulunun hövzənin orta hündürlüyündən asılılıq əlaqələrinin qanunauyğunluğunun təhlili nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, Lənkəran Muğanı hidroloji rayonunda axım modulu hündürlük artdıqca artır, qalan 3 rayonda isə əksinə, azalır.

Azərbaycanın digər bölgələrində axan çaylardan fərqli olaraq Azərbaycanın cənub-şərq hissəsində axan çaylar yağıntıların paylanma xüsusiyyəti və ərazinin orografik şəraiti ilə əlaqədar olaraq ərazidə daha mürəkkəb xarakter daşıyır. Ərazi çaylarında minimum axım Lənkəran və Viləş çaylarının mənbələrində müşahidə olunmaqla dağlıq sahənin yüksək hissəsində, maksimum axım isə dənizkənarı ovalıq sahədə (25 l/san, km²-dən çox) ərazinin mərkəzi hissəsində Təngərud və Astara çayları hövzələrində müşahidə olunur.

Baxılan ərazidə çayların təbii axım kəmiyyətinə qlobal iqlim dəyişmələrinin regional təzahürləri ilə əlaqədar olaraq son 60 il ərzində ərazidə orta illik temperaturun 0,5⁰C artması ilə yanaşı yağıntıların orta illik miqdarı 1961-ci ilə nisbətən 68,7 mm azalması nəticədə ərazi çaylarının orta illik və təbii axım kəmiyyətləri aşağı düşmüşdür. Digər tərəfdən ərazi çaylarının axım kəmiyyətinə antropogen amillər də çox güclü təsir göstərmişlər. Bu səbəbdən çayların təbii rejimi xüsusilə, yay-payız dövründə ciddi surətdə pozulur. Ərazidə antropogen amillərin təsiri yalnız aşağı axarlarda deyil, orta dağlıq zonada da ciddi hiss olunur. Xüsusilə suvarma məqsədilə, ərazidə turizmin sürətli inkişafı və əhalinin digər müxtəlif su təchizatında təkcə çay sularından deyil, eyni zamanda yeraltı sulardan istifadə edildiyindən çay hövzələri həm çirklənmiş və həm də çay axımı ciddi surətdə azalmışdır. Xüsusilə, antropogen amillərin təsiri nəticəsində çay axımının orta illik antropogen azalması orta hesabla ərazi çaylarının axım normasının 20%-ni ötüb keçmişdir. Məsələn, müəyyən olunmuşdur ki, Lənkərançay-Lənkəran məntəqəsində illik axım 1970-ci ildən başlayaraq 30-35%, Vləşçay-Şıxlar məntəqəsində isə 1961-ci ildən başlayaraq 20%-dən artıq azalmışdır.

Ədəbiyyat

1. Ağayev Z.B, (2023). “Lənkəran təbii vilayəti çaylarının su ehtiyatları və səmərəli istifadəsi”.
2. Bakı, Elm-(1960). - 196 s.
3. Bakı, “Optimist”, 194 s.
4. İmanov F, Verdiyev R, Ağayev Z, Hübətova Ş (2012). ”Şərqi Azərbaycan çaylarının su ehtiyatları” Bakı, “MBM” - 184 s.
5. Rüstəmov S.H.Azərbaycan SSR-in çayları və onların hidroloji xüsusiyyətləri.
6. Львович М.И. (1974). Мировые водные ресурсы и их будущее. М. Мысль. 448 с
7. Рустамов С.Г, Кашкай Р.М. (1978). Водный баланс Азербайджана. Баку, ЭЛМ, 110 с.

HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE RIVERS OF SOUTH-EASTERN AZERBAIJAN AND THE FACTORS THAT CREATE THEM

Ziyafat Agayev

Sanan Azizov

Lankaran State University, Lankaran, Azerbaijan

The regional manifestations of global climate changes have not escaped the south-eastern part of our Republic as well as in the entire territory of Azerbaijan. For this reason, the increase in the average annual temperature, the decrease in the amount of precipitation and the change in the regularity of the year-round distribution had a serious impact on the quantity and quality of the surface water resources of the area, and resulted in a significant decrease in the water level in the rivers. These processes increase the risks related to the supply of drinking water to the population in the future. In such a situation, it is very important to study the hydrological characteristics of the rivers and the factors affecting them, which constitute the basin of very important fresh water resources of each area. In the article, the rivers flowing in the south-eastern part of the Republic of Azerbaijan, their morphometric indicators, food sources, the food and flow regime of the regional rivers, the different aspects of the river flow according to the territorial and year-round distribution characteristics, the methods of calculating the average annual flow, the factors influencing their formation and the area The dependence of the coefficient of variation of the annual flow on the rivers on the average height of the basin was analyzed.

Keywords: flow regime, food regime, coefficient of variation, food sources, regime characteristics, flow modulus

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕК ЮГО-ВОСТОЧНОГО АЗЕРБАЙДЖАНА И ФАКТОРЫ ИХ СОЗДАЮЩИЕ

Зияфет Агаев

Санан Азизов

Лянкяранский государственный университет, Лянкяран, Азербайджан

Региональные проявления глобальных климатических изменений не обошли стороной юго-восточную часть нашей республики, а также всю территорию Азербайджана. По этой причине повышение

среднегодовой температуры, уменьшение количества осадков и изменение закономерности их круглогодичного распределения оказали серьезное влияние на количество и качество поверхностных водных ресурсов района, а привело к значительному снижению уровня воды в реках. Эти процессы повышают риски, связанные с обеспечением населения питьевой водой в будущем. В такой ситуации очень важно изучение гидрологических характеристик рек и влияющих на них факторов, составляющих бассейн очень важных пресноводных ресурсов каждого района. В статье рассмотрены реки, протекающие в юго-восточной части Азербайджанской Республики, их морфометрические показатели, источники питания, режим питания и стока рек региона, различные аспекты речного стока в зависимости от территориального и годового характеристики круглого распределения, методы расчета среднегодового стока, факторы, влияющие на их формирование и площадь. Проанализирована зависимость коэффициента вариации годового стока на реках от средней высоты бассейна.

Ключевые слова: режим течения, пищевой режим питания, коэффициент вариации, источники питания, характеристики режима, модуль течения.

Daxil oldu: 14.10.2024

Çap edildi: 27.12.2024

THE CAUCHY PROBLEM FOR A FIRST-ORDER ORDINARY LINEAR DIFFERENTIAL EQUATION WITH A VARIABLE COEFFICIENT AND CONTINUOUSLY VARYING ORDER OF THE DERIVATIVE

Nihan Aliyev

Ramiz Ahmadov

Baku State University, Baku, Azerbaijan

e-mail: nihan1939@gmail.com

e-mail: ahmadov_ramiz@hotmail.com

DOI: 10.30546/2960-1975.2024.2.35

Abstract. In the presented work, the Cauchy problem for a first-order ordinary inhomogeneous differential equation with a variable coefficient and continuously varying order of the derivative is considered and a new expression for Dirac's "Delta" function is given. Note that this function was introduced by physicists.

The stated Cauchy problem is reduced to the Volterra-type integral equation of the second kind and is solved by the successive approximation method. The convergence of the Neumann series was investigated using the resolvent.

Various problems for ordinary linear differential equations with a constant coefficient and continuously varying order of the derivative were discussed in [1-3].

In this work, the Cauchy problem is considered for the ordinary linear inhomogeneous differential equation with variable coefficient and continuously varying order of the derivative.

Euler algebraized the ordinary linear homogeneous equation with constant coefficients and gave an invariant function with respect to the derivative. Mittag-Leffler established this function for the ordinary linear fractional derivative equation with constant coefficients and for a linear equation with constant coefficients and continuously varying order of the derivative this function was established by V. Volterra [4].

Keywords: ordinary differential equation with a continuously varying order of the derivative, variable coefficient equation, inhomogeneous linear equation, Cauchy problem.

The statement of the problem

Let's consider the Cauchy problem as follows:

$$y'(x) - \int_0^1 D_{x_0^+}^\alpha [a(x, \alpha)y(x)] d\alpha = f(x), \quad x > x_0, \quad (1)$$

$$y(x_0) = y_0, \quad (2)$$

here $a(x, \alpha)$ is a continuous real-valued function of x and α with all its derivatives (with respect to x) up to the first order, x_0 and y_0 are marked real constants, and $f(x)$ is a continuous real-valued function. $D_{x_0^+}^\alpha [a(x, \alpha)y(x)]$ is the Riemann-Liouville derivative of $\alpha \in [0, 1)$ order [5],

$$D_{x_0^+}^\alpha [a(x, \alpha)y(x)] = \frac{d}{dx} \int_{x_0}^x \frac{(x-t)^{-\alpha}}{(-\alpha)!} a(t, \alpha)y(t) dt, \quad (3)$$

and

$$(\alpha - 1)! = \Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} e^{-t} \cdot t^{\alpha-1} dt, \quad (4)$$

is the Euler integral for the "gamma" function.

$$y'(x) - \int_0^1 d\alpha \frac{d}{dx} \int_{x_0}^x \frac{(x-t)^{-\alpha}}{(-\alpha)!} a(t, \alpha) y(t) dt = f(x)$$

$$y'(x) - \left(\int_0^1 d\alpha \int_{x_0}^x \frac{(x-t)^{-\alpha}}{(-\alpha)!} a(t, \alpha) y(t) dt \right)' = f(x).$$

Let's integrate the given equation (1) at (x_0, x) :

$$y(x) - y(x_0) - \int_0^1 d\alpha \int_{x_0}^x \frac{(x-t)^{-\alpha}}{(-\alpha)!} a(t, \alpha) y(t) dt = \int_{x_0}^x f(t) dt,$$

$$y(x) - \int_0^1 d\alpha \int_{x_0}^x \frac{(x-t)^{-\alpha}}{(-\alpha)!} a(t, \alpha) y(t) dt = y_0 + \int_{x_0}^x f(t) dt,$$

and we'll get the following:

$$y(x) = \int_{x_0}^x y(t) dt \int_0^1 \frac{(x-t)^{-\alpha}}{(-\alpha)!} a(t, \alpha) d\alpha + \int_{x_0}^x f(t) dt + y_0. \quad (5)$$

Let's assume that

$$a(t, \alpha) = (-\alpha)! a(t), \quad (6)$$

then from (5) we get

$$y(x) = \int_{x_0}^x a(t) y(t) dt \int_0^1 (x-t)^{-\alpha} d\alpha + \int_{x_0}^x f(t) dt + y_0, \quad (7)$$

As is known that

$$\int_0^1 (x-t)^{-\alpha} d\alpha = - \int_0^1 (x-t)^{-\alpha} d(-\alpha) = - \frac{(x-t)^{-1-1}}{\ln(x-t)}. \quad (8)$$

On the other hand, as mentioned after (8.20) in [5]:

$$\frac{x^{-1}}{(-1)!} = \delta(x). \quad (9)$$

This shows that the Delta function is on the boundary between integrable (where the integral is continuous) and non-integrable functions. That is, the Delta function has an integral, but it is not continuous, it is a uniform Heaviside function. The step in \mathbb{N} and \mathbb{Z} is one, and the step in \mathbb{R} is $(+0)$. The property of the delta function is $(1-0)$. That's why

$$\frac{x^{-1}}{\ln x} = \delta(x). \quad (10)$$

Then, if we consider (10) and (8), (7) will be in the following form.

$$y(x) = - \int_{x_0}^x a(t) y(t) dt \frac{(x-t)^{-1-1}}{\ln(x-t)} + \int_{x_0}^x f(t) dt + y_0,$$

$$y(x) = - \int_{x_0}^x a(t) y(t) \delta(x-t) dt + \int_{x_0}^x a(t) y(t) \frac{dt}{\ln(x-t)} + \int_{x_0}^x f(t) dt + y_0,$$

$$y(x) = -\frac{1}{2}a(x)y(x) + \int_{x_0}^x \frac{a(t)y(t)dt}{\ln(x-t)} + \int_{x_0}^x f(t)dt + y_0,$$

$$\left(1 + \frac{a(x)}{2}\right)y(x) = \int_{x_0}^x \frac{a(t)y(t)dt}{\ln(x-t)} + \int_{x_0}^x f(t)dt + y_0,$$

and within the condition

$$\left(1 + \frac{a(x)}{2}\right) \neq 0, \quad (11)$$

$$y(x) = \frac{2}{2 + a(x)} \left[\int_{x_0}^x \frac{a(t)}{\ln(x-t)} y(t)dt + \int_{x_0}^x f(t)dt + y_0 \right],$$

and

$$y(t) = \frac{2}{2 + a(t)} \left[\int_{x_0}^t \frac{a(\tau)}{\ln(t-\tau)} y(\tau)d\tau + \int_{x_0}^t f(\tau)d\tau + y_0 \right],$$

and according to the successive approximation method

$$\begin{aligned} y(x) &= \frac{2}{2 + a(x)} \left\{ \int_{x_0}^x \frac{a(t)dt}{\ln(x-t)} \left[\frac{2}{2 + a(t)} \left(\int_{x_0}^t \frac{a(\tau)}{\ln(t-\tau)} y(\tau)d\tau + \right. \right. \right. \\ &\quad \left. \left. \left. + \int_{x_0}^t f(\tau)d\tau + y_0 \right) \right] + \left(\int_{x_0}^x f(t)dt + y_0 \right) \right\}, \\ y(x) &= \frac{2}{2 + a(x)} \int_{x_0}^x y(\tau)d\tau \int_{\tau}^x \frac{2a(t)a(\tau)dt}{(2 + a(t))\ln(x-t)\ln(t-\tau)} + \\ &\quad + \frac{2}{2 + a(x)} \int_{x_0}^x \frac{a(t)dt}{\ln(x-t)} \frac{2}{2 + a(t)} \int_{x_0}^t f(\tau)d\tau + \\ &\quad + \frac{2}{2 + a(x)} \int_{x_0}^x \frac{a(t)dt}{\ln(x-t)} \frac{2}{2 + a(t)} y_0 + \frac{2}{2 + a(x)} \int_{x_0}^x f(t)dt + \frac{2}{2 + a(x)} y_0, \\ y(x) &= \int_{x_0}^x y(\tau)d\tau \int_{\tau}^x \frac{2a(t)}{(2 + a(x))\ln(x-t)} \frac{2a(\tau)}{(2 + a(t))\ln(t-\tau)} dt + \\ &\quad + \int_{x_0}^x \frac{2a(t)dt}{(2 + a(x))\ln(x-t)} \frac{2}{2 + a(t)} \int_{x_0}^t f(\tau)d\tau + \\ &\quad + \int_{x_0}^x \frac{2a(t)dt}{(2 + a(x))\ln(x-t)} \frac{2}{2 + a(t)} y_0 + \frac{2}{2 + a(x)} \left(\int_{x_0}^x f(t)dt + y_0 \right). \end{aligned} \quad (12)$$

The last equation can be written as follows:

$$y(x) = \int_{x_0}^x K_1(x, \tau)y(\tau)d\tau + F_1(x). \quad (13)$$

So here the functions

$$K_1(x, \tau) = \int_{\tau}^x \frac{2a(t)}{(2 + a(x))\ln(x-t)} \frac{2a(\tau)}{(2 + a(t))\ln(t-\tau)} dt, \quad (14)$$

and

$$F_1(x) = \int_{x_0}^x \frac{2a(t)dt}{(2+a(x)) \ln(x-t)} \frac{2}{2+a(t)} \int_{x_0}^t f(\tau) d\tau + \int_{x_0}^x \frac{2a(t)dt}{(2+a(x)) \ln(x-t)} \frac{2}{2+a(t)} y_0 + \frac{2}{2+a(x)} \left(\int_{x_0}^x f(t) dt + y_0 \right), \quad (15)$$

are continuous.

$$y(\tau) = \int_{x_0}^{\tau} K_1(\tau, z) y(z) dz + F_1(\tau), \quad (16)$$

and if we denote

$$\begin{aligned} y(x) &= \int_{x_0}^x K_1(x, \tau) d\tau \left[\int_{x_0}^{\tau} K_1(\tau, z) y(z) dz + F_1(\tau) \right] + F_1(x) = \\ &= \int_{x_0}^x y(z) dz \int_z^x K_1(x, \tau) K_1(\tau, z) d\tau + \int_{x_0}^x K_1(x, \tau) F_1(\tau) d\tau + F_1(x). \\ \int_z^x K_1(x, \tau) K_1(\tau, \eta) d\tau &= K_2(x, \eta), \quad \int_{x_0}^x K_1(x, \tau) F_1(\tau) d\tau + F_1(x) = F_2(x), \end{aligned}$$

then

$$y(x) = \int_{x_0}^x K_2(x, \eta) y(\eta) d\eta + F_2(x). \quad (17)$$

If we continue the process in this order, we get the Voltaire-type integral equations of the second kind in the following form

$$y(x) = \int_{x_0}^x K_n(x, t) y(t) dt + F_n(x). \quad (18)$$

It is easy to see that the kernel (14) is continuous under condition (11) and the right-hand side of (15) is bounded, i.e.

$$|K_1(x, t)| \leq K_1, \quad (19)$$

$$|F_1(x)| \leq F_1, \quad (20)$$

$$|K_2(x, \eta)| = \left| \int_{\eta}^x K_1(x, \tau) K_1(\tau, \eta) d\tau \right| \leq K_1^2 (x - \eta), \quad (21)$$

and we'll get

$$|K_n(x, t)| \leq K_1^n \frac{(x-t)^{n-1}}{(n-1)!}. \quad (22)$$

If we go to the limit ($n \rightarrow \infty$) in (18), then

$$\begin{aligned} y(x) &= \lim_{n \rightarrow \infty} F_n(x) = F_1(x) + \int_{x_0}^x K_1(x, t) F_1(t) dt + \\ &+ \int_{x_0}^x K_2(x, t) F_1(t) dt + \dots + \int_{x_0}^x K_n(x, t) F_1(t) dt + \dots, \\ R(x, t) &= \sum_{m=1}^{\infty} K_m(x, t), \end{aligned} \quad (23)$$

Then we'll get

$$y(x) = F_1(x) + \int_{x_0}^x R(x, t)F_1(t)dt, \quad (24)$$

The expression $R(x, t)$ is the resolvent of the kernel $K_1(x, t)$ and the series (23) is the Neumann series.

References

1. N.A.Aliyev, R.G. Ahmadov, (2019) "On the solution of a boundary value problem for a first-order ordinary differential equation with a continuously varying order of the derivative," Lankaran State University, Scientific news. Mathematics and natural sciences, no. 2, pp. 122--127.
2. N.A.Aliyev, R.G. Ahmadov, (2021) "On the solution of the Cauchy problem for an ordinary differential equation with a continuously varying order of the derivative," Proceedings of the International Conference "Trends and Prospects for the Development of Science and Education in the Conditions of Globalization", Pereyaslav-Khmelnytsky, Ukraine, no. 75
3. N.A.Aliyev, R.G. Ahmadov, (2023) "On an initial value problem for an ordinary differential equation of order ν with a continuously varying order of the derivative," Proceedings of the International Conference "Trends and Prospects for the Development of Science and Education in the Conditions of Globalization", Pereyaslav-Khmelnytsky, Ukraine, no. 98.
4. V.Volterra (1982) Theory of Functionals, Integral and Integro-Differential Equations. Science, Moscow, 304 p.
5. S.G. Samko, A. A. Kilbas, O. N. Marichev (1987) Integrals and Derivatives of Fractional Order and Some of their Applications. Minsk, Science and Technology, 688 p.

TÖRƏMƏSİNİN TƏRTİBİ KƏSİLMƏZ DƏYİŞƏN BİRİNCİ TƏRTİB ADI, XƏTTİ DƏYİŞƏN ƏMSALLI BİRCİNS OLMAYAN DİFERENSİAL TƏNLİK ÜÇÜN KOŞI MƏSƏLƏSİ

Nihan Əliyev

Ramiz Əhmədov

Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan

Təqdim olunan işdə törəməsinin tərtibi kəsilməz dəyişən birinci tərtib adi, xətti dəyişən əmsallı bircins olmayan diferensial tənlik üçün Koşi məsələsinə baxılmışdır və Dirakin "Delta" funksiyası üçün yeni ifadə verilmişdir. Qeyd edək ki, bu funksiya fiziklər tərəfindən daxil olunmuşdur.

Törəməsinin tərtibi kəsilməz dəyişən adi, sabit əmsallı, xətti diferensial tənliklər üçün müxtəlif məsələlərə [1-3] də baxılmışdır.

Qoyulmuş Koşi məsələsi ikinci növ Volterra tipli inteqral tənliyə gətirilərək, ardıcıl yaxınlaşma üsulu ilə həll edilmişdir. Rezolventa vasitəsi ilə alınan Neyman sırasının yığılması araşdırılmışdır.

Eyler adi, sabit əmsallı, xətti bircins tənliyi cəbriləşdirib, törəməyə nəzərən invariant funksiyanı verdiyi kimi, kəsr tərtib törəməli adi, sabit əmsallı xətti tənlik üçün bu funksiyanı Mitteraq-Lefler yerinə yetirmişdir. Törəməsinin tərtibi kəsilməz dəyişən sabit əmsallı xətti tənlik üçün isə bu funksiyanı V. Volterra qurmuşdur [4].

Açar sözlər: törəməsinin tərtibi kəsilməz dəyişən adi differensial tənlik, dəyişən əmsallı tənlik, qeyri-bircins xətti tənlik, Koşi məsələsi

ЗАДАЧА КОШИ ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО, ОБЫКНОВЕННОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ПЕРВОГО ПОРЯДКА С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ, ПОРЯДОК ПРОИЗВОДНОЙ КОТОРОГО МЕНЯЕТСЯ НЕПРЕРЫВНЫМ ОБРАЗОМ

Нихан Алиев

Рамиз Ахмедов

Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан

В представленной работе рассматривается задача Коши для неоднородного, обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка с переменными коэффициентами, порядок производной которого меняется непрерывным образом и определено новое представление для δ -функции Дирака.

В работах [1-3] рассмотрены различные задачи для линейного обыкновенного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами, порядок производной которого, меняется непрерывным образом.

Рассматриваемая здесь задача Коши приводится к интегральному уравнению Вольтерра второго рода и решается с помощью метода последовательных приближений. Исследована сходимость ряда Неймана, полученной с помощью резольвенты.

Ейлер алгебраизировав обыкновенное, с постоянным коэффициентом линейное однородное уравнение, определил инвариантную функцию относительно производной. А Миттаг-Лефлер выполнил ту же самую работу для обыкновенного, с постоянным коэффициентом линейного уравнения с дробной производной. Для линейного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами, порядок производной, которого меняется непрерывным образом, эту функцию построил В. Вольтерра [4].

Ключевые слова: обыкновенное дифференциальное уравнение с непрерывно меняющимся порядком производной, уравнение с переменными коэффициентами, неоднородное линейное уравнение, задача Коши

Daxil oldu: 14.10.2024

Çap edildi: 27.12.2024



Elmi xəbərlər jurnalı Lənkəran Dövlət Universitetinin
mətbəəsində çap olunmuşdur

Yığıma verilmişdir: 14.10.2024

Çapa imzalanmışdır: 27.12.2024

Kağızın formatı: $60 \times 84 \frac{1}{8}$

Çap vərəqi: 5 c.v., tiraj: 100

Ünvan: Az 4200, Lənkəran şəhəri, General Həzi Aslanov xiyabanı 50

e-mail: elmi_meqale@lsu.edu.az

www.lsu.edu.az