

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
AKAD.H.Ə.ƏLİYEV adına COĞRAFIYA İNSTİTUTU**

Əlyazması hüququnda

MƏTANƏT AĞAYAR QIZI MUSAYEVA

**İQLİM DƏYİŞMƏLƏRİNİN BÖYÜK QAFQAZIN ŞİMAL-
ŞƏRQ YAMACINDA QAR-BUZ ÖRTÜYÜNƏ TƏSİRİNİN
QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ**

5406.01 -Hidrologiya

Coğrafiya üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

B A K I – 2014

Dissertasiya işi Ekologiya Təbii Sərvətlər Nazirliyi, Milli Hidrometeorologiya Departamenti, Hidrometeorologiya Elmi Tədqiqat İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

**c.ü.e.d, professor
R. N. MAHMUDOV**

Rəsmi opponentlər:

c.ü.e.d. R. M. QAŞQAY

c.ü.f.d. R. X. ABBASOV

Aparıcı təşkilat: Meliorasiya və Su Təsərrüfatı ASC Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Su Problemləri İnstitutu, Su ehtiyatları və sudan istifadə laboratoriyası

Dissertasiyanın müdafiəsi 26 sentyabr, 2014-cü il saat 14⁰⁰–da Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası akademik H.Ə.Əliyev adına Coğrafiya İnstitutu nəzdində fəaliyyət göstərən D.01.091 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Az 1143, Bakı şəhəri, H.Cavid pr. 115, AMEA akademik H.Ə.Əliyev adına Coğrafiya İnstitutu.

Dissertasiya ilə AMEA akademik H.Ə.Əliyev adına Coğrafiya İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Rəyləri möhürlə təsdiq olunmuş iki nüsxədə bu ünvana göndərməyiniz xahiş olunur: Az 1143, Bakı ş., H.Cavid pr. 115, AMEA akademik H.Ə.Əliyev adına Coğrafiya İnstitutu.

Avtoreferat 25 avqust 2014-cü ildə göndərilmişdir.

**D.01.091 Dissertasiya Şurasının
Elmi Katibi, coğrafiya üzrə
fəlsəfə doktoru, dosent**

M. S. HƏSƏNOV

İŞİN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ

Mövzunun aktuallığı. Qlobal iqlim dəyişmələrinin ekosistemlərə regional təsirinin öyrənilməsi istiqamətində müxtəlif yanaşmalı elmi-tədqiqat işləri aparılmış və mühüm nəticələr alınmışdır. Lakin bu tədqiqatlarda xüsusən regional iqlim dəyişmələrinin yüksək dağlıq ərazilərin qar-buz örtüyünün öyrənilməsinə diqqətin yetirilməsinin vacibliyini nəzərə alsaq bu məsələnin hidrometeoroloji tədqiqatlarda həllini gözləyən aktual problemlərdən biri olduğu aydınlaşar.

Qar-buz örtüyü landşaft elementi kimi iqlim dəyişmələrinə həssas olmaqla istənilən regionun çay su ehtiyatlarının, səth və yeraltı suların formalaşmasında, rejim dəyişkənliyində, hətta torpaq rütubətinin saxlanılmasında, buxarlanma prosesində müstəsna rol oynayır.

Azərbaycan Respublikasının Böyük Qafqaz ərazisində, xüsusən onun şimal-şərq yamacında yüksək zonalarda qar-buz ehtiyatının digər ərazilərə nisbətən daha çox yayılmasını və onun iqlim dəyişmələrinin təsirinə daha həssas olmasını nəzərə alsaq, tədqiq olunan problemin regional iqlim dəyişmələrinin təsiri baxımından öyrənilməsinin vacibliyi daha aydın olar. Bu baxımdan yüksək dağlıq ərazilərdə turizmin inkişaf etdirilməsi, kurort-rekreasiya zonalarının genişləndirilməsinə dair ölkə prezidenti İlham Əliyev tərəfindən 27 dekabr 2008-ci il tarixdə Böyük Qafqazın Bazardüzü-Şahdağ-Tufandağ ekosisteminin hidrometeoroloji və ekoloji tədqiqi ilə bağlı, “Kompleks Hidrometeoroloji və Ekoloji Tədqiqat Elm Mərkəzi”-nin yaradılmasına dair verdiyi xüsusi sərəncam qoyulan mövzunun zamanın tələblərinə cavab verdiyini bir daha göstərir. Bütün bunlar dissertasiyada qarşıya qoyulan məsələlərin həllində vacib amillər kimi nəzərə alınmışdır.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Tədqiqatın əsas məqsədi Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında iqlim dəyişmələrinin təsirini nəzərə almaqla qar-buz örtüyünün çoxillik paylanma xüsusiyyətinin müasir dəyişmə dinamikasını və onun ətraf mühitə təsirini, çayların qidalanmasında rolunu öyrənməkdir. Yuxarıda göstərilən məqsədə nail olmaq üçün dissertasiya işində aşağıdakı vəzifələr qarşıya qoyulmuşdur:

- Meteoroloji elementlərin (havanın temperaturu, atmosfer yağıntıları, külək, rütubət, buxarlanma) orta çoxillik sıralarının statistik təhlili;
- Buzlağın morfoloji göstəricilərini, hərəkət sürətini, sıxlığını, buzlaşmanın intensivliyini, sutka ərzində buzlaqdan əriyən suyun həcmi, illik kütlə balansının indeksini, akkumlyasiya, ablyasiya prosesini, buzlağın çəkilmə sürətini hesablamaq;

- Buzlaq sahələrin mümkün iqlim dəyişmələrinə reaksiyasını, qar örtüyü xüsusiyyətinin dəyişkənliyini, yüksək dağlıq zonada yağıntıların ildaxili paylanmasında sülb yağıntılarının miqdarını müəyyən etmək;

- Qar örtüyünün yayılma xüsusiyyətinin fiziki-coğrafi amillərin qarşılıqlı təsirindən asılılığını təhlil etmək, iqlim dəyişmələrinin qar örtüyünün əmələgəlmə, ərimə tarixlərinə və davamiyyətinə təsirini müəyyənləşdirmək;

- Qar suyunun çayların axımında iştirakını nəzərə almaqla, çayların axım proqnozunun effektivlik dərəcəsini müəyyənləşdirmək;

Tədqiqat obyektı və ilkin materiallar. Tədqiqatın obyektı Azərbaycan Respublikası ərazisində Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında olan qar-buz örtüyüdür. Tədqiqatda müxtəlif illərdə fəaliyyət göstərən 7 meteostansiyanın, çoxillik qarölmə marşrut və 15 hidroloji məntəqənin orta illik su sərfələri məlumatlarından, eyni zamanda çöl tədqiqatı və Milli Hidrometeorologiya Departamentinin, Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında Şahdağ-Tufandağ ekosistemində yeni Kompleks Hidrometeoroloji və Ekoloji Tədqiqat Elm Mərkəzinin məlumatlarından, kartoqrafik məlumatlardan və buzlaqların peyk şəkillərinin deşifrəlməsindən alınan məlumatlardan da istifadə edilmişdir.

Tədqiqatın predmeti. Yeni texnologiyanın köməyi ilə ölçülmüş məlumatlardan və peyk materiallarından istifadə etməklə tədqiq olunan yüksək dağlıq ərazilərdə iqlim dəyişmələrinin qar-buz örtüyünə təsirini qiymətləndirmək və bundan yaranan problemlərin həllinə dair əsaslandırılmış elmi təkliflər hazırlamaqdır.

Tədqiqat metodları. Tədqiqat işində genetik, coğrafi-hidroloji, kartoqrafik, riyazi-statistik üsullardan geniş istifadə etməklə yanaşı müşahidə və çöl işlərinin nəticələrindən, eyni zamanda eksperimental tədqiqat üsullarından istifadə edilib.

Mövzunun öyrənilmə səviyyəsi. Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı ərazisində qar-buz ehtiyatı çox az öyrənilmişdir. Qar örtüyünün və buzlaqların ətraflı öyrənilməsi əsasən 1965-1967-ci illərdə Ş.M.Ağayev, B.Ə.Budaqov, V.Ş.Somaya, B.M.Kotlyakov və digər alimlər tərəfindən aparılmışdır. Müasir iqlim dəyişmələri nəticəsində qar-buz örtüyündə gedən dəyişikliklərin öyrənilməsi istiqamətində elmi-praktik əhəmiyyətli geniş tədqiqat işləri aparılmamışdır.

Milli Hidrometeorologiya Departamentinin çöl işləri üzrə ekspedisiyası tərəfindən (iddiaçı daxil olmaqla) Tufan buzlağı üzərində geniş topoqrafik işlər aparılmışdır. İlk dəfə olaraq buzlaqların kütlə balansını hesablanmış, onun hərəkət sürəti müəyyənləşdirilmiş, maksimal sahələrin

tapılması üçün metodika işlənilmiş, çöl ekspedisiya məlumatları əsasında, həmçinin peyk məlumatlarının deşifrəlməsi nəticəsində morfoloji göstəriciləri müəyyənləşdirilmiş və buzlaq axımının müəyyən edilməsi istiqamətində mühüm elmi-praktiki əhəmiyyəti olan tədqiqat işləri aparılmışdır.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

1. Tədqiqat ərazisində qar-buz örtüyünün paylanma xüsusiyyətinin əsas nəticələri;

2. Tədqiqat ərazisində müasir iqlim dəyişmələrinin qar-buz örtüyünə təsirinin qiymətləndirilməsi;

3. Qar-buz örtüyü üzərində aparılan eksperimental tədqiqatlar nəticəsində morfoloji elementlərin, buzlaqların kütlə balansının və hərəkət dinamikasının qiymətləndirilməsi;

4. Qar-buzla qidalanan çaylarda axım dəyişkənliyinin qiymətləndirilməsi.

Tədqiqatın elmi yenilikləri.

1. Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında iqlim göstəricilərinin statistik təhlili aparılmış, dəyişikliklərin olması müəyyən edilmişdir. Yüksək dağlıq ərazilərdə yağıntıların ildaxili paylanmasında sülb yağıntılarının payı ilk dəfə olaraq hesablanmışdır;

2. İqlim dəyişmələrinin təsiri nəticəsində ərazidə qar örtüyü xüsusiyyətinin əvvəlki illərlə müqayisəli təhlili aparılmış, qarın əmələgəlmə, ərimə tarixlərində və davamiyyətində olan dəyişkənlik müəyyən edilmişdir. Marşrut qarölcmə məlumatları əsasında ərazi çayları üçün yaz gursululuğunun proqnozu verilmişdir;

3. Rusiya ilə Gürcüstan alimlərinin Qafqaz buzlaqları üçün birgə işlədikləri metodla buzlağın səthində orta hərəkət sürətinin qısa müşahidələrinin uzadılması, buzlağın hərəkət sürətinin hesablanması və proqnozu müəyyən edilmişdir;

4. Buzlaşmanın intensivliyi, illik ablyasiya, akkumlyasiya, kütlə balansının indeksi, buzlağın sıxlığı hesablanmış, firn xəttinin hündürlüyü metodika əsasında müəyyənləşdirilmişdir;

5. Qusarçay hövzəsinin buzlaqlarının orta, maksimal sahələrini qrafiki üsulla müəyyən etmək, sutka ərzində buzlaqdan əriyən suyun həcmi və sutkalıq ablyasiyanı hesablamaq üçün yeni metodika işlənib hazırlanmışdır.

Tədqiqat işinin praktiki əhəmiyyəti. Tədqiqat nəticəsində alınmış nəticələrdən bu sahədə işləyən elmi-tədqiqat institutları, Ekologiya və Təbii Sərvətlər, Kənd Təsərrüfatı Nazirlikləri, sudan istifadə edən təşkilatlar,

həmçinin, ölkədə yerinə yetirilən müxtəlif beynəlxalq və milli layihələrdə iştirak edən mütəxəssislər tərəfindən istifadə oluna bilər. Alınmış elmi nəticələr çaylar üzərində müxtəlif hidrotexniki qurğuların layihələndirilməsində, su ehtiyatlarından səmərəli istifadədə və mühafizə məsələlərində tətbiq oluna bilər. Tədqiqatdan qar-buzla qidalanan çayların rejim dəyişikliyinə öyrənilməsində, kurort-rekreasiya zonalarının genişləndirilməsi məsələlərinin həllində də istifadə etmək olar.

Tədqiqat işinin aprobasiyası. Aparılan tədqiqatın əsas nəticələri aşağıda qeyd edilmiş konfranslarda, o cümlədən:

- BDU-nun keçirdiyi professor M.A.Müseiybovun anadan olmasının 85 illik yubileyinə həsr olunmuş “Qloballaşma və coğrafiya” mövzusunda beynəlxalq elmi-praktik konfransda (Bakı, 2012);

- Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi və BDU-nun keçirdiyi Şəfaət Mehdiyevin anadan olmasının 100 illik yubileyinə həsr olunmuş “Geologiyanın aktual problemləri” mövzusunda elmi konfransda (Bakı, 2010);

- Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi, ADPU və Qərb Universitetinin keçirdiyi Ümummilli Lider Heydər Əliyevin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Ekoloji problemlər və ekoloji təhsil” mövzusunda Respublika elmi konfransında (Bakı, 2013);

- Hidrometeorologiya İnstitutunun yaranmasının 60 illiyinə və institutun ilk direktoru V.P.Lominadzenin anadan olmasının 100 illiyinə həsr olunmuş “Ekologiya və Hidrometeorologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Beynəlxalq Elmi-Texniki konfransda (Tbilisi, 2013);

- AMEA akademik H.Ə.Əliyev adına Coğrafiya İnstitutunun elmi seminarında (Bakı, 2010);

- Hidrometeorologiya Elmi-Tədqiqat İnstitutunun seminarlarında məruzə edilmişdir.

Dissertasiya işinin quruluşu və həcmi. Dissertasiya işi 171 kompyuter səhifəsi olmaqla girişdən, 4 fəsildən, 45 cədvəldən, 69 şəkildən, nəticədən, istifadə edilmiş 149 adda ədəbiyyat siyahısından ibarətdir.

İŞİN QISA MƏZMUNU

Girişdə dissertasiya işinin ümumi səciyyəsi, aktuallığı, məqsədi, metod və metodologiyası, elmi yeniliklər, istifadə olunmuş materiallar, elmi-praktiki və tətbiqi əhəmiyyəti haqqında qısa məlumat verilir.

Birinci fəsil Azərbaycan Respublikası daxilində Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacının oroqrafiyasının, iqliminin, qar-buz örtüyünə təsir

edən digər fiziki-coğrafi amillərin, qar örtüyünün ərazidə paylanma xüsusiyyətinin təhlilinə həsr olunmuşdur. Müasir üsullarla məlumatların təhlili və metodikanın müəyyən edilməsi tədqiq edilən ərazidə 7 meteoroloji stansiyanın 1961-2010-cu illəri əhatə edən, qarölçmə marşrutunun məlumatlarından istifadə edilmişdir. Statistik üsullardan istifadə edərək bu məlumatların genetik və statistik təhlili aparılmışdır. Ərazinin müxtəlif şaquli qurşaqlarında qar örtüyünün dəyişkənliyini müəyyən etmək üçün qarın hündürlüyü ilə ərazinin hündürlüyü arasında əlaqə müəyyənləşdirilmişdir ki, onun köməyiylə qorunan və açıq hissələrin istənilən hündürlüyü üçün qar örtüyü qalınlığını müəyyən etmək olar. Şimal-şərq yamacda relyefin dəyişikliyinə qar örtüyünün paylanmasına təsirini müəyyən etmək üçün Qusarçay hövzəsində marşrut qarplanalma məlumatlarına görə kompleks qrafiklər qurulmuş, təhlillər aparılmışdır. Qar örtüyünün paylanmasının dəyişməsi marşrutun uzununa profilinin dəyişməsi ilə uyğunlaşır. Qar örtüyü hündürlüyünün orta xətti marşrutun uzununa profilinin eyni xüsusiyyətinə malikdir, yəni, qar ehtiyatının intensiv artımı daha çox enişli-yoxuşlu relyefə malik hissələrdə olur. Ərazidə qar örtüyünün qeyri-bərabər paylanması və onun hündürlüyünün müxtəlifliyi relyefin dəyişməsi ilə yanaşı küləyin gücündən, sürət və istiqamətindən, istiləşmə zamanı qarın əriməsindən, bitki örtüyündən və s. asılıdır. Qar örtüyü hündürlüyünün fərq üsuluna görə qiymətləndirilməsinin müqayisəli təhlili nəticəsində 1990-cı ilə qədərki dövrə nisbətən son illərdə orta və yüksək dağlıq ərazilərdə artımın olması müəyyən edilmişdir.

Müxtəlif fiziki-coğrafi rayonlar üçün qar örtüyünün ərazinin hündürlüyündən asılılığına görə aparılan təhlil, ərazidə qar örtüyü hündürlüyünün paylanma xəritə-sxeminin tərtib edilməsinə imkan vermişdir.

Qar örtüyünün əmələ gəlmə və ərimə tarixi. Tədqiqat nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, son 30 ildə aylar üzrə ərazinin hündürlüyündən asılı olaraq qar örtüyünün orta əmələ gəlmə və əriməsi tarixləri dəyişkənliyə məruz qalmışdır. Beləki, qar örtüyünün əmələ gəlmə tarixlərində əvvəlki dövr ilə müqayisədə 3-5 gün gecikmə və 3-7 gün tez ərimə müşahidə edilir. Bu son illərdə başqa ölkələrdə olduğu kimi tədqiq olunan ərazidə də havanın temperaturunun artması ilə bağlıdır (sıfır izoterminin dəyişməsi). Yuxarı zonalarda isə qar örtüyünün orta əmələ gəlmə tarixindən 15-20 gün sonra sıfır izoterminin keçməsi müşahidə edilir. Yazda temperaturun sıfır dərəcədən keçdiyi vaxtdan 25-30 gün sonra qar əriməyə başlayır. Şimal-şərq yamacın Şahdağ, Tufan, Babadağ zirvələrində qar orta hesabla

sentyabrın əvvəllərində düşür. Qar örtüyünün əriməsi düzən rayonlarında fevralın axırı, martın əvvəli, dağətəyi rayonlarda mart ayı ərzində əriyib qurtarır. Yüksəkliyin artması ilə qar ərimə tarixi tədricən gecikərək aprel-may aylarında, yüksək dağlıq ərazilərdə (2500-3000 m-dən yuxarı) isə hətta iyun ayında müşahidə edilir.

Qar örtüyünün yatım davamiyyəti termik şəraitlə və düşən qarın miqdarı ilə sıx əlaqəlidir. Müşahidə məlumatlarının təhlili dağlıq rayonlarda illik qar örtüyü olan günlərin sayının havanın orta temperaturu sıfır dərəcədən aşağı olan günlərin sayı arasında asılılığın alınmasına imkan vermişdir. Orta temperaturu 0^0 -dən az olan günlərin sayının (t) artması ilə qar örtüyü olan günlərin sayı da (N) artır. Əlaqə tənliyi aşağıdakı kimidir:

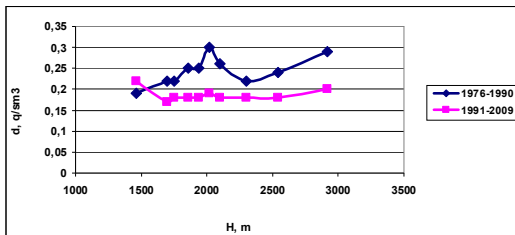
$$N=1.14t-6.37 \quad (1)$$

Aparılan təhlil və tədqiqat nəticəsində Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında qar örtüyü olan günlərin sayı (N) ilə yüksəklik (H, m) arasında aşağıdakı şəkildə əlaqə əyrisinin mövcud olması müəyyən edilmişdir:

$$N=\frac{H+23.4}{16.2} \quad (2)$$

Qar örtüyünün davamiyyəti düzən ərazilərdə 25-35gün, yüksək dağlıq ərazilərdə 120-160 gün təşkil edir. Daha yüksəkliklərdə Şahdağ, Tufan, Bazardüzü və digər zirvələrdə qar daha dayanıqlı olmaqla, qar xətti 3600-3700 m –dən keçir.

Qar örtüyünün sıxlığı ($d, q/sm^3$) hər il dəyişir və onun çoxillik normadan yayınması $0.4-0.6q/sm^3$ arasında tərəddüd edir. Son illərdə qış fəslində də havanın termik rejimindəki artımdan asılı olaraq qarın sıxlığı yüksəklik boyu azalır (şəkil 1). Yüksək dağlıq ərazilərdə son 30 ildə qarın hündürlüyünün əvvəlki illərlə müqayisədə artmasına baxmayaraq sıxlıq 12-14% azalıb. Buna səbəb qış fəslində də yüksəkliklərdə havanın temperaturunun və cənub küləklərin təkrarlanmasının artmasıdır.



Şəkil 1. Yüksəkliklər üzrə qar örtüyünün sıxlığının dəyişməsi. (marşrut məlumatları, Qusarçay hövzəsi, 1976-1990, 1991-2009, mart ayı).

Sıxlığa təsir edən amillərə ağırlıq qüvvəsi və qar örtüyünün yatım davamiyyəti də aiddir. Ərazidə qarın sıxlığının azalması termik rejimin qarın yatım davamiyyətinə mənfi təsir etməsi ilə əsaslandırılır. Qar örtüyünün yatım davamiyyətinin temperatur rejimindən asılı olaraq azalması qarın sıxlaşmasına səbəb olan amillərin təsir effektivini azaldır, nəticədə qarın sıxlığı bu ərazidə azalır. Qarın sıxlığının qış fəslində azalmasına başqa bir səbəb də havanın mülayimləşməsi nəticəsində yağıntıların azalmasıdır (əsasən də sülb yağıntılarının).

$C_v=f(H)$ əlaqəsinin təhlili göstərir ki, yüksəkliyin artması ilə C_v qanunauyğun olaraq azalır (C_v - variasiya əmsalıdır). Nisbətən alçaq sahələrdə C_v -nin dəyişməsi intensiv olduğu halda yüksək sahələrdə zəif xarakterə malikdir. Qar örtüyü hündürlüyünün variasiya əmsalının qiyməti stasionar məlumatlara əsasən, dağətəyi zonaya qədər olan sahədə 0.52-0.73 arasında dəyişirsə, davamlı qar örtüyü zonasında 0.46-0.40 qədər azalır. Marşrut qarplanalma məlumatlarına əsasən (mart ayı, Qusarçay üçün) qar örtüyü hündürlüyünün variasiya əmsalı 0.68-0.76 arasında dəyişir. Qarın sululuğunun C_v -si 0.69-0.91 arasında dəyişir. Qar sıxlığının C_v -si hündürlüyün və sululuğun C_v -dən kiçik qiymətə malikdir və 0.45-0.57 arasında dəyişir. C_v -nin belə azalmasına əsas səbəb yüksəkliyin artması ilə qar örtüyü hündürlüyünün əmələ gəlməsi zamanı həmin istiqamətdə müsbət temperaturun təsirinin zəifləməsidir və buna görə də az yüksəkliyə malik olan sahələrdə variasiya əmsalının qiyməti böyük intervalda dəyişir.

Qar örtüyü hündürlüyünün assimetriya əmsalı (C_s) üçün böyük qiymətlər xarakterikdir, stasionar məlumatlara görə 0.46-1.21 aralığındadır. Marşrut qarplanalma məlumatlarına əsasən (mart ayı, Qusarçay üçün) qar örtüyü hündürlüyünün assimetriya əmsalı 0.01-1.23 arasında dəyişir. Qar örtüyü sululuğunun C_s -i 0.03-1.54 aralığında, qarın sıxlığının C_s -i isə -0.96-0.31 arasında dəyişir.

İkinci fəsil ərazidə iqlim dəyişmələrinin təhlilinə həsr edilib. 1980-ci illərdən başlayan qlobal istiləşmə həm antropogen, həm də təbii amillərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində baş verir. İqlim modelləri vasitəsilə aparılan tədqiqatlar göstərir ki, temperaturun qlobal artması (parnik qazlarının artması hesabına) ilk növbədə qış fəslində və yüksək coğrafi enliklərdə müşahidə olunur. Tədqiqatlar göstərir ki, son 25-30 il ərzində orta çoxillik temperaturda sürətli artım müşahidə edilmiş (0.9°C) və bunun ən çox artım gradiyenti 1995-ci ildən sonraya təsadüf edir.

Havanın temperaturu. Ərazidə havanın temperaturunun çoxillik dəyişmə tendensiyasını müəyyən etmək üçün fərqlər üsulundan və xətti trend üsulundan istifadə edilmişdir. Fərqlər üsulunun köməyi ilə ayrı-

ayrılıqda ilin hər fəslə üçün temperaturun orta çoxillik qiymətləri 1961-1990, 1961-2009-cu illəri əhatə edən dövr üçün müqayisə edilmiş, xətti trendin köməyi ilə isə 1961-2009-cu illəri əhatə edən dövr üçün temperaturun dəyişməsi qiymətləndirilmişdir. İlk məlumatların təhlilində 1961-1990 və 1991-2009-cu illəri əhatə edən dövr üçün tədqiq olunan sıranın statistik xarakteristikaları hesablanmışdır. 1991-2009-cu illəri əhatə edən dövr üçün Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında havanın qış temperaturu 1961-1990-cı illərlə müqayisədə artıb. Beləliklə, qışda havanın temperaturu Qubada təxminən $0,8^{\circ}\text{C}$, Xaçmazda $0,5^{\circ}\text{C}$, Altıağacda $0,7^{\circ}\text{C}$, Xaltanda $0,5^{\circ}\text{C}$, Xınalıqda $0,2^{\circ}\text{C}$ və Qırızda $0,1^{\circ}\text{C}$ artmışdır. Son 20 il ərzində havanın temperaturu yayda orta hesabla: Qubada $0,7^{\circ}\text{C}$, Xaçmazda $0,9^{\circ}\text{C}$, Altıağacda $0,3^{\circ}\text{C}$, Xaltanda $0,2^{\circ}\text{C}$, Xınalıqda $0,3^{\circ}\text{C}$ və Qırızda $0,8^{\circ}\text{C}$ artmışdır.

Xətti trend üsulundan istifadə edilməklə, 49 il ərzində Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında havanın qış temperaturu, Xınalıq ($-0,3^{\circ}\text{C}$) və Qırız ($-0,7^{\circ}\text{C}$) istisna edilməklə, $0,7-1,6^{\circ}\text{C}$ artıb. 1991-2009 illər ərzində yay temperaturu xətti trend üsuluna görə $0,2-8,1^{\circ}\text{C}$, ən kiçik qiymətlə Altıağacda və ən böyük qiymətlə Xınalıqda artmışdır.

1991-2009 və 1961-1990 dövrləri üçün çoxillik normanın qiyməti hesablanarkən müəyyən edilmişdir ki, 1961-1990-cı ilin norması 1991-2009 illər dövrünün normasından orta hesabla $0,5-0,8^{\circ}\text{C}$ aşağıdır. Bu fakt, 1990-cı ildən başlayaraq havanın temperaturunun artmasını sübut edir. Bu məlumatlara görə havanın temperaturunun çoxillik qiymətinin hündürlüklər üzrə dəyişməsi qrafikləri qurulmuşdur və mənfə funksional asılılıq alınmışdır.

Yağıntı. 1991-2009-cu illər üçün Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında qış yağıntıları 1961-1990-cı illərlə müqayisədə iki məntəqədə azalmış, Altıağacda 3.4 mm və Xınalıqda isə 0,3 mm, digər məntəqələrdə isə məsələn; Qubada təxminən 5.7 mm, Xaçmazda 2.2 mm, Xaltanda 5.0 mm, Qırızda 1,6 mm, Qusarda isə 13,3 mm artmışdır. Yayda, axır 20 ildə yağıntı orta hesabla Qubada təxminən 3.7 mm, Xaçmazda 1,4 mm, Xaltanda 1.3 mm, Qusarda 22.4 mm artmışdır. Xınalıqda 8.9 mm, Qırızda 25.3 mm, Altıağacda isə 2.8 mm azalmışdır. Baxılan dövrdə fərqlər üsulu ilə yağıntıların dəyişməsindən alınan nəticələri dəqiqləşdirmək üçün xətti trend üsulundan istifadə edilib. Bu dəyişikliklərin qiymətləndirilməsi məqsədilə yağıntının onillik (a, mm/10il), 1991-2009-cu illər ($\Delta X/49\text{il}$) ərazidə dəyişməsi sürəti, yağıntı dəyişikliklərindəki asılılıqların korrelyasiya əmsalları təyin edilmişdir.

Qırız və Altıağac istisna edilməklə (22 mm azalıb), Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında 40 və 49 il üçün qış yağıntıları 2-22.9 mm-dək artıb. Lakin bütün bu dəyişiklik statistik cəhətdən əhəmiyyətsiz olmuşdur, belə ki, bütün stansiyalar üçün xətti trendin korrelyasiya əmsalları 0.28-dən az olub (Quba və Qusar istisna olmaqla).

1991-2009-cu illər ərzində yay yağıntıları xətti trend üsuluna görə 0,91-9,6 mm artıb, ən kiçik qiymət Xaçmazda və ən böyük qiymət Qusarda olub. Xınalıqda, Xaltanda, Qırızda, Altıağacda yay yağıntılarının azalması müşahidə olunur. Qırızda yay yağıntılarının azalması statistik cəhətdən mühüm əhəmiyyət kəsb etmişdir.

1991-2009 (x_1) və 1961-1990 (x) dövrləri üçün müəyyən edilmiş çoxillik norma qiymətləri göstərir ki, Xaçmazda, Altıağacda, Qırızda, Xınalıqda 1961-1990-cı illərin norması 1991-2009-cu illərin normasından orta hesabla 11.7-86.9 mm az, Quba, Xaltan, Qusarda isə əksinə 9.4-42.5 mm çox olmuşdur (x -yağıntıdır).

Külək. 1961-1990-cı ilin normasına nisbətən 1990-cı ildən sonrakı dövrdə küləyin sürətinin 0,2 m/san azalması müşahidə edilir. Şimal-şərqdə qış fəslində olduğu kimi yazda da hakim olan qərb və şimal-qərb küləkləri üstünlük təşkil edir, lakin təkrarlanması bir qədər azalır. Burada fəslin birinci yarısında güclü cənub və cənub-qərb küləkləri müşahidə edilir və nadir hallarda bu fyon xarakterli olur. Yay fəslində əsasən qərb, şimal-qərb, şərq və cənub küləkləri müşahidə edilir. Payız fəslində şimal-şərqdə qərb, şimal-qərb, dağ küləkləri üstünlük təşkil edir və az da olsa şərq, şimal-şərq küləklərinin təkrarlanması baş verir.

Rütubət. Qış fəslində nisbi rütubətin ən maksimal həddi (70-80%) Quba ərazisində, ən minimal həddi (50-55%) yüksək dağlıq ərazilərdə müşahidə edilir. Yaz fəslinin birinci yarısında havanın nisbi rütubətində elə də dəyişiklik olmur, lakin ikinci yarısında dağlıq ərazilərdə artım daha böyük qradiyentlə baş verir. Bu onunla bağlıdır ki, bu zaman havanın şaquli artımı inkişaf edir, yəni vadi küləkləri güclənir, düzən rayonların üzərindəki istilənən hava güclü qalxan axım kimi inkişaf edir və özü ilə rütubəti daha yüksək ərazilərə apara bilir. Bu ərazilərdə yazda nisbi rütubətin artmasına həmçinin qar ərimə prosesi təsir göstərir və bunun nəticəsi kimi şimal-şərq yamacda 1000-1500 m yüksəkliklərdə nisbi rütubət 60-75% təşkil edir. Yay fəslində havanın nisbi rütubəti qış göstəricilərinin əksinədir, yəni nisbi rütubət əsasən dağlıq ərazilərdə artır. Bu artma onunla izah edilir ki, burada yay fəslində güclü qalxan axınlar (vadi küləkləri) inkişaf edir və nisbi rütubətin yüksəlməsinə şərait yaradır.

Mümkün olan maksimal buxarlanma. Tədqiq olunan ərazidə son illərdə buxarlanma prosesinin artımı müşahidə edilir. 2000 m hündürlükdən sonra mümkün buxarlanma daha da artaraq maksimal qiymətə çatmışdır. Buna səbəb, yüksəkliyə doğru havanın temperaturunun və rütubətinin əvvəlki illərə nisbətən artmasıdır.

Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında olan 6 meteoroloji məntəqə (1961-2009) üçün illik, aylıq, sürüşkən 5-illiklər üzrə onların ortalaşdırılmış kəmiyyətləri Xerstin statistik üsulu ilə araşdırılıb. Aparılan hesablamalar göstərir ki, baxılan halların çoxunda Xerst əmsalı 0.5-dən yuxarı olmuşdur. Xerst əmsalının ən böyük qiymətləri (0.70-0.90) sürüşkən 5-illiklər üzrə ortalaşdırılmış ilkin məlumatlar üçün müşahidə olunur. Alınmış yüksək nəticələr ilkin məlumatların reprezentativliyi haqqında fikir yürütməyə imkan verir və ərazilər üzrə çoxillik dəyişmələrdə müəyyən qanunauyğunluqların aşkar edilməsi istiqamətində tədqiqatın aparılması üçün temperaturun, atmosfer yağıntısı məlumatlarının statistik cəhətdən tam yararlı olduğunu göstərir.

Üçüncü fəsil Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında qar-buz örtüyü üzərində aparılmış eksperimental tədqiqatlara və onun nəticələrinə həsr edilmişdir.

Qar örtüyündə olan su ehtiyatı da illik yağıntının miqdarı kimi qərbdən şərqə doğru azalır. Ərazidə su ehtiyatının qradiyenti hər 100 m hündürlüyə 8-14 mm təşkil edir. Ərazi çaylarının axımında əriyən suyun payının təyin edilməsi üçün yüksəkliklər üzrə qar örtüyündə olan su ehtiyatı məlumatlarından istifadə etməklə müəyyən edilmişdir ki, 200-500 m hündürlüyə qədər ərimiş suyun çayların qidalanmasında rolu çox azdır (5-10%) və bu, 1000-1500 m hündürlükdə 10-20%, 1500-2000 m hündürlükdə 30-40% təşkil edir.

Marşrut qarölçmə məlumatlarının ərazidəki dağ çaylarının yaz gursululuğunun proqnozunda istifadə edilməsi. Yaz gursululuğu axımının qiymətləndirilməsində qar və yağış xarakteristikalarının axım göstəriciləri əsas yer tutur. Hazırda praktik hidrologiyada yaz gursululuğu axımının proqnozunun tərtibində qar örtüyündə olan su ehtiyatına əsaslanan $Q=f(W,Z)$ asılılığın tətbiqi zamanı əsas diqqət yaz gursululuğu axımının hesablanması dəqiqliyinə yönəldilir. Daha yaxşı nəticəni isə, yaz gursululuğu axımının əvvəlki hidrometeoroloji amillərlə asılılığı verir. Belə asılılığa uyğun olaraq aşağıdakı empirik düsturlardan istifadə edilmişdir:

$$K = f(W, Q_{XII-III}), K = \frac{Q_{IV-VII}}{Q_{IX-XI}} = f(W, Q_{XII-III}) \quad (3)$$

Burada: K- yaz axımının payız axımına nisbəti, W- qarda olan su ehtiyatı (mm-lə), Q- yaz daşqını axımı (m^3/san).

Verilən $K = f(W, Q_{XII-III})$ asılılığın yoxlanılması hesablanmış məlumatların faktiki ilə müqayisəsi yolu ilə aparılıb. Müqayisə göstərir ki, hadisənin sayı qəbul edilən xətəyə görə (0.674σ) 82-96% təşkil edir. Asılılıqla aşkar edilən belə yüksək təminat onu göstərir ki, proqnoz təlimatlarına görə onu gursululuğun proqnozunda istifadə etmək olar.

Buzlaqların morfoloji elementlərinin təyin edilməsi üçün 1975-ci ilin, 2011-2012-ci illərin, əldə edilmiş kosmik şəkillərin deşifrəlanmış məlumatlarından istifadə olunmuşdur. Qlobal iqlim dəyişmələrinin təsiri nəticəsində dünya buzlaqlarının sahəsinin azalması prosesi baş verir. Bu proses ÜMT-nin hər il çapdan çıxan, dünya buzlaqları haqqında məlumatı özündə toplayan “Buzlaqların kütlə balansı bülleteni”ndə də öz əksini tapmışdır.

Hazırda aparılan ölçü məlumatlarına əsasən Tufan buzlağının ümumi uzunluğu orta hesabla 1800 metrdir. Bizim ölçü məlumatlarının hesablama nəticələrinə görə Tufan buzlağının hazırkı sahəsi $0.48 km^2$, həcmi isə təxminən $0.01 km^3$ -dir. Hündürlük azaldıqca buzlaqların morenlə örtülmə dərəcəsi daha da artır. 3930 m-dən sonra mövcud olan buz zirvəyə doğru asılı vəziyyətdədir. Asılı buzlağın eni orta hesabla 80-100 metr, hündürlüyü 100-120 metr təşkil edir. Dayaq nöqtəsi təyin olunan ərazidə enlik ölçüsü 450 metrə qədər artır və mütləq hündürlük azaldıqca buzun eni azalıb 240 metr təşkil edir. Buzlaq çatlarının eni bir neçə santimetrdən başlayaraq 8-10 metrə qədər artır. Dəniz səviyyəsindən 3752 metr yüksəklikdə olan ərazidə buzun orta hissəsində çatın dərinliyi 30-35 metr eni 2- 2.5 metr arasında dəyişilir. Qeyd olunan çatdan 100 metr zirvəyə doğru ərazidə çatın dərinliyi 7-8 metrdir.

Peykdən ayrı-ayrı illərdə baxılan ərazi üçün şəkillərin deşifrəlanması əsasında Şahdağ buzlağının sahəsi 1986-cı ildə 1.20, 2000-ci ildə 1.09, 2011-ci ildə $1.03 km^2$, Bazardüzünün sahəsi müvafiq olaraq 0.45, 0.42, $0.40 km^2$, Tufan buzlağının sahəsi isə 0.51, 0.49, $0.48 km^2$ hesablanmışdır. 2011-ci ilin Tufan buzlağında aparılan ekspedisiya məlumatlarına əsasən sahənin qiyməti deşifrəlanmış sahə qiymətinə yaxın $0.47 km^2$ təşkil etmişdir.

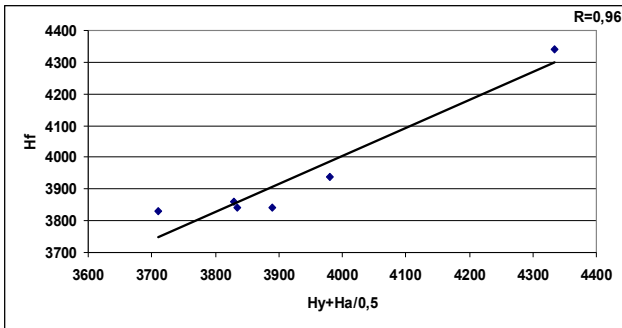
Buzlaqların hərəkət sürətinin təyini zamanı müəyyən edilmişdir ki, ən yüksək sürət mərkəzdə, ən minimal isə buzlağın kənar hissələrində qeyd edilir. Tədqiqatımız göstərir ki, buzlağın səthi meyilliyin artması ilə buzlağın səthinə yaxın havanın temperaturu, qalınlığı və buzlağın səthində buzun hərəkət sürəti artır.

Buzlaqların qidalanma sahəsində gedən akkumlyasiya prosesinin tədqiqi üçün əsas element hövzəsində toplanan atmosfer yağıntılarının əriməyən qatı hesab olunur. Bu qatın qiyməti yağıntıların miqdarı ilə yanaşı havanın temperaturu ilə də müəyyən edilir. Yağıntı və havanın temperaturuna əsaslanmaqla hidrotermik əmsalın hesablanması prinsipindən istifadə edərək, əmsallar müəyyən edilmişdir. Əmsalın qiyməti buzlağın qidalandığı hövzədə rütubət ehtiyatını xarakterizə edir. Bu əmsal 57.4-dən (2011), 75.4-ə (2010) qədər dəyişir və yağıntıların artma və havanın temperaturunun azalması istiqamətində artır. Rütubət ehtiyatı əmsalının və buzlağın səthi üzərində buzun hərəkət sürətinin asılılığının təhlili nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, yığılıb qalmış qat ilə buzun hərəkət sürəti arasında ciddi uyğunluq yoxdur. Məsələn, 2009 və 2010-cu illərdə sürüşən 4 il üçün orta yağıntı və havanın temperaturu demək olar ki, eyni idi (521.2 mm, 8.7⁰–2009-cu il və 527.6 mm, 7.0⁰–2010-cu il). Lakin buzun hərəkət sürəti müxtəlif olub, 2009-7.9 sm/sutka, 2010-9.9 sm/sutka təşkil etmişdir. Bu onunla izah edilir ki, 2009-cu ildə əriməyən yağıntı qatı ərimə nəticəsində müəyyən dərəcədə azalmışdı, çünki həmin ilin yayı nisbətən isti olmuşdur (2010-cu ilə nisbətən). Belə hadisə 1957 və 1960-cı illərdə də olub. Hərəkət sürətinin proqnoz metodikasının köməyi ilə buzun orta illik hərəkət sürətinin proqnozunu vermək olar. Onun əsas hissəsini sürüşkən orta 4 illik yağıntı və havanın temperaturu təşkil edir. Bu isə yığılmış yağıntı qatını və ya əvvəlki dövr üçün hidrotermik şəraiti xarakterizə edir. Buzun hərəkət sürətinə düzəlişin (Δ_i) qiyməti faktiki orta illik buzun hərəkət sürətinin qiymətinin 5-6% hesab olunursa, proqnozun yoxlanılma səhvi 100% hallarda yol verilən həddi keçməyib (0.88 sm/sutka).

Buzlaqların axım zonasında ərimənin intensivliyini və su sərfini qiymətləndirmək məqsədilə 2011-ci ildə Şahdağda Şahnabadçayın özündə və qollarında hidrometrik ölçü işləri aparılmışdır.

İllik ablyasiyanın havanın orta yay temperaturuna (iyun-avqust) əsasən hesablanması metodikasına görə Şahdağ üçün 2010-cu ilin məlumatına əsasən orta yay temperaturu (VI-VIII) 12.3⁰C-yə bərabər olduğu halda $Ab=88-104$ mln.litr, Xınalıq və Qırız üçün 2009-cu ilin məlumatına əsasən orta yay temperaturu (VI-VIII) 13.8⁰C, 12.2⁰C-yə bərabər olduğu halda $Ab=106-126$ mln.litr və $Ab=87-102$ mln.litr aralığında olmuşdur (Ab -ablyasiyadır). Buzlaqlardan əriyən suyun (ablyasiyanın) havanın orta aylıq temperaturuna görə hesablanması üçün istifadə edilən metodikaya görə 2010-cu ilin məlumatları əsasında Şahdağ üçün $Ab=490,1$ m³ təşkil etmişdir.

Dördüncü fəsildə ərazidə qar-buz örtüyünün dəyişmə dinamikasının təhlili və buzlaqlardan olan axımın öyrənilməsi məsələsinə baxılmışdır. Regional iqlim dəyişmələrinin qar-buz örtüyünə təsirinin qiymətləndirilməsi üçün buzlaqların qidalanma sərhəddini müəyyən etmək vacibdir. Qusarçayda qidalanma sərhədi 3940 m-dən keçir. Firn xəttinin orta hündürlüyü buzlağın aşağı və yuxarı sərhədlərinin orta hündürlüyü ilə ($H_y + H_a/0.5$) daha yaxşı uzlaşır (1975-ci ilin məlumatlarına görə). Bu asılıq şəkil 2-də göstərilib və öyrənilməyən buzlaqların qidalanmasının sərhədinin hündürlüyünü müəyyən etmək üçün istifadə edilə bilər.



Şəkil 2. Firn xəttinin (H_f) orta hündürlüyü ilə buzlağın yuxarı (H_y) və aşağı (H_a) sərhəddinin orta hündürlüyü ($H_y + H_a/0.5$) arasında asılıq.

Şimal-şərq yamacdakı buzlaqların maksimal sahəsini müəyyən etmək üçün Bazardüzü daxil olmaqla tədqiq olunan əraziyə yaxın olan Qafqaz ərazisinin buzlaqlarının orta sahələrinin göstəriciləri arasında müqayisəli təhlil aparılmış, əlaqə qrafikləri qurulmuşdur. Bu əlaqədə korrelyativ asılılıq yüksək olmuş ($R=0.93$) və Qafqaz ərazisindəki buzlaqların sahəsinin köməyi ilə tədqiq olunan ərazi buzlaqların maksimal sahəsini qrafik yolla tapıb, müsbət nəticələr alınmışdır. 2011-ci ildə Tufan buzlağında ölçülən və hesablanan məlumatlara əsasən orta sahə 0.48 km^2 olmuşdur. Qrafikdən çıxarılan maksimal sahənin qiyməti isə $0.49-0.50 \text{ km}^2$ alınmışdır. Bu onu göstərir ki, bu üsul Qafqazın az öyrənilən buzlaqlarının sahəsini müəyyən etməyə imkan verir.

Tədqiqatlar göstərir ki, buzlaşma böyüdükcə dəyişkənlik əmsalı C_v artır, lakin onlar arasında dəqiq qanunauyğunluq yoxdur. Bəzi hallarda az buzlaq olan sahələrdə çox buzlaq olan sahələrin C_v -dən böyük olur, bu da onunla izah edilir ki, buzlaq hövzələrinə ancaq iqlim və orografiya təsir etmir, həm də morenlər təsir edir. Assimetriya əmsalı da oxşar vəziyyətdə dəyişir. Çox halda assimetriya əmsalı $C_s > C_v$ olur. Buzlaqda C_s $0-0.23$

aralıqda dəyişir. Buna görə də buzlaq sahəsinin modul əmsallarının (K) qiyməti bütün kiçik və böyük buzlaq ocaqları üçün müəyyən edilmişdir. Bu hesabatlar göstərir ki, K böyük aralıqda 1.08 (Tufan buzlağı) dəyişir.

Ərazidə qar-buzla qidalanan çayların axımının dəyişməsi müxtəlif üsullarla araşdırılmışdır. Axımın çoxillik tərəddüdü sinxron xarakter daşıyır və axımın dövrünlüyü Qudyalçay, Qusarçay, Vəlvələçay, Derkçay-Derk çaylarında çox aydın görünür. 1930-2009 illər üçün 3 xarakterik dövr daha aydın görünür: azsulu dövr 1930-1969, çoxsulu dövr 1970-1996, azsulu dövr 1997-2009 illərdə müşahidə olunmuşdur. Bundan belə nəticə çıxarmaq olar ki, 1930-1955-ci illərə qədər bu bölgənin çaylarının axımında azalma, 1956-1970-ci illərdə isə artma baş vermişdir.

Buzlaqların ablyasiya dövründə (VII-IX) buzlaqlarla qidalanan çayların axımı buzlaqla qidalanmayan çayların axımından 6-10% çoxdur. Belə nisbət buzlaqlardan aşağı çayların tranzit hissəsində alınıb, harada ki, tranzit hissənin uzunluğundan asılı olaraq, çay suları sızmaya, buxarlanmaya görə itkiyə məruz qalır. Buna görə də, buzlaq dilinin qurtaracağında axım tranzit hissənin axımından çox olmalıdır. Lakin buzlaqların ablyasiya dövrü üçün su sərfi buzlaqla qidalanmayan çayların axımından $0.7 \text{ m}^3/\text{s}$ - $0.9 \text{ m}^3/\text{s}$ çoxdur. Beləki, buzlaqdan əriyən suyun həcmi 6-9 mln, litr/sutka, 3 ayda isə (VII-IX) 60-90 mln. litr yüksək keyfiyyətli içməli su almaq olar.

Çayların illik qidalanmasında qar sularının payı 35-40%, yağış sularının payı 30% və qrunt sularının payı isə 35% təşkil edir. Kiçik istisnalar olmaqla bütün məntəqələrdə variasiya əmsallarının qiymətləri vahiddən kiçikdir və yüksəkliyə doğru Cv-nin qiyməti azalır.

Ərazidə axım əmsalı qeyri-bərabər dəyişir və onun qiyməti 0.04-0.79 aralığında olur. Ən yüksək axım əmsalı ən yüksək hündürlüklərə (Qusarçay-Kuzun - 0.82, Qudyalçay-Küpçal - 0.64) aiddir. Aparılan təhlillər Styudent meyarına görə, bütün sıralar üzrə və bütün əhəmiyyətlik səviyyələrinə görə biricinsliyin olduğunu göstərir ki, bu da çoxillik axım zaman sıralarının orta qiymətlərində ciddi dəyişmələrin olmadığını nümayiş etdirir. Lakin, bəzi məntəqələr üzrə dispersiyaların paylanmasında biricinsliyin pozulması müşahidə olunmaqdadır. Məsələn. Ağçay-Cek, Xınalıqçay-Xınalıq və Vəlvələçay-Təngəaltı çaylarının zaman sıraları üçün 5% və 10%-li əhəmiyyətlik səviyyələrinə görə biricinslik pozulmuşdur ki, bu da dispersiyalarda kəskin fərqlərin olması ilə izah oluna bilər. 1%-li əhəmiyyətlik səviyyəsinə görə isə həmin zaman sıralarında biricinslik saxlanmışdır. Digər ərazi çaylarında Fişer meyarına görə aparılan yoxlamaların nəticəsi kimi biricinsliyin qorunması müşahidə olunur.

NƏTİCƏLƏR

1. Çoxillik marşrut qarplanalma məlumatlarına əsasən son 30 ildə qar örtüyünün sıxlığı 12-14% azalmaya məruz qalmışdır. 1990-cı ilə qədər olan dövrə nisbətən son illərdə qar örtüyünün orta əmələ gəlmə və ərimə tarixlərində müvafiq olaraq 3-5 gün gecikmə, 3-7 gün tez ərimə müəyyən edilmişdir. Bu proseslər havanın orta çoxillik temperaturunun artması ilə əlaqədardır (sıfır izotermindəki dəyişikliklərlə bağlı).

2. Son illər qarın hündürlüyünün bəzi hallarda artmasına səbəb yüksəkliklərdə küləyin orta çoxillik sürətinin 0.2 m/san-ə qədər zəifləməsi və onun istiqamətində olan dəyişmələr səbəb ola bilər ki, bunun nəticəsində son 20 ildə qar səthindən sovrulma həcmində 1-3% azalma baş verib. Yüksəkliyin artması qar örtüyünün hündürlüyü, sıxlığı, sululuğu dəyişdiyindən onların variasiya əmsalları qanunauyğun olaraq azalır. Nisbətən alçaq sahələrdə dəyişmənin qradiyenti daha çox, yüksək dağlıq sahələrdə isə zəif olur.

3. Buzlağın hərəkət sürətinin hesablanma metodikasına əsasən 2005-2011-ci illər üçün tədqiq olunan ərazi buzlaqlarının hərəkət sürəti müəyyən edilmişdir. Meteoroloji məlumatlara əsasən buzlağın səthində orta hərəkət sürətinin qısa müşahidə sıralarının uzadılması metodikasından istifadə edilmiş və müsbət nəticələr alınmışdır. Sutkalıq ablyasiyanın intensivliyi yüksəkliklər üzrə azalaraq 0.89-1.3 m³ təşkil edir.

4. İllik kütlə balansının indeksi mövcud metodika əsasında hesablanmış və 2010-cu ilin məlumatlarına görə (-2.3) - (-1.7), firn xətti hündürlüyündə isə onun qiyməti -0.34, faktiki ölçü məlumatlarına əsasən isə (-2.0) təşkil etmişdir. Təklif edilən "balans indeksi" ildaxili buzlağın kütlə balansının tərəddüdünü xarakterizə edir və baza meteostansiyasında müşahidə məlumatına görə asan hesablanır.

5. Buzlaşmanın mümkün olan iqlim dəyişməsinə təsir reaksiyasını müəyyən etmək üçün metodika işlənilmişdir və bu yanaşma buzlağın hərəkətinə görə firn sərhəddinin vəziyyətinin dəyişməsinə hesablamağa imkan verir. Tufan buzlağı üzərində aparılan eksperimental tədqiqatlar nəticəsində onun hazırkı morfo-qlyasioloji göstəriciləri və son illərdə dəyişikliyə məruz qalması müəyyən edilmişdir. Peyk məlumatlarının dəşifrələnməsinə əsasən Qusarçay buzlaqlarının sahəsi 1960-70-ci illərdə 3.2 km², hazırda isə azalaraq 2.9 km² təşkil edir. Firn xəttinin orta hündürlüyündə 95 m, aşağı sərhəddində 120 m, yuxarı sərhəddində isə 80 metrə yaxın dəyişmə (hündürlüyə görə çəkilmə) müəyyən edilmişdir.

Buzlaqların maksimal sahələrini müəyyən etmək üçün qrafiki yolla əldə edilmiş yeni metodika irəli sürülmüş və müsbət elmi nəticələr alınmışdır.

6. Ərazi çaylarının hidroqraflarının parçalanması məlumatları əsasında son illərdə qar suyu ilə qidalanmada 3-5% azalma, yağış suları ilə qidalanmada isə nisbətən artım müşahidə edilmişdir. Çayların ablyasiya dövründəki axımı müəyyən etmək üçün yeni metodikadan istifadə etməklə buzlaqla qidalanan və qidalanmayan çayların axımı hesablanmış və nəticədə buzlaqla qidalanan çayların axımının buzlaqla qidalanmayan çayların axımından 6-10% çox olması müəyyən edilmişdir.

Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıdakı əsərlərdə dərc olunmuşdur:

1. Mənsimov M.R., Əhmədova C.Ə., Musayeva M.A. Müasir iqlim dəyişmələri və Azərbaycan çayları axımının mövsümü dəyişkənliyi. Azərbaycan Coğrafiya Cəmiyyətinin əsərləri, X cild, Bakı-2006. 513-516 s.

2. Musayeva M.A. Dağ buzlaqlarının relyeflə əlaqəsini əks etdirən qlasial- morfoloji xüsusiyyətləri (Böyük Qafqazın təmsalında) AMEA-nın Xəbərləri, yer elmləri. 2012, №3, s.59-62.

3. Musayeva M.A. Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında atmosfer yağışlarının qış və yay fəsiləri üzrə dəyişməsi. BDU-nun Xəbərləri, təbiət elmləri seriyası, 2012, №3, s.167-175.

4. Musayeva M.A. Основные гляциологические особенности северо-восточной части Большого Кавказа в условиях изменения климата и новый этап возобновления их изучения. Qloballaşma və coğrafiya, professor M.A.Müseiyibovun anadan olmasının 85 illik yubileyinə nəşr olunmuş beynəlxalq elmi-praktik konfransın materialları, Bakı, 2012. s. 193-201.

5. Musayeva M.A. Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı ərazisindəki çayların axımının çoxillik təərəddüdü. Azərbaycan Coğrafiya Cəmiyyətinin əsərləri, XVI cild, 2011, s. 243-246.

6. Musayeva M.A. Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacındakı buzlaqların göstəricilərinin statistik təhlili. Azərbaycan Coğrafiya Cəmiyyətinin əsərləri, XVII cild, 2012, s.248-255.

7. Musayeva M.A. Azərbaycanda buzlaqların müasir vəziyyəti. Geologiyanın aktual problemləri, akademik Şəfaət Mehdiyevin 100 illik yubileyinə nəşr olunmuş Respublika elmi konfransının materialları. 2010, s.157.

8. Мусаева М.А. Многолетние изменения температуры воздуха зимой и летом на северо-восточной части Большого Кавказа. Гидрометеорология и Экология, Алматы, 2012, №3, 80-89 с.

9. Мусаева М.А. Современное состояние ледников в результате влияние климатических изменений в Азербайджане. Гидрометеорология и Экология, Алматы, 2012, №4, 96-103 с.

10. Мусаева М.А. Изучение ветрового режима на северо-восточном склоне Большого Кавказа. Казанский (Приволжский) федеральный университет, МСГ СНГ, Росгидромет. Международная научная конференция, Тезисы докладов, 2012. 174 с.

11. Musayeva M.A. Azərbaycan ərazisində Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında qar örtüyünün paylanma xüsusiyyəti və onun içməli su təchizatındakı rolu. 2-ci Xəzər Beynəlxalq su texnologiyaları konfransının materialları, Azərbaycan, Bakı 11 aprel 2014-cü il, s. 333-338.

Матанат Агаяр кызы Мусаева

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА
СНЕЖНО-ЛЕДНИКОВЫЙ ПОКРОВ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО
СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА**

РЕЗЮМЕ

В первой главе диссертационной работы обосновано изучение влияния изменения климата на снежно-ледниковый покров; проанализированы характеристики и дата появления, таяния, а также продолжительности снежного покрова и были выявлены морфоструктурные изменения за последние 30 лет, которые связаны с изменением нулевой изотермы.

Вторая глава диссертационной работы посвящена изменению климата и его влиянию на метеорологические элементы. Выявлено, что в исследуемой территории за последние 30 лет повысилась температура воздуха, почвы, а также увеличилась повторяемость южных ветров.

Третья глава посвящена анализу результатов научно-экспедиционных исследований, проводимых на снежно-ледниковым покрове, в котором определены современные морфометрические показатели ледника Туфан. Одновременно по дешифрированию спутниковых данных, за разные годы, впервые была определена морфометрическая характеристика и выявлены разности изменения высоты фирновой линии, высота нижних и верхних границ ледника. По всем расчетам и измерениям выявлено, что в связи с повышением температуры воздуха, на 25% уменьшилась площадь ледников Гусарчая за последние 50 лет. Кроме этого, впервые были применены существующие методики для расчета массы баланса, годовой аккумуляции, среднегодовой скорости ледника, интенсивности оледенения, плотности ледника.

В четвертой главе определена высота фирновой линии на территории Гусарчая. Были предложены новые методики для определения максимальных площадей ледников, а также для суточных и годовых абляций. Фактические материалы подтверждают правильность данной методики. Из за повышения температуры воздуха летом в последние годы увеличился сток Гусарчая за счет летней абляции.

**Estimation the influence of climatic changes on snow –
glacial cover in the north-eastern slope of Major Caucasus**

SUMMARY

In the first chapter of the thesis is justified the study of impact of climate change on snow and ice cover. Have been analyzed the characteristics and date of emergence, melting and the duration of snow cover and for the past 30 years were identified morphostructural changes, which are associated with change of the zero isotherm.

The second chapter of the thesis is devoted to climate change and effects on meteorological elements. It was revealed that in the study area, for the last 30 years have been increased the temperature of the air, soil and frequency of southerly winds.

The third chapter is devoted to analysis of the results of scientific expedition researches conducted on snow and ice cover, which defines modern morphometric parameters of the glacier Tufan. Simultaneously, as a result of decoding of satellite data in different years, were first defined morphometric characteristics and identified the difference of change of firn line elevation, the height of the lower and upper limits of the glacier. According to all calculations and measurements it was revealed, that in result of the increase in air temperature, glaciers of Gusarchay have been reduced on 25% for the last 50 years. Besides, were first applied the existing methods of calculating of the mass balance, annual accumulation, average speed of the glacier, the intensity of glaciations, the density of glacier.

In the fourth chapter is determined the height of firn line on the territory of Gusarchay. New methodologies have been proposed to determine maximum area of glaciers, as well as daily and annual ablations. The factual materials confirm the correctness of this method. Last years, due to higher summer air temperatures the flow of Gusarchay increased due to summer ablation.

На правах рукописи

МАТАНАТ АГАЯР кызы МУСАЕВА

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ
НА СНЕЖНО-ЛЕДНИКОВЫЙ ПОКРОВ СЕВЕРО-
ВОСТОЧНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА**

5406.01 -Гидрология

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени доктора
философии по географии

БАКУ – 2014