

DAĞ BUZLAQLARININ RELYEFLƏ ƏLAQƏSİNİ ƏKS ETDİRƏN QLASIAL-MORFOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ (Böyük Qafqazın təmsalında)

M.A.Musayeva

*Azərbaycan Respublikası Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi
Hidrometeorologiya Elmi-Tədqiqat İnstitutu
AZ1154, Bakı, Heydər Əliyev pros., 50*

Məqalədə Böyük Qafqaz buzlaqlarının qlasial-morfoloji xüsusiyyətlərini əks etdirən məlumatlardan istifadə etməklə, Azərbaycanın yüksək dağlıq buzlaqları tədqiq edilmiş və bir sıra müsbət nəticələr alınmışdır. Böyük Qafqazın şimal-şərq hissəsinin yüksək dağlıq ərazisinə aid ölçü məlumatları çox az olduğu üçün mövcud metodikadan istifadə olunmuş və alınan nəticələr faktiki məlumatlarla yoxlanılaraq onlar arasında müsbət korrelyasiya müəyyən edilmişdir.

Hipsometriya, iqlim şəraiti, xüsusən yağıntı və havanın temperaturu buzlaqların şaquli inkişafına mühüm dərəcədə təsir edir. Böyük Qafqazda buzlaqların aşağı sərhədi iqlim şəraiti ilə sıx bağlıdır və təbii ki, qanunauyğun halda şərqə doğru yağıntının miqdarının azalmasından asılı olaraq sərhəd yuxarı qalxır. Qusarçay hövzəsində dağ buzlaqlarının aşağı sərhədi şimal yamacda 3700-3800 m, yuxarı sərhədi isə silsilələrin suayırıcı xəttinin qərbdən şərqə göstərilən istiqamətdə yüksəlməsilə əlaqədar 4100 m-ə qədər yüksəlir.

Iqlimin və relyefin kompleks şəkildə göstəricisi firn xətti və ya buzlaqların qidalanma sərhədidir. Firn xətti – yağıntı və havanın temperaturunun buzlaqda qoyduğu işarədir. Bunların hər ikisi (yağıntı və havanın temperaturu) buzlağın təsvirində öz xüsusi iştirakını göstərir; yağıntılar firn xəttini aşağı salır, havanın temperaturu isə onu yuxarı qaldırır. Bu sərhəd buzlaq dilinin qurtaracağı hündürlüyünün dəyişməsi ilə xarakterizə olunur. Qusarçayda qidalanma sərhədi 3940 m-dən keçir. Firn xəttinin orta hündürlüyü buzlağın aşağı və yuxarı sərhəd hündürlüyünün orta göstəricisi ilə yaxşı uzlaşır (1975-ci ilin məlumatlarına görə). Bu asılılıq 1-ci şəkildə göstərilib və öyrənilməyən buzlaqların qidalanmasının sərhədinin hündürlüyünü müəyyən etmək üçün istifadə edilə bilər. 2011-ci ildə Tufan buzlağında aparılan ölçü işlərinin nəticəsinə görə ($H_a=3800$ m, $H_y=4100$ m), $(H_y+H_a/2) = 3950$ m təşkil edir. Firn xətti isə təxminən 4000 m-dir. 3300-3700 m aralığında isə çoxillik qar yerləşir.

Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacındakı buzlaqların maksimal sahəsini müəyyən etmək

üçün Azərbaycanın yüksək dağlıq ərazisinə yaxın olan Gürcüstan ərazisinin buzlaqlarının orta sahələrinin qiymətləri ilə Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı buzlaqları sahələrinin müvafiq göstəriciləri arasında $\bar{F} = f(\bar{F})$ asılılıqlar təhlil edilmişdir (2-ci şəkil). Müəyyən edilmişdir ki, bu asılılıqlar arasında kifayət qədər qanunauyğunluqlar mövcuddur və korrelyasiya əmsalı 0,93-ə bərabərdir ($R=0,93$).

İkinci şəkildən göründüyü kimi, $\bar{F} = f(\bar{F})$ asılılığında korrelyasion asılılıq kifayət qədər yüksəkdir və bununla Gürcüstan ərazisindəki buzlaqların sahə göstəricilərindən asılı olaraq, Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı ərazisindəki buzlaqların maksimal sahəsini təyin etmək olar. Bunun üçün əvvəlcə Gürcüstan ərazisindəki buzlaqların orta və maksimal sahə qiymətləri arasında $\bar{F} = f(F_{\max})$ asılılıq qrafiki qurulmuşdur. Daha sonra bizim buzlaqların orta sahə qiymətlərinin köməyi ilə qrafikdən sahənin maksimal qiymətləri çıxarılmışdır. Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı ərazisindəki buzlaqların sahəsinin orta qiyməti ilə çıxarılmış maksimal qiymətləri (bizim ərazi üçün) arasında əlaqə qrafiki qurulmuşdur (3-cü şəkil).

Qrafikdən göründüyü kimi, korrelyasiya əlaqəsi çox yüksəkdir ($R=0,99$). Bu qrafiklər 1975-ci ilin məlumatlarına əsasən qurulmuş və o buzlaqların məlumatlarından istifadə edilmişdir ki, onların göstəriciləri bizim buzlaqlara yaxındır.

2011-ci ildə Tufan buzlağında ölçülən və hesablanan məlumatlara əsasən, orta sahə 0,48 km² olmuşdur. Qrafikdən çıxarılan maksimal sahənin

qiyməti Tufan buzlağı üçün 0,50-0,52 km² alınmışdır. Bu üsul Qafqazın az öyrənilən buzlaqlarının sahəsini müəyyən etməyə imkan verir (Сванидзе, Цома, 1988).

Buzlaqların sahəsi ərazisinə və zamana görə çox dəyişir. Bu dəyişmənin statistik təhlilini aparmaq üçün aşağıdakı düsturlardan istifadə edilmişdir:

$$\bar{F} = (\sum F) / n; \quad (1)$$

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum (K-1)^2}{n-1}}; \quad (2)$$

$$C_s = \frac{\sum (K-1)^3}{(n-1)C_v^3}; \quad (3)$$

$$P = \frac{m}{n+1} 100\%; \quad (4)$$

F_{orta} – buzlaqların orta sahəsi, km²;

$\sum F$ – buzlaqların ümumi sahəsinin cəmi, km²;

N – buzlaqların sayı; C_v – variasiya əmsalı;

C_s – asimmetriya əmsalı;

K – modul əmsalı = (F_m/F_{orta}) ;

P – təminat, %; m – buzlaqların sahəsinin qiymətlərinin sıra nömrəsi, azalma sırası ilə verilir.

Lakin yuxarıdakı düsturlarla statistik analizin aparılması buzlaqdan məlumat azlığına görə müəyyən çətinlik törədir. Ona görə də az öyrənilən istənilən buzlaşma rejiminin növü üçün aşağıdakı düsturlardan istifadə edilməsi təklif olunur (Голодковская, 1981).

$$C_v = K^{0.45} - 1 \quad (5)$$

Bu düstur bütün növ rejimli buzlaşma üçün C_v -ni müəyyən etməyə imkan verir. C_s dəyişməsi

bütünlüklə C_v və K dəyişməsilə uyğunlaşır və çox sıx asılılıq alınır ki, bu da C_s və K arasında əlaqənin məqsədlər üçün yararlılığını göstərir və aşağıdakı düstur ilə ifadə edilir;

$$C_s = (K-1)^{0.58} \quad (6)$$

hansı ki, C_s – istənilən buzlaşma rejiminin növünü müəyyən etməyə imkan verir.

Bu düsturları praktiki məqsədlər üçün istifadə etmək olar və bunu ölçü məlumatlarının hesablanması da təsdiqləyir. Bu məqsədlə Tufan buzlağına axırncı ekspedisiya zamanı (2011-ci il) əldə edilmiş ölçü məlumatlarından istifadə edilmişdir.

Əlbəttə, buzlağın sayının və ölçü məlumatlarının az olması səbəbindən C_v və C_s -in əsas düstur ilə hesablanması təxminidir, lakin hər iki düstur ilə hesablamanın qiymətinin müqayisəsi onların hər ikisinin nəticəsinin bir-birinə nisbətən yaxın alınması onu göstərir ki, bu kəmiyyətlərdən buzlaq rejiminin istənilən dövrü üçün və praktiki məqsədlər üçün istifadə edilə bilər.

Buzlaq sahəsinin C_v və C_s -nin müxtəlif qiymətləri iqlimin, oroqrafiyanın, moren çöküntülərinin, yüksəklik vəziyyətinin və başqalarının təsiri ilə izah edilir. Sözsüz ki, bu amillərin qeydiyyatı hesabların keyfiyyətini yaxşılaşdırmağa imkan verir. C_v və C_s -in tədqiqat nəticələri göstərir ki, onların hesablanması üçün vacib başlangıç parametrləri K əmsalıdır, o, buzlaq sahələrinin tənzimləmə dərəcəsini xarakterizə edir və iqlimin, oroqrafiyanın, yüksəklik vəziyyətinin, moren çöküntülərinin və başqa amillərin buzlaq sahəsinin ölçülərinə kompleks təsirinə göstəricisi hesab edilir. Qusarçay hövzəsinin 8 buzlağı üçün hesablanmış C_v , C_s və başqa xarakteristikalar cədvəldə göstərilmişdir (1975-ci ilin buzlaq kataloqunun məlumatına görə) (Каталог ледников, 1975).

Buzlağın statistik xarakteristikalarının göstəriciləri

Buzlaq Qusarçay hövzəsi (1975)	Buzlağın sahəsi, km ²		K	C_v (5) düsturla	C_s (6) düsturla
	F_{orta}	$F_{max.}$			
Şahdağ	1,6	1,69	1,08	0,035	0,23
Qovdan	0,2	0,21	1,05	0,022	0,18
Bazardüzü	0,4	0,43	1,02	0,009	0,10
Bazaryurd 1	0,1	0,1	1,0	0	0
Yatıxdərə 1	0,2	0,21	1,05	0,022	0,18
Yatıxdərə 2	0,1	0,1	1,0	0	0
Bazaryurd 2	0,1	0,1	1,0	0	0
Tufan	0,5	0,53	1,04	0,018	0,15

Göründüyü kimi, C_v buzlaşma böyüdükcə böyüyür, lakin onların arasında dəqiq qanunauyğunluq yoxdur. Bəzi hallarda az buzlaq olan sahələrdə C_v çox buzlaq olan sahələrin C_v -dən böyük olur, bu da onunla izah edilir ki, buzlaq hövzələrinə ancaq iqlim və orografiya deyil, həm də moren çöküntüləri təsir edir. Nisbətən böyüksahəli buzlaq olsa da, səthinin bəzi hissələri çöküntü materialları ilə örtülü olduğu üçün ölçülərini qoruyub saxlayır, kiçik buzlaqların səthi isə çöküntü materiallarından azad olduğu üçün ölçüləri çox kiçilir. Çox güman ki, müasir iqlim dəyişmələrinin təsiri nəticəsində hazırda Qovdan, Yatıxdərə-1, Yatıxdərə-2 buzlaqlarının əriyib yoxa çıxması ehtimal olunur, onların yerində isə çoxillik qar örtüyü qalmışdır.

Asimmetriya əmsalı da analoji vəziyyətdə dəyişir. Çox halda $C_s > C_v$ olur. Buzlaqda C_s bu aralıqda dəyişir (0-0,23).

Buzlaqların sahələrində C_v və C_s dəyişmələri qanunauyğun xarakter daşıyır. C_v dəyişməsi həm orta, həm də böyükölçülü buzlaqların sahələrinin dəyişməsi ilə uzlaşır. Kiçiksahəli buzlaqlarda C_v -nin kiçik qiyməti müşahidə edilir.

Buzlaqda olan rütubət ehtiyatı buzlaq su ehtiyatlarının vacib xarakteristikasını əks etdirir və buzlağın qalınlığının və həcmnin ölçü məlumatlarına görə müəyyən edilir. Ölçü məlumatlarından əlavə, buzlağın həcmi qiymətləndirmək üçün buzlaq səthinin sahəsindən (F , km^2) asılı olaraq bu düsturdan istifadə edilir:

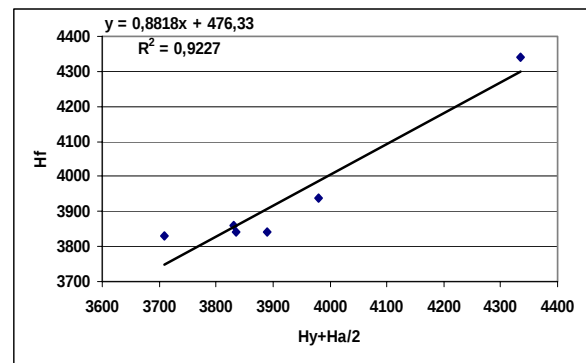
$$W = 0,027F^{1.5} \quad (7)$$

və ya bir neçə buzlağın səthinin ümumi sahəsindən $F_{\text{ümumi}}$ və onların ümumi sayından asılı olaraq (Голубев, 1976; Журавлев, 1980);

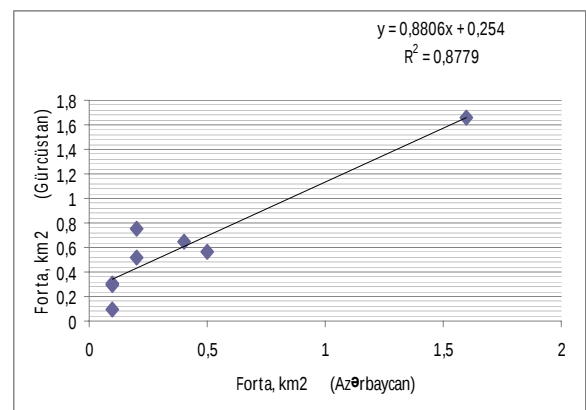
$$W = 0,04 F_{\text{ümumi}}^2 / n = 0,051 \text{ km}^3; \quad (8)$$

(1975-ci il üçün) düsturundan istifadə edilir. Tufan buzlağının həcmi isə hazırda $0,01 \text{ km}^3$ təşkil edir (həm 2011-ci ilin ölçü məlumatlarının hesablanmasına görə, həm də 8-ci düsturundan istifadəyə görə).

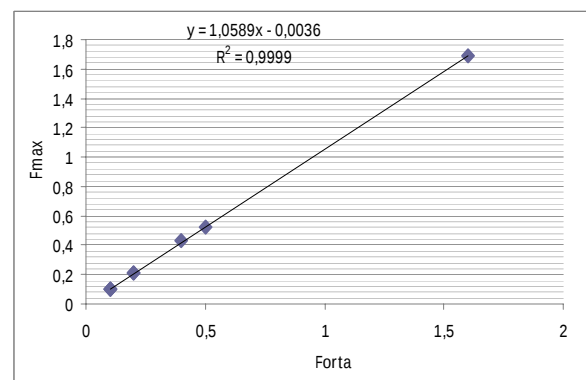
Bu düsturların ayırı-ayrı müəlliflər (Журавлев, 1980; Котляков, Инашвили, 1976; Голодковская, 1981) və bizim tərəfimizdən aparılan hesablanmasının nəticəsinin qiymətləndirilməsi aparılmışdır və nəticə göstərmişdir ki, birinci düstur kiçik xətalər verir. Bunu ölçü məlumatları da sübut edir.



1-ci şəkil. Firn xəttinin orta hündürlüyü ilə buzlağın yuxarı və aşağı sərhədinin orta göstəricisi ($H_y + H_a / 2$) arasında asılılıq



2-ci şəkil. Gürcüstan ərazisində olan buzlaqların orta sahəsi ilə Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı ərazisindəki buzlaqların orta sahəsi arasında asılılıq qrafiki



3-cü şəkil. Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı ərazisindəki buzlaqların orta sahəsi ilə maksimal sahəsi arasında əlaqə qrafiki

Alınmış nəticələr

1. Müəyyən edilmişdir ki, firn xəttinin orta hündürlüyü buzlağın aşağı və yuxarı sərhəd hündürlüyünün orta göstəricisi ilə yaxşı uzlaşır. Bu

asilılığın köməyi ilə öyrənilməyən buzlaqların qidalanmasının sərhədinin hündürlüyünü müəyyən etmək olar. Bu baxımdan 2011-ci ildə Tufan buzlağında aparılmış ölçü məlumatlarına əsasən, asılılığın köməyi ilə firn xəttinin təxminən 4000 m-dən keçməsi təsdiqlənmişdir.

2. Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacının yüksək dağlıq ərazisindəki buzlaqlara aid ölçü məlumatları çox az olduğu üçün mövcud metodikalar Azərbaycan şəraitinə tətbiq edilmişdir. Gürcüstanın yüksək dağlıq ərazisindəki buzlaqlarla və Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacındakı buzlaqların orta sahələrinin qiymətləri arasındakı asılılıqların təhlili zamanı müəyyən edilmişdir ki, onlar arasında kifayət qədər korrelyativ əlaqələr mövcuddur və korrelyasiya əmsalı $R=0,93$ -ə bərabərdir.

3. Metodikaya əsasən, Gürcüstanın yüksək dağlıq ərazisindəki buzlaq sahələrinin maksimal qiymətlərinin köməyi ilə Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacındakı buzlaqların sahəsinin maksimal qiymətləri tapılmışdır. Tufan buzlağının 2011-ci ildəki orta sahəsinin qiymətinin ($0,48 \text{ km}^2$) köməyi ilə qrafikdən çıxarılan maksimal sahənin qiyməti $0,50$ - $0,52 \text{ km}^2$ təşkil etmişdir.

4. Məlumat azlığına görə mövcud statistik düsturlarla buzlaqların sahəsinin ərazisini və zamanla görə dəyişməsinə müəyyən etmək mümkün olmamışdır. Mövcud metodikanın köməyi ilə

müəyyən edilmişdir ki, variasiya əmsalı (C_v) və asimmetriya əmsalı (C_s) buzlaq sahə böyüdükcə böyüyür, lakin onların arasında dəqiq qanunauyğunluq yoxdur.

5. Buzlağın həcmi qiymətləndirmək üçün buzlaq səthinin sahəsindən asılı olan düsturdan istifadə olunmuşdur və 1975-ci ilin məlumatına görə, 8 buzlağın həcmi $0,051 \text{ km}^3$ təşkil etmişdir. 2011-ci ilin ölçü və hesab məlumatına əsasən, Tufan buzlağının həcmi $0,01 \text{ km}^3$ təşkil etməsi mövcud metodikanın yararlılığını sübut edir.

ƏDƏBİYYAT

- ГОЛОДКОВСКАЯ, Г.А. 1981. Лихометрия морен и динамика ледников северного макросклона Центрального Кавказа за последние 700 лет. *Известия АН СССР. Сер. геогр.*, 6, 82-91.
- ЖУРАВЛЕВ, А.В. 1980. Определение объема горных ледников по данным радиозондирования с вертолета. *Материалы гляциологических исследований. Хроника, обсуждения*, 17, 140-148.
- КАТАЛОГ ЛЕДНИКОВ СССР. 1975. Том 9, Выпуск 4. Восточное Закавказье, Часть 1, Бассейн р.Кусарчай. Гидрометеиздат. Ленинград.
- КОТЛЯКОВ, В.М., ИНАШВИЛИ, Ш.В. 1976. Ледники южного склона Большого Кавказа. *Материалы гляциологических исследований. Хроника, обсуждения*, 25, 61-67.
- СВАНИДЗЕ, Г.Г., ЦОМАЯ, В.Ш. (под ред.). 1988. Водные ресурсы Закавказья. Гидрометеиздат. Ленинград.

Мəqaləyə c.e.d. E.K.Əlizadə rəy vermişdir