

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi  
Bakı Dövlət Universiteti

**F.Ə.İMANOV**

# **ÇAY AXIMI**

*Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi Elmi-metodiki şurası  
Coğrafiya bölməsinin 28.12.2001-ci il tarixli 03 sayılı iclas protokolu  
ilə ali məktəb tələbələri üçün dərs vəsaiti kimi tövsiyə edilmişdir.  
(əmr № 38, 11.01.2002)*

Bakı – 2002

Elmi redaktor: coğrafiya elmləri doktoru,  
prof. M.Ə.Məmmədov

Rəyçilər: coğrafiya elmləri doktoru  
R.N.Mahmudov

coğrafiya elmləri namizədi,  
dos. R.H.Daşdıyev

551.4  
+ 1148

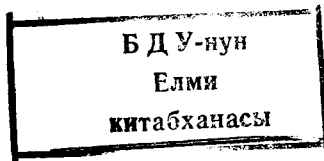
İmanov F.Ə. Çay axımı. 2001, 208 s.

Dərs vəsaitində çay axımının tədqiqi üsullarına baxılmış, onun əsas xarakteristikalarının əmələgəlmə şəraitinə təsir edən fiziki-coğrafi amillər təhlil olunmuş və onların ərazi üzrə paylanma qanunauyğunluqları göstərilmişdir.

Dərs vəsaiti Bakı Dövlət Universitetinin coğrafiya fakultəsində təhsil alan bakalavr tələbələr üçün nəzərdə tutulsa da, müvafiq ixtisaslı magistr və aspirantlar üçün də faydalı ola bilər.

501805

İ 1805010000-12 - 2002  
M658(07)-09



© BDU nəşriyyatı, 2002

## G İ R İ Ş

«Çay axımı» fənninin əsas vəzifəsi çayın sululuğunu müəyyən edən təbii şəraiti, hidroloji xarakteristikalarla onların əsas fiziki-coğrafi amilləri arasında səbəb-nəticə əlaqələrini öyrənməkdir. Çay axımının əmələgəlməsi mürəkkəb və çoxamilli təbii hadisə olduğu üçün axım prosesi onun formalaşdığı coğrafi mühitin hərtərəfli təhlili əsasında öyrənilməlidir. Buna görə də həm ümumi fiziki-coğrafi, həm də regional qanunauyğunluqları nəzərə alan coğrafi-hidroloji tədqiqat üsullarının təhlilinə geniş yer verilməlidir.

Hidrologiyanın müasir inkişaf səviyyəsində çay axımının əsas xarakteristikalarının-illik axım və onun il ərzində paylanması, maksimal və minimal axımın və s. əmələgəlmə xüsusiyyətləri müstəqil öyrənilir. Bu da dərs vəsaitində öz əksini tapmışdır.

Bu kursun əsas vəzifələrindən biri də çayların su rejimi fazalarının coğrafi qanunauyğunluqları, ətraf mühitlə qırılmaz əlaqəli hidroloji hadisələrin öyrənilməsində fiziki coğrafiyanın əsas müddəaları ilə hidroloq tələbələri tanış etməkdir. Bu məqsədlə çay axımının müxtəlif təbii zonalar və dağ sistemlərinin yüksəklik qurşaqları üzrə paylanma qanunauyğunluqlarına baxılmışdır.

Dərs vəsaiti hazırlanarkən keçmiş SSRİ məkanında çap olunmuş dərslik və monoqrafiyalardan, Qərb ölkələrində yerinə yetirilmiş müxtəlif eksperimental tədqiqatların nəticələrindən geniş istifadə olunmuşdur.

«Çay axımı» kursu «Hidroloji hesablamalar» fənninin öyrənilməsi üçün hazırlıq mərhələsidir, çünki çay axımının müxtəlif xarakteristikalarının hesablanma üsulları onların fiziki-coğrafi amillərinin təhlilinə əsaslanır. Tələbələrin bu kursda aldıkları biliklər «Hidroloji proqnozlar» və «Hidroloji prosesləri riyazi modelləşdirmə» fənnlərini öyrəndikdə də faydalı olacaqdır.

Bu kursda tədris olunan bir sıra məsələlər «Ümumi hidrologiya» və «Qurunun hidrologiyası» fənnləri ilə kəşifir.

Buna görə də təkrarlara yol verilməsin deyə müvafiq kurslara istinadlar edilir.

Tədris olunan nəzəri materialların daha yaxşı mənimsənilməsi üçün hər bir fəslin sonunda yoxlama suallar, dərş vəsaitinin axırında isə terminlər göstəricisi verilmişdir.

Müəllif dərş vəsaitinin əlyazması hazırlanarkən verdikləri qiymətli məsləhətlərə görə prof., coğr. elm. doktoru M.Ə.Məmmədova, coğr. elm. doktoru R.N.Mahmudova, dos., coğr. elm. namizədi R.H.Daşdıyevə dərin minnətdarlığını bildirir.



# 1. ÇAY AXIMININ TƏDQIQI ÜSULLARI

## 1.1. ÇAY AXIMININ XARAKTERİSTİKALARI

*Çay axımının* əsas xarakteristikası *su sərfidir*  $Q(\text{m}^3/\text{s})$ . O, konkret zaman intervalı üçün (sutka, dekada, ay, mövsüm, il və s.) orta qiymət kimi hesablanır. Bu hesablamalar ölçülmüş su sərfəri haqqında məlumatların əsasında yerinə yetirilir. Orta sutkalıq, aylıq və illik su sərfəri, həmçinin ekstremal (maksimal və minimal) su sərfəri daha tez-tez istifadə olunur. Su sərfinin kəmiyyəti çox kiçik olduqda, onu litr/san ilə ifadə etmək olar.

Çay axımının başqa xarakteristikaları-axım modulu, axım layı və axım həcmi su sərfərinə görə təyin olunur.

*Axım modulu*  $q$  ( $1/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$ ) vahid zamanda sutoplayıcı sahənin  $1 \text{ km}^2$ -dən daxil olan suyun miqdarıdır:

$$q = \frac{Q \cdot 10^3}{F} \quad (1.1)$$

burada  $F$ -sutoplayıcının sahəsi;  $10^3$ -kubmetrdən litrə keçid əmsəlidir.

*Axım layı*  $h$ (mm) müəyyən zaman ərzində hövzədən keçən və sutoplayıcının sahəsində bərabər paylanmış su layının hündürlüyüdür:

$$h = \frac{Q \cdot t}{10^3 \cdot F} \quad (1.2)$$

burada  $t$ -zamandır, san.

*Axım həcmi*  $W$  ( $\text{km}^3$  və ya  $\text{m}^3$ ) çayın en kəsiyindən müəyyən zaman ərzində keçən suyun miqdarıdır:

$$W = Q \cdot t \quad (1.3)$$

## AXIMIN ƏSAS XARAKTERİSTİKALARININ NİSBƏTİ [7]

Xarakte- ristika	$Q$ m <sup>3</sup> /s	$Q$ l/(s·km <sup>2</sup> )	H mm	W m <sup>3</sup>
$Q$	-	$10^{-3}qF$	$10^3hFt^{-1}$	$Wt^{-1}$
$Q$	$10^3 QF^{-1}$	-	$10^6ht^{-1}$	$10^3WF^{-1}t^{-1}$
H	$10^{-3} QF^{-1}t$	$10^{-6}qt$	-	$10^{-3}WF^{-1}$
W	$Qt$	$10^{-3}qFt$	$10^3hF$	-

Çay axımının tədqiqində modul əmsalı və axım əmsalından da tez-tez istifadə olunur.

*Modul əmsalı* (K) axımın  $i$  qiymətinin onun orta çoxillik qiymətinə nisbətidir:  $K_i = Q_i / Q$

*Axım əmsalı* axımın onu əmələgətirən yağıntılara nisbətidir.

Çay axımının xarakteristikalarının təyini dəqiqliyi müxtəlifdir və ilk növbədə su sərfələrinin ölçülmə dəqiqliyindən asılıdır.

Su sərfi aşağıdakı qaydada yuvarlaqlaşdırılır: su sərfi 100 m<sup>3</sup>/s-dən böyük olduqda yalnız tam ədədlər göstərilir: 275, 1750, 12600 m<sup>3</sup>/s. İnterval 10-100 m<sup>3</sup>/s olduqda, qiymətlər onda birə qədər (12,5; 97,2 m<sup>3</sup>/s), 0,01-10 m<sup>3</sup>/s olduqda yüzdə birə qədər (9,81; 1,05; 0,35 m<sup>3</sup>/s) və su sərfi 0,01 m<sup>3</sup>/s-dən kiçik olduqda isə mində birə qədər yuvarlaqlaşdırılır.

Axım modulunun qiymətindən asılı olaraq yuvarlaqlaşma 0,01 l/(s·km<sup>2</sup>)-dən tam ədədə qədər yerinə yetirilir:  $q < 10$  l/(s·km<sup>2</sup>) olduqda - 0,05; 1,25 l/(s·km<sup>2</sup>),  $q \geq 10$  l/(s·km<sup>2</sup>) olduqda isə - 10,5; 21 l/(s·km<sup>2</sup>).

Axım layı iki-üç qiymətli rəqəmə qədər yuvarlaqlaşdırılır: 75; 245 mm.

Axım həcmi üç qiymətli rəqəmə qədər yuvarlaqlaşdırılır:  $45,6 \cdot 10^6$ ;  $256 \cdot 10^6$ ;  $1120 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup>/sut.

## 1.2. HİDROLOJİ MƏLUMATLARIN GENETİK TƏHLİLİ

Şəkil 4.

Hidroloji məlumatların təhlilində müxtəlif üsullardan istifadə olunur. Bu, hidroloji proseslərin mürəkkəbliyi, onların coxsaylı təbii amillərdən asılılığı, müxtəlif fiziki-coğrafi şəraitlərdə eksperimental tədqiqatların və cöl müşahidələrinin kifayət qədər olmaması ilə bağlıdır. Cay hövzələrində iqlim, relyef, geoloji quruluş və s. müxtəlif olduğu üçün, səth və yeraltı axımın əmələgəlmə şəraiti, gətirmələrin nəql olunması, rütubətin akumuliyasıya və itgi prosesləri də müxtəlifdir.

Cay axımı haqqında faktik materialın genetik təhlilində məlumatların mənşəyi və fiziki prosesin sonrakı inkişafı nəzərə alınır. *Genetik təhlil* coğrafi tədqiqat metodları sırasına daxildir. Cay hövzəsində axımın yaranma xüsusiyyətlərinin tədqiqi nəticəsində axımın genetik nəzəriyyəsi işlənmiş və axımın genetik düsturu alınmışdır (bax. bölmə 7.4). Axımın yaranma şəraitinin müxtəlif fiziki-coğrafi zonalarda öyrənilməsi və bu şəraitin ərazinin hidroloji rayonlaşdırılmasında və ya cayları su rejiminə, qida mənbələrinə görə tiplərə böldükdə nəzərə alınması, genetik əsasda cayların təsnifatını yerinə yetirməyə imkan verir (bax. bölmələr 4.2 və 4.3).

Genetik üsul axım xarakteristikaları ilə onların kəmiyyətini müəyyən edən müxtəlif fiziki-coğrafi amillər arasında empirik əlaqələrin təhlilində istifadə edilir. Maksimal və ya minimal axım modulunun cay hövzəsinin orta hündürlüyündən asılılığı belə əlaqələrə misaldır.

Genetik təhlildə geniş istifadə olunan üsullardan biri də 1931-1933-cü illərdə V.Q. Qluşkovun təklif etdiyi *coğrafi-hidroloji metod*dur. Bu metod coğrafi tədqiqat metoduna əsaslanır və coğrafi landşaftın elementləri arasında əlaqələrin müəyyən edilməsini nəzərdə tutur. Metodun əsas ideyası Yerin coğrafi təbəqəsində baş verən təbii hadisə və

proseslərin vəhdətinin və qarşılıqlı əlaqədə olmasının nəzərə alınmasıdır.

Metodun əsasını quru sularının tədqiqinə kompleks yanaşma, hidroloji proseslərə təbii amillərin təsirinin öyrənilməsi, konkret coğrafi şəraitdə onların təzahürünün müəyyən edilməsi və bunun əsasında baxılan regionda səbəb-nəticə əlaqələrinin aşkar edilməsi təşkil edir.

Azulu və çoxsulu fazalarda çay axımının formalaşma xüsusiyyətlərini öyrənərkən bu metod geniş istifadə edilə bilər.

Hidroloji analogiya, coğrafi interpolyasiya, su balansı, axım izoxronları, hidroloji-hidrogeoloji metodlar coğrafi-hidroloji metodun xüsusi hallarıdır.

*Hidroloji analogiya* üsulunun əsasını öyrənilməmiş çayla eyni fiziki-coğrafi şəraitdə yerləşən, axımı üzərində kifayət qədər müşahidələr olan oxşar çayın seçilməsi təşkil edir. Oxşar çayın hidroloji xarakteristikaları öyrənilməmiş çaya şamil edilir və ya onun uyğun xarakteristikalarını təyin etmək üçün istifadə edilir.

Hidroloji analogiya metodunun iki tətbiq variantı var: birbaşa və dolayı analogiya.

*Birbaşa analogiya* etibarlı oxşar çay olduqda istifadə edilir. *Dolayı analogiya* isə hidroloji xarakteristikaların müxtəlif fiziki-coğrafi amillərlə empirik əlaqələrin və axım izoxətləri xəritələrinin tərtib edilməsi və istifadəsi zamanı tətbiq edilir (bax. bölmə 1.3).

*Coğrafi interpolyasiya* üsulu coğrafi landşaftlar növbələndikcə çay axımının dəyişməsinə nəzərə alır və belə hesab edilir ki, hidroloji xarakteristikalar ərazi üzrə fasiləsiz dəyişir. Əgər konkret ərazi hidroloji baxımdan yaxşı öyrənilmişdirsə, onda hidroloji xarakteristikalar müşahidə məntəqələrinin məlumatlarını birbaşa interpolyasiya yolu ilə təyin oluna bilər. Məntəqələr nə qədər yaxın, landşaft tipinin dəyişkənliyi nə qədər az olarsa, interpolyasiya bir o qədər dəqiq nəticə verir.

*Hidroloji-hidrogeoloji metod* çaylara yeraltı axımı kəmiyyətcə qiymətləndirdikdə tətbiq edilir.

### 1.3. AXIM XƏRİTƏLƏRİ

*Axım izoxətləri xəritələri* hidroloji xarakteristikaları ümumiləşdirmə üsullarından biridir. Bu xəritələrin tərtibi fiziki qanunlara əsaslanır. Hidroloji xəritələrin nəzəri əsasını müəyyən tarixi dövr ərzində ərazinin orta rütubətlənmə səviyyəsinin dəyişməzliyi və çayların hidroloji rejiminin coğrafi zonallıq qanununa müvafiq dəyişməsi təşkil edir. Bu, çay axımının ilk növbədə iqlim amillərindən asılı olması ilə əlaqədardır.

Hər hansı bir təbii zonada su rejimi axımın çoxillik tərəddüdlərinin ən səciyyəvi xüsusiyyətlərini özündə əks etdirən çaylar, *zonal rejimli çaylar* adlanır. Yerli amillərin (göllər, bataqlıqlar, karst və s.) təsiri nəticəsində su rejimi zonal çayların rejimindən fərqlənən çaylar *azonal rejimli çaylar* adlanır. Əgər çay axımı bir neçə təbii zonada formalaşarsa və çayın su rejimi mürekkəb xarakter daşıyarsa, belə çaylar *polizonal rejimli çaylar* adlanır.

Axım izoxətləri xəritələri zonal rejimli çayların axım məlumatları əsasında tərtib edilir, çünki onlar xarakteristikanın ərazi üzrə zonal dəyişməsinə əks etdirir. Bu amillərin ərazi üzrə dəyişməsi tədricən, lakin müxtəlif intensivliklə baş verir. Bu, iqlim proseslərinin çoxillik gedişi və hövzənin səth xüsusiyyətləri ilə əlaqədardır. Buna görə də axım izoxətləri xəritələri axımın yerli, *azonal amillərin* təsiri ilə bağlı dəyişmələrini əks etdirmir. *Yerli amillərin* təsiri nəticəsində kiçik çayların axımı zonal rejimdəkindən kəskin fərqlənə bilər. Müxtəlif təbii zonalarda və iqlim şəraitində axımı formalaşan polizonal rejimli çayların da axım xarakteristikaları zonal axımdan kəskin şəkildə az və ya çox ola bilər.

Çayın üzərindəki hidrometriya mövqeyində qeydə alınan çay axımı, mövqedən yuxarıda yerləşən hövzə

hissəsində formalaşmış axımın inteqral göstəricisidir. Ona görə də axım xəritələri tərtib edilərkən axımın kəmiyyəti sutoplayıcı sahənin ağırlıq mərkəzinə aid edilir. Axım modul və ya lay ilə ifadə olunur. Düzən çayları üçün axım izoxətləri qonşu çay hövzələrinin ağırlıq mərkəzləri arasında düzxətli interpolyasiya yolu ilə keçirilir. Dağlıq ərazilərdə isə axımın hövzənin hündürlüyündən asılılığı nəzərə alınır. Bunun üçün axım modulunun sutoplayıcının orta hündürlüyündən asılılıq qrafiki qurulur və axımın hündürlüyə görə dəyişməsinin qradienti təyin olunur. Sutoplayıcı sahənin mərkəzinin hündürlüyünə görə axım modulu bu qrafikdən birbaşa da hesablanıla bilər.

Axım izoxətlərinin addımı, yəni qonşu izoxətlər arasında axım fərqi, axım modulu ( $q$ ) (və ya axım layı) və onun orta kvadratik xətasının iki mislini ( $\pm 2\sigma$ ) nəzərə almaqla seçilir. İzoxətlərin addımı axımın təyininin mümkün xətasından böyük olmalıdır.

*İzoxətlərin addımı* ( $T$ ) aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$T = 4\sigma q \quad (1.4)$$

Konkret bir ərazi üçün axım xəritəsi tərtib edildikdə izoxətlərin addımı sabit və ya fiziki-coğrafi şəraitdən asılı olaraq müxtəlif cür təyin edilə bilər. Praktikada izoxətlərin addımı 0,1;0,2;0,5;1,0;2,0;5,0 və ya  $10 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$  olur. Qapalı izoxətlər keçirildikdə onların mərkəzində konkret sutoplayıcının mərkəzi üçün faktik axımın ən böyük və ya ən kiçik qiymətini göstərmək məqsədəuyğundur. Bu, qapalı izoxətlərin daxilində yerləşən çayların axımının təyininin asanlaşdırır və onun dəqiqliyini artırır.

Düzən ərazilər üçün axım xəritələri tərtib edildikdə kompyuterdən istifadə oluna bilər. Bu halda optimal və polinomial interpolyasiya metodları tətbiq edilir.

İzoxətli xəritələrə görə, axımın təyininin etibarlılığı aşağıdakılardan asılıdır:

- ilkin hidrometriya məlumatlarının xətalərindən;

- xəritə tərtib edilərkən istifadə olunan axım sıralarının uzunluğundan;

- axımın zamana görə dəyişkənliyindən (variasiya əmsalından);

- xəritə tərtib edilən ərazidə hidrometriya şəbəkəsinin sıxlığından;

- relyefin bircinslilik dərəcəsiindən;

- xəritənin miqyasından;

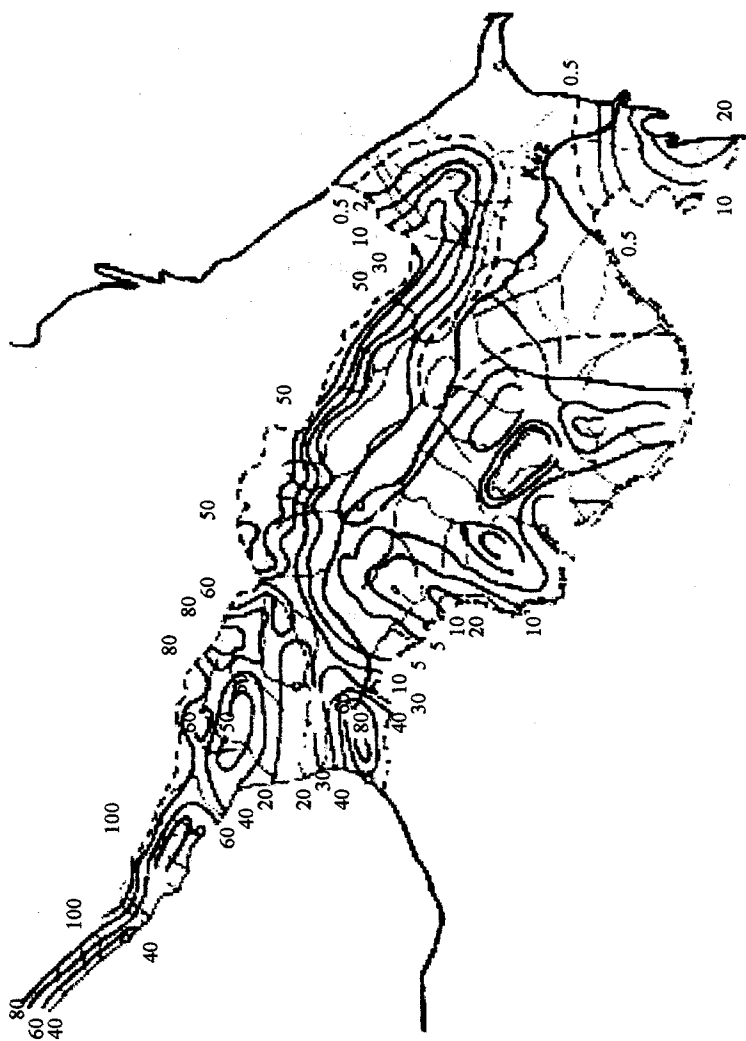
- axımın və izoxətlərin addımının kəmiyyətindən;

- axımın antropogen dəyişmələrinin nəzərə alınma dərəcəsiindən;

- xəritələrdə sutoplayıcının ağırlıq mərkəzinin düzgün təyin edilməsindən və izoxətlərin düzgün keçirilməsindən;

- xəritənin kartoqrafik əsasının dəqiqliyi və etibarlılığından.

Dağlıq ərazilər üçün axım xəritələri tərtib edilərkən bir sıra obyektiv çətinliklər ortaya çıxır. Bu çətinliklər ilk növbədə relyefin mürəkkəbliyi və hidroloji şəbəkənin sıxlığının kifayət qədər olmaması ilə əlaqədardır. Buna görə də dağlıq ərazilərdə axım izoxətləri təxmini keçirilir və bu axım xəritələrinin həm dəqiqliyini, həm də praktiki əhəmiyyətini azaldır (şəkil 1.1).

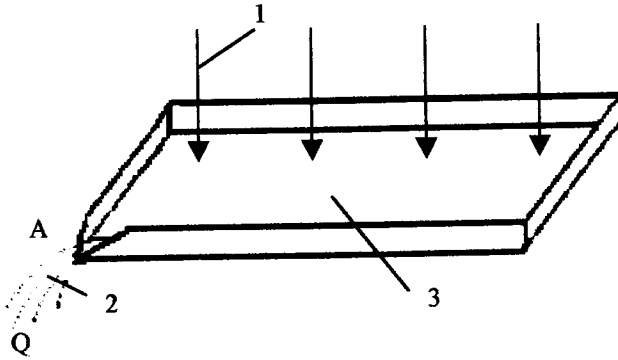


ŞƏKİL 1.1. Cənubi Qafqaz çaylarının orta illik axım xəritəsi,  $l/(s \cdot km^2)$  [8]



#### 1.4. ÇAY HÖVZƏSİNİN SU BALANSI

İnsanların istifadəsi üçün yararlı olan təbii su ehtiyatlarının ümumi miqdarı demək olar ki, ildən-ilə dəyişmir. Buna görə də qlobal hidroloji sistemə qapalı sistem kimi baxıla bilər. Lakin bir çox açıq hidroloji altsistemlər mövcuddur. Hidroloji elementlər arasında əlaqəni ifadə edən su balansını tənliyi ümumi halda hidroloji sistemin xarakterindən asılı olmayaraq tərtib edilə bilər.



ŞƏKİL 1.2. Sadə hidroloji sistemin modeli [4]  
1-yağıntılar; 2-axım; 3-hər tərəfdən məhdudlaşmış yastı səth.

Şəkil 1.2-də çox sadə hidroloji sistemin modeli göstərilmişdir. Bu sistemin maili səthi tamamilə su keçirmir və dörd tərəfdən məhdudlanır. Yalnız A nöqtəsində sistemdən axım mümkündür. Baxılan səth kələ-kötürlüyü olmayan ideal müstəvi olduğu üçün sistemə daxil olan su heç bir nöqtədə yığılmır. Əgər səthə leysan yağış düşərsə, onda səth axımı əmələ gəlir və o, A nöqtəsindən keçər. Baxılan hidroloji sistem üçün su balansını aşağıdakı differensial tənliklə ifadə oluna bilər:

$$R - Q = \frac{dS}{dt}, \quad (1.5)$$

burada R-vahid zamanda sistemə daxil olan suyun miqdarı;  $Q$ -sistemdən axım;  $dS/dt$ -vahid zamanda sistemin su ehtiyatının dəyişməsidir (müvəqqəti akumulasiya).

Səthdə minimal su layı əmələgəlməyincə axım prosesi başlamır. Yağıntılar gücləndikcə, səthi akumulasiya da artır. Baxılan sistemdə daxil olan bütün su həcmi axım əmələ gətirir. Səthin islanmasına və səthdən buxarlanmaya sərf olunan suyun miqdarı (itgi) cüzi olduğu üçün nəzərə alınmır. Təsvir olunan elementar model və su balansı tənliyi istənilən hidroloji sistem üçün tətbiq edilə bilər.

*Su balansı metodu* materiyanın ümumi saxlanma qanununu əks etdirir və aşağıdakı bərabərliyə əsaslanır: müəyyən bir ixtiyari səthlə məhdudlanmış həcmdə suyun miqdarının dəyişməsi, bu həcmə daxil olan və ondan xaric olan su miqdarının fərqinə bərabərdir.

Bu bərabərlik istənilən zaman intervalı və qapalı səthlə məhdudlanmış ixtiyari ərazi üçün düzgündür.

Çay hövzəsinin su balansı öyrəniləndə baxılan ərazi kənarlardan suayırıcı xətdən birinci su keçirməyən laya qədər uzanan şaquli müstəvilərlə, aşağıdan-sukeçirməyən layın səthi ilə, yuxarıdan isə-sutoplayıcı sahə ilə məhdudlanır.

Hidroloji il üçün təbii rejimli çay hövzəsinin *su balansı tənliyi* aşağıdakı şəkildə yazıla bilər:

$$P = R + T + \Delta U + W, \quad (1.6)$$

burada R-sutoplayıcıya düşən yağıntılar; R-qapayıcı mövqedə axım layı; E-sutoplayıcının səthindən cəm buxarlanma;  $\Delta U$ -hövzədə yeraltı su ehtiyatlarının dəyişməsi; W-su balansının nəzərə alınmayan elementlərinin inteqral göstəricisi olan qalıq hədd.

Əgər çay hövzəsində göllər və ya su anbarları varsa, onda bu tənliyin sağ tərəfinə hidroloji il ərzində göstərilən sututarlarda su ehtiyatının dəyişməsinə nəzərə alan hədd əlavə edilməlidir. Antropogen amillərin təsiri nəticəsində

təbii rejimi pozulmuş çay hövzələri üçün də tənliyin sağ tərəfinə çaydan götürülən və ya çaya daxil olan suların həcmi nəzərə alan hədd əlavə olunmalıdır./

Tənlik (1.6) orta və böyük çay hövzələrinin su balansını hesablamaq üçündür. Belə çayların qidalanmasında hövzədə formalaşan qrunut sularının bütün həcmi iştirak edir.

Düzen ərazilərdə kiçik çay dərələrinin dərinliyi az olduğu üçün hövzənin yerləşdiyi ərazidəki qrunut sularının hamısı çayı qidalandıra bilmir. Dağlıq ərazilərdə də, xüsusilə karst süxurlarının geniş yayıldığı çay hövzələrində qrunut sularının bir hissəsi yeraltı yolla qonşu çay hövzəsinə keçir və onu qidalandırır. Belə hövzələrin çay axımı aşağıdakı toplananların cəmi kimi göstərilə bilər:

$$R = R_c + R_q + R_k, \quad (1.7)$$

burada  $R_c$ -səth axımı;  $R_q$ -çaya daxil olan yeraltı axım;  $R_k$ -çay hövzəsindən kənara gedən yeraltı axım.

Hidroloji il üçün kiçik çay hövzəsinin su balans tənliyi aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$P = R_c + R_q + R_k + E + \Delta U + W, \quad (1.8)$$

Tənlik (1.6) və (1.8)-ə daxil olan  $\Delta U$  həddinin qiyməti və işarəsi hidroloji il ərzində yeraltı su ehtiyatlarının artma və ya azalma dərəcəsindən asılıdır. Quraq illərdə yeraltı su ehtiyatları azalır, çünki onların bir hissəsi buxarlanmaya sərf olunur, bir hissəsi isə çay axımının formalaşmasında iştirak edir. Rütubət çox olan illərdə isə, əksinə, yağıntuların bir hissəsi yeraltı suların ehtiyatının çoxalmasına sərf olunur. Buna görə də, quraq və rütubətli illəri əhatə edən orta çoxillik dövr üçün yeraltı su ehtiyatlarının dəyişməsinin mütləq qiyməti sifirə bərabər olur ( $\Delta U = 0$ ) və təbii rejimli orta və böyük çay hövzələrinin su balans tənliyi aşağıdakı şəkildə yazılır:

$$P_o = R_o + E_o + W \quad (1.9)$$

burada  $P_o$ -atmosfer yağıntılarının norması;  $R_o$ -axım norması;  $E_o$ -çay hövzəsinin səthindən buxarlanmanın norması;  $W$ -qalıq hədd.

Orta çoxillik dövr üçün təbii rejimli kicik çay hövzəsinin su balansı tənliyi:

$$P_o = R_{oc} + R_{or} + R_{ok} + E_o + W \quad (1.10)$$

Su balansı metodunun obyektiv fiziki əsası olduğu üçün hidroloji məsələlərin həllində geniş istifadə olunmalıdır. Lakin tətbiqi hidrologiyada bu metodun istifadəsi zamanı bir çox çətinliklər ortaya çıxır. Bu çətinliklər ilk növbədə su balansı tənliyinin hədləri haqqında etibarlı müşahidə məlumatlarının kifayət qədər olmaması ilə bağlıdır. Lokal (kiçik) ərazilər üçün su balansı daha dəqiq hesablanır. Qlobal miqyasda isə balansın elementləri təqribi qiymətləndirilir.

Məsələn, atmosfer yağıntıları hövzənin müxtəlif məntəqələrində yerləşən yağıntıölçənlərlə qeydə alınır. Səth axımı çaylarda müxtəlif cihazlarla ölçülür. Yaxşı şəraitdə belə ölçmələrin xətası 5%-ə qədər olur. Lakin böyük çaylarda daşqınların maksimal su sərfi bu dəqiqliklə ölçülür. Torpağın nəmliyi neytron nümunələr və ya çəki üsulu ilə, infiltrasiya isə hövzənin müxtəlif nöqtələrində infiltrometrlə ölçülə bilər. Lakin torpağın nəmliyi və infiltrasiya çay hövzəsi üçün çox təxmini qiymətləndirilir. Qrunt sularının yerləşdiyi dərinlik və bu suların hərəkət sürəti haqqında dəqiq məlumatlar adətən olmur. Ərazinin geoloji quruluşu haqqında informasiya qrunt sularının ümumi ehtiyatını və onların rejimini öyrənmək üçün vacibdir. Lakin, bu informasiya çayların qrunt suları ilə qidalanmasını qiymətləndirmək üçün kifayət deyildir. Hidrologiyanın müasir inkişaf səviyyəsində çay hövzəsinin səthindən buxarlanma və transpirasiyanın hesablanması çox çətinidir. Bu iki parametrlə buxarlandırıcıların kö-

məyi ilə, istilik balansı metoduna və ya empirik əlaqələrə görə təyin olunur.

İri çay hövzələrinin müxtəlif landşaft tiplərində buxarlanma və transpirasiyanın müxtəlif olması da su balansı metodunun tətbiqini məhdudlandırır.

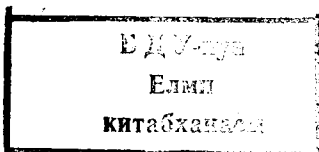
### 1.5. ZONAL-LANDŞAFT TƏDQIQAT ÜSULU

238/105

Hidroloji hadisələrin *zonal-landşaft tədqiqat üsulu* coğrafi-hidroloji metodun əsasında işlənmişdir. Bu üsul, ayrı-ayrı coğrafi zonaların və landşaft tiplərinin su obyektlərinin, o cümlədən çayların rejiminə təsirinin xüsusiyyətlərini aşkar etməyə imkan verir. Hidrologiya elminin əsas vəzifələrindən biri zonal-landşaft tədqiqat üsulunun sistemləşdirilməsi və konkretləşdirilməsinin inkişafıdır.

Bu tədqiqat üsulu, çayların rejiminin fiziki-coğrafi amillərlə bağlı bütün xüsusiyyətlərini nəzərə almağa imkan verir. Zonal-landşaft üsulun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, sutoplayıcısı konkret landşaft tipində yerləşmiş kiçik çayın hidroloji xarakteristikaları, eyni landşaft tipi şəraitində yerləşmiş öyrənilməmiş çay üçün də istifadə oluna bilər. Bu, ona görə mümkündür ki, oxşar təbii şəraitdə və çoxillik dövrdə hidroloji rejim və su balansı elementlərinin nisbətləri kifayət qədər sabitdir. Qeyd olunan müddəə çox vacibdir, çünki bu səbəbdən bütün çaylarda müşahidə məntəqələri təşkil etməyə ehtiyac yoxdur.

Məlum olduğu kimi, zonal xüsusiyyətlər orta çayların rejimində daha dolğun əks olunur. Azonal xüsusiyyətlər isə, əsasən, kiçik çayların rejimi üçün seçiyəvidir. Buna görə də, zonal-landşaft üsulu orta və kiçik çayların hidroloji rejiminin öyrənilməsində daha böyük elmi və praktiki əhəmiyyət kəsb edir. Nəzərə almaq lazımdır ki, bütün dünya üzrə çayların 98-99%-ni məhz kiçik və orta çaylar təşkil edir. Belə çayların axımı, adətən, bircins təbii şəraitdə formalaşır və onlar sadə hidroloji rejimə malik olur.



Sutoplayıcısında müxtəlif landşaft tipləri olan orta çayların hidroloji rejimi öyrənilədikdə, hər bir landşaft tipinin tutduğı ərazinin sahəsi ayrıca qiymətləndirilməli və onların hidroloji rolu müəyyən edilməlidir. Bu hal ilk növbədə dağ çayları üçün səciyyəvidir. Belə ki, orta dağ çaylarının axımı çox zaman bir neçə landşaft qurşağında formalaşır.

Hidroloji tədqiqatlar zamanı coğrafi landşaftların bircins olub-olmamasını qiymətləndirmək üçün landşaftın komponentlərinin, yəni relyef, torpaq və bitki örtüyünün bircinsliyinin göstəriciləri, həmçinin çay şəbəkəsinin sıxlığı, ərazinin göllük, bataqlıqlaşma dərəcəsi və s. istifadə oluna bilər.

Böyük çayların axımı bir neçə təbii zona-nın ərazisində formalaşır və onlar mürəkkəb, polizonal rejimə malikdir. Buna görə də, belə çayların rejim xüsusiyyətlərinin öyrənilməsində zonal-landşaft tədqiqat üsulu tətbiq olunmur.

## 1.6. HİDROLOJİ RAYONLAŞMA

Ərazinin rayonlaşdırılması coğrafiya elminin ən vacib məsələlərindən və ümumiləşmə metodlarından biridir.

*Rayonlaşma*, obyektiv şəkildə mövcud olan ərazi sistemlərinin, onların təşkili və ierarxiya əlaqələrinin müəyyən edilməsi və öyrənilməsi prosesidir. Rayon isə öz növbəsində yer səthinin daha böyük ərazi vahidlərinin tərkib hissəsi olan ərazi sistemidir.

Rayonlaşma çox zaman böyük həcmdə informasiya tələb edən müstəqil və kifayət qədər mürəkkəb üsuldur. Qarşıya qoyulan məqsəddən asılı olaraq eyni bir ərazidə müxtəlif rayonlar ayrıla bilər. Bu, müxtəlif rayonlaşma prinsiplərinin mövcudluğu ilə əlaqədardır. Rayonlaşmada tipoloji, genetik və funksional yanaşmalar tətbiq olunur. *Tipoloji yanaşmada* başlıca olaraq morfoloji göstəriciləri oxşar olan obyektlər (məntəqələr) birləşdirilir. Məsələn, göllərin və ya bataqlıqların geniş yayıldığı rayonların ayrılması. *Genetik yanaşmada*, rayonlaşma amillərin oxşar

təsirinə məruz qalan obyektlərin ümumiləşdirilməsi yolu ilə yerinə yetirilir: məsələn, qida şəraitinə görə çayların vahid rayonda birləşdirilməsi. *Funksional yanaşmada* obyektlər arasında əlaqələr öyrənilir. Belə yanaşma müxtəlif, lakin bir-biri ilə əlaqəli-təbii obyektləri vahid sistemdə birləşdirməyə imkan verir. Məsələn, çay hövzəsinə hidroloji sistem kimi baxıla bilər. Bu sistem müxtəlif elementlərdən (hissələrdən) ibarət olsa da, bütövlükdə müəyyən su sərfinə malik çay şəbəkəsi əmələ gətirir.

*Hidroloji rayonlaşmada* bu üç yanaşma eyni zamanda və ya onlardan biri istifadə oluna bilər. Bu, qarşıya qoyulan məsələdən, tədqiqatların miqyasından və istifadə olunan məlumatların xarakterindən asılıdır. Praktikada rayonlaşma əvvəlcə genetik yanaşmadan başlayır və obyektlər onlara təsir göstərən amillərə görə qruplaşdırılır. Sonra tipoloji yanaşma tətbiq edilir və obyektlərin xüsusiyyətlərini nəzərə alan təsnifat aparılır.

Genetik yanaşma daha böyük əhəmiyyət kəsb edir, çünki bu yanaşma bir sıra obyektlər öyrənilərkən alınan nəticələri oxşar şəraitdə yerləşən bütün obyektlərə aid etməyə imkan verir.

Müşahidə məlumatları olmadıqda çay axımının müxtəlif xarakteristikalarını hesablamaq üçün metodlar hidroloji bircins rayonlar üçün işlənir. Belə rayonlar ayrılarda həm təbii şəraitin ümumiliyi (keyfiyyət nöqtəyi nəzərindən), həm də fiziki-coğrafi amillərin axımın rejiminə və kəmiyyətinə təsirinin xarakteri nəzərə alınır. Bu mürəkkəb məsələnin həllində iki yanaşmadan (prinsipdən) biri istifadə olunur: *hövzə (hidroqrafik) və zonal (coğrafi) prinsiplər*.

Fiziki nöqtəyi-nəzərdən üstünlük zonal prinsipə verilməlidir, çünki dağlıq ərazilərdə axımın paylanmasında şaquli qurşaqlıq müşahidə olunur. Belə yanaşmada, məsələn yüksək dağlıq, orta dağlıq və alçaq dağlıq zonalar ayrılır və onların hər biri üçün ayrılıqda axım xarakteristikaları ümumiləşdirilir. Hidroloji hesablamaların təcrübəsi baxımından zonal yanaşmanın bir neçə çatışmayan cəhəti var.

Bunların ən başlıcası ondan ibarətdir ki, zonal sərhədlər sutoplayıcı sahəni bir neçə hissəyə bölür və bunun nəticəsində hövzənin hidroloji sistem kimi bütövlüyü pozulur. Həm də qeyd etmək lazımdır ki, yuxarıda göstərilən yüksəklik qurşaqları daxilində eninə zonallıq da müşahidə olunur. Eninə zonallığı nəzərə almaq üçün yüksəklik zonaları nisbətən kiçik ölçülü bircins rayonlara bölünür. Lakin ərazi belə çoxsaylı rayonlara parçalandıqda həm hər bir rayona düşən müşahidə məntəqələrinin sayı, həm də təbii amillərin kəmiyyət göstəricilərinin dəyişmə diapozonu azalır. Bu isə müşahidə məlumatları olmayan çayların axım xarakteristikalarını hesablamaq üçün etibarlı əlaqələrin alınmasını çətinləşdirir.

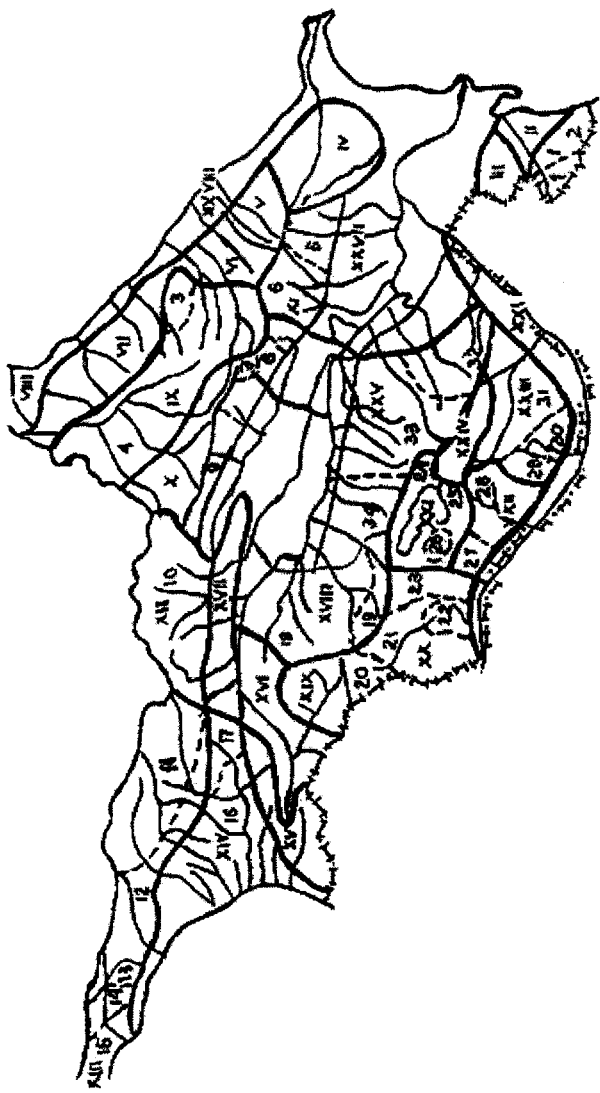
Zonal yanaşmanın yuxarıda qeyd olunan nöqsan cəhətləri hövzə prinsipi üçün səciyyəvi deyildir. Hövzə prinsipinin çatışmazlığı sutoplayıcının konturunun hidroloji rejiminin sərhəddi olmaması hesab edilir.

Hidroloji rayonların sərhədləri təbii şəraitin dəyişməsinə nəzərə alınmalıdır. Hövzə prinsipi tətbiq edildikdə bu sərhədlər zonal yanaşmaya nisbətən daha dəqiq təyin olunur.

Praktikada hər hansı bir ərazi *bircins hidroloji rayonlara* bölündükdə əvvəlcə təbii şəraitin keyfiyyət göstəricilərini nəzərə almaqla sərhədlər təxmini müəyyənləşdirilir. Sonra isə axım xarakteristikalarının müxtəlif fiziki-coğrafi amillərdən asılılıq əlaqələrinə görə bu sərhədlər dəqiqləşdirilir (şəkil 1.3).

Hidroloji rayonların bircinsliyini qiymətləndirmək üçün statistik üsullardan da istifadə olunur.





ŞEKLİ 1.3. Çənubi Qafqaz ərazisi caylarının daşqımlıq dərəcəsinə görə hidroloji rayonlaşma sınıv xəritə-sxemi., IV, XXVII-rayonlar; 3,16-yarımrayonlar [18].

## 1.7. AXIM MEYDANÇALARI VƏ SU BALANSI STANSİYALARI

*Axım meydançası* çay hövzəsində səth axımının formalaşma şəraitinin bircins olduğu kiçik sahədir.

Axım meydançaları üçün yer tədqiqatların vəzifələrinə uyğun olaraq seçilir. Çox zaman başlıca vəzifə müxtəlif uzunluğa, meyliyə və ekspozisiyaya malik yamaclarda səth axımının öyrənilməsidir.

Rusiyanın Valday Elmi Tədqiqat Hidroloji Laboratoriyasının ərazisində 16 axım meydançası var. Onların ölçüləri 10x20 m, 10x40 m və 10x80 m-dir. Meydançalarda qumlucaı torpaqlar üstünlük təşkil edir və onların səthi çəmən bitkiləri ilə örtülür.

Axım meydançaları tikildikdə aşağıdakılar nəzərə alınmalıdır:

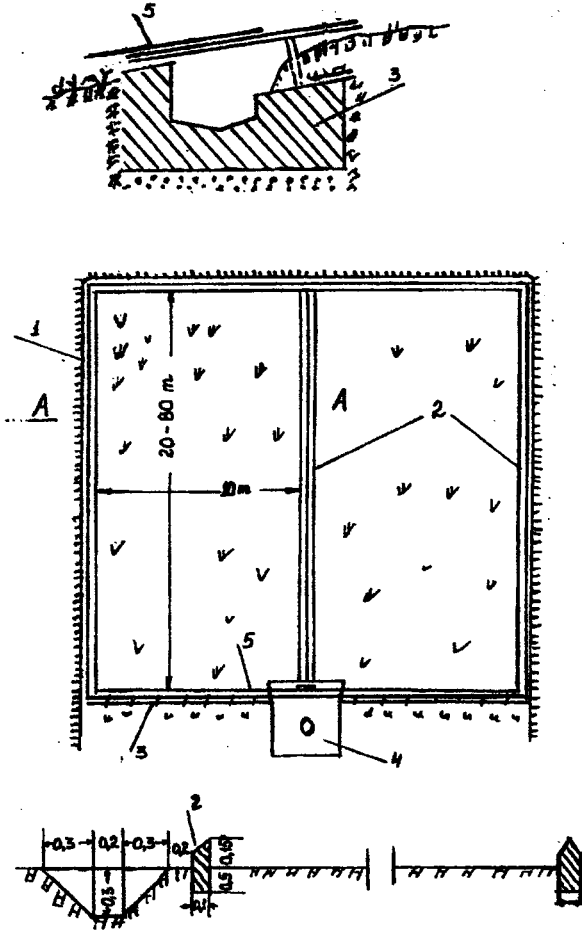
1. Ərazi torpaq işləri ilə pozulmamış təbii səthə malik olmalıdır;
2. Bütün yamac boyu meyllik təxminən eyni olmalıdır;
3. Meydançada yeraltı suların təbii halda səthə çıxdığı yerlər olmamalıdır;
4. Meydançanın hər yerində torpaq-süxur və bitki örtüyünün xarakteri eyni olmalıdır.

Axım meydançalarında süni meşələr və kənd təsərrüfatı bitkiləri əkilə bilər.

Axım meydançaları müxtəlif formalı olur. Düzbucaqlı meydançalar daha geniş yayılmışdır. Meydançanın perimetri boyu betondan, ağacdən, metaldan və ya gildən hazırlanmış bort yerləşir. Beton bortların qalınlığı 10 sm olur və onlar yerin səthindən 15 sm hündürlüyə qədər qalxır. Bortun yeraltı hissəsi 15-20 sm-ə bərabərdir.

Axım meydançasının sxemi şəkil 1.4-də göstərilir. Meydançanın aşağı hissəsində suqəbuledici nov və ölçü qurğusu olan pavilyon yerləşir. Novlar çox zaman düzbucaqlı, bəzən isə üçbucaq və trapesiya formalı olur. Onlar yüksək keyfiyyətli betondan hazırlanır və üst hissə-

lərində metal örtük olur. Bu örtük nova atmosfer yağıntılarının düşməsinin qarşısını alır. Su novdan ölçü qurğusuna xüsusi boru ilə daxil olur. Pavilyonun üst hissəsi bağlı olur və orada qapaqlı borucuqlar yerləşdirilir. Bu borucuqlar onların daxilindəki qarmaqvari tamasaları mühafizə edir. Pavilyonun daxilində ölçü çənləri olur və onların sayı meydançaların sayından asılıdır. Çəndə suyun səviyyəsi qarmaqvari tamasalarla ölçülür və pavilyonda səviyyəni özü qeyd edən cihaz yerləşdirilir. Çən dəmirdən hazırlanır və üç hissədən ibarətdir. Kənar hissə səviyyəni özü qeyd edən cihazın üzgəci üçün quyu rolunu oynayır. Orta hissə su şırnaqlarının qəbuledicisidir. Üçüncü hissənin divarına tamasa bərkidilmişdir və divarda suaşırıcı kəsilmişdir. Suaşırıcının altında çəni boşaltmaq üçün kran olur. Axım müxtəlif üsullarla qeydə alınabilir: həcm üsulu ilə, suaşırıcının köməyi ilə və s.



ŞEKİL 1.4.

Axım meydançasının kuruluşunun sxemi.  
 1-arx; 2-beton bört; 3-sutoplayıcı nov;  
 4-ölçü cihazları yerleşen pavilyon;  
 5-novun qoruyucu örtüyü.

Rusiyanın Valday hidroloji laboratoriyasının çöl və meşə landşaftlarında yerləşmiş *su balansı meydançaları* şəbəkəsi var. Bu meydançaların ölçüləri axım meydançaları kimidir. Su balansı meydançalarında həm səth axımı, həm də yeraltı axım üzərində müşahidələr aparılır. Bu meydançalarda müşahidələr axım meydançalarına nisbətən daha geniş proqramda yerinə yetirilir. Meydançadan bir qədər kənarda subxarlandırıcı, küləyin sürət və istiqamətini təyin etmək üçün cihaz, havanın və torpağın temperaturunu ölçmək üçün termometrler yerləşdirilir. Cəm günəş radiasiyası və torpağın nəmliyi üzərində də müşahidələr aparılır. Bütün bu müşahidə məlumatları meydança üçün su balansını hesablamağa imkan verir.

### YOXLAMA SUALLAR

1. Çay axımının əsas xarakteristikaları.
- 2 Hidroloji məlumatların genetik təhlili anlayışı və üsulları.
3. Coğrafi-hidroloji metodun mahiyyəti və tətbiq sahələri.
4. Hidroloji oxşarlıq üsulunun mahiyyəti.
5. Axım izoxətləri xəritələrinin tərtib prinsipləri.
6. Zonal, azonal, polizonal rejimli çay anlayışları.
7. Hidroloji rayonlaşmanın əhəmiyyəti və prinsipləri.
8. Çay hövzəsinin su balansı tənliyinin əsas üsürləri.
9. Axım meydançalarının əhəmiyyəti və quruluşu.
10. Su balansı stansiyalarının əhəmiyyəti.
11. Zonal-landşaft tədqiqat üsulunun tətbiq sahələri.

## 2. ÇAY AXIMININ ƏSAS FİZİKİ-COĞRAFİ AMİLLƏRİ

Axım amilləri, çay axımının yaranmasına birbaşa və ya dolayı yolla təsir göstərən səbəblərdir. Çayların rejiminə və axım xarakteristikalarına təsir göstərən bütün fiziki-coğrafi amillər iki tipə bölünür: iqlim və səth amilləri.

*İqlim amillərinin* ərazi üzrə paylanması iqlim qurşaqları və *atmosfer sirkulyasiyasının* xarakteri ilə əlaqədardır. Buna görə də bu tip amillər coğrafi zonallıq qanununa tabedir.

*Yer səthi amillərinin* əksəriyyəti yerli əhəmiyyətə malikdir və azonal amillər qrupuna aiddir.

Çay axımının fiziki-coğrafi amillərini, onların genetik təsirini nəzərə almaqla üç qrupa bölmək olar: *axım əmələgətirən, dolayı və şərti amillər*. Birinci qrupa çay axımını birbaşa yaradan amillər daxildir: atmosfer yağıntıları, yeraltı sular. İkinci qrup amillər axım əmələgətirən amillərin zamanına görə və ərazi üzrə paylanmalarını dəyişdirmək yolu ilə çayların rejiminə və axımına təsir göstərir (buxarlanma, hava və torpağın temperaturu, havanın rütubət çatışmazlığı, sutoplayıcının relyefi, göllər, bataqlıqlar, meşələr, hövzənin geoloji quruluşu və s.). Bu dolayı amillər axımın əmələ gəlməsində birbaşa iştirak etmir. Üçüncü qrup amillər (şərti amillər) axım əmələgətirən və dolayı amillərin inteqral göstəriciləridir: hövzənin sahəsi və orta hündürlüyü, məcra və yamacların meyilliyi, çay şəbəkəsinin sıxlığı, sutoplayıcının forma əmsalı və s.

Fiziki-coğrafi amilləri, onların zamanına görə dəyişmə sürətini nəzərə almaqla iki qrupa bölmək olar: *meteoroloji* və ya *tez dəyişən amillər* (atmosfer yağıntıları, buxarlanma, rütubətlik və başqa meteoroloji elementlər), *landsaft* və ya *leng dəyişən amillər* (iqlim, oroqrafiya, göllər, buzlaqlar, hövzənin morfometriki göstəriciləri və s.)

## 2.1. İQLİM AMİLLƏRİ

### 2.1.1. ATMOSFER YAĞINTILARI

*Atmosfer yağıntıları* təbiətdə su dövrünün əsas tərkib hissəsidir. Uzun müddət yağıntı olmadıqda kiçik çaylar və sututarlar quruyur. Yağıntılar həm də yeraltı suların əsas qida mənbəyidir. Lakin çay axımının müxtəlif xarakteristikalarının formalaşmasında yağıntıların rolu müxtəlifdir. Maksimal axıma yağıntıların təsiri çox böyük, minimal axıma isə aşkar şəkildə çox zəifdir.

Yağıntılar ərazi üzrə və zamana görə qeyri-bərabər paylanır. Hidroloji proseslər öyrənilərkən yağıntıların ərazi üzrə paylanması həmişə nəzərə alınır. Yağıntıların miqdarına ərazinin okeanlara yaxın və ya uzaq yerləşməsi, relyef, bitki örtüyü və s. təsir göstərir.

Dağlıq ərazilərdə çox zaman hündürlük artdıqca yağıntılar da çoxalır. Yamacların ekspozisiyası da yağıntılara təsir edir. Belə ki, rütubət gətirən küləklərə istiqamətlənmiş yamaclarda yağıntıların miqdarı əks ekspozisiyalı yamaclara nisbətən daha çox olur.

Yağıntıların artması müəyyən hündürlüyə qədər müşahidə olunur. Müxtəlif dağ sistemlərində bu hündürlüklər fərqlidir.

Yüksək dağlıq zonada müşahidə məlumatları məhdud olduğundan, yağıntıların hansı hündürlüyə qədər artdığını dəqiq təyin etmək mümkün olmur. Məsələn, Cənubi Qafqazın bəzi rayonlarında artıq 2000 m yüksəklikdən başlayaraq yağıntıların azalması müşahidə edilir. Alp dağlarında isə yağıntılar 3000m-ə qədər artır. Dağlıq ərazilərin daxili rayonlarına qonşu rayonlara nisbətən az yağıntı düşür.

Bəzi dağlıq ərazilərdə yağıntıların miqdarı hündürlüyə görə, əksinə, azalır.

Məsələn yağıntıların miqdarına iki istiqamətdə təsir göstərir. Bir tərəfdən meşə kələ-kötürlüyü artırdığına görə havanın aşağı qatlarının hərəkətini zəiflədir və bu yağıntıların çoxalması ilə nəticələnir. Digər tərəfdən isə yağın-

tların bir hissəsi ağacların yarpaqlarını və gövdələrini isladaraq yer səthinə gəlib çatır. Buna görə də meşəli və meşəsiz çay hövzələrində yağıntıların miqdarı fərqli olur. Bu fərq meşələrin növ tərkibindən, ağacların yaşından və sıxlığından asılıdır.

İri sututarlar üzərində yağıntılar qonşu quru sahələrində nisbətən az düşür. Bu, su səthində kələ-kötürlük az olduğundan hava axınlarının turbulentliyinin zəif olması ilə əlaqədardır. Sututarlar üzərində yağıntıların azalma dərəcəsi təkcə sututarın coğrafi mövqeyindən deyil, həm də onun morfometrik göstəricilərindən asılıdır. Buna görə də sututar üzərində yağıntı layını dəqiq təyin etmək üçün müşahidələr bilavasitə sututarın üzərində aparılmalıdır. Lakin belə məlumatlar çox az oldeğü üçün, adətən sahələ yaxın yerləşmiş məntəqələrin məlumatlarından istifadə edilir.

Qurunun çox hissəsində atmosfer yağıntıları həm bərk (qar), həm də maye (yağış) halında düşür. Qafqazın dağətəyi zonasında bərk yağıntılar illik yağıntıların 20%-ni təşkil edir. Lakin hündürlük artdıqca belə yağıntıların payı da artır. Məsələn, 2500 m hündürlükdə bərk yağıntılar Qərbi Qafqazda 60%, Şərqi Qafqazda isə 80% təşkil edir. Mərkəzi Asiyanın dağlıq rayonlarında maye yağıntılar hündürlük artdıqca hər 100m-də 2% azalır, qar xəttindən hündürdə isə hətta yay aylarında maye yağıntılar 10-12% təşkil edir.

Bərk yağıntıların payı az olan ərazilərdə də onların çay axımının əmələgəlməsində rolu böyükdür: bütün soyuq dövr ərzində çay hövzəsində qar yağılır və sonra nisbətən qısa müddətdə gursulu fazanın axımının əsas hissəsini formalaşdırır.

Qar örtüyündəki su ehtiyatı onun qalınlığından və qarın sıxlığından asılıdır. Dağlıq ərazilərdə qar örtüyü düzən ərazilərə nisbətən daha qalın olur. Məsələn, Qərbi Qafqazın bəzi rayonlarında bir neçə metrə çatır.

İlin isti dövründə axımın əmələ gəlməsi təkcə düşən yağıntıların miqdarından deyil, həm də onların davamiy-



yətindən və şiddətliyindən də asılıdır. Dağlıq rayonlarda hündürlük artdıqca yağıntıların davamiyyəti də artır.

N.E. Dolqov yağıntılar və axım üzərində paralel müşahidələr apararaq, yağışları iki qrupa bölmüşdür: 1) *axım əmələgətirən yağışlar*, 2) *axım əmələgətirməyən yağışlar*. Müəyyən edilmişdir ki, Şimali Donbasda axımın əmələgəlməsi üçün yağış layı 10-15 mm-dən çox olmalıdır. Bu kəmiyyət təbii zonalardan asılı olaraq dəyişir. Məsələn, meşə zonasında kifayət qədər nəm torpaq üçün axım əmələgətirən yağış layı 0-5 mm, quru torpaq üçün isə 40-45 mm-ə qədərdir. Meşə-çöl zonası üçün bu kəmiyyətlər müvafiq olaraq 10-20mm və 80-100 mm-dir.

### 2.1.2. ÇAY HÖVZƏSİNDƏ YAĞINTILARIN ORTA LAYININ HESABLANMASI

Qarşıya qoyulan məqsəddən asılı olaraq çay hövzəsində yağıntıların orta layı aşağıdakı metodlardan birinə görə hesablanabilir.

*Orta ədədi metod.* Yağıntıların orta layı (P) çay hövzəsindəki bütün meteoroloji müşahidə məntəqələrinin hesablamalar üçün qəbul edilmiş <sup>P<sub>ə</sub></sup>yağıntı laylarının cəminin ( $\Sigma R_i$ ), məntəqələrin sayına (n) nisbəti kimi təyin olunur:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (2.1)$$

Bu metod müşahidə məntəqələri kifayət qədər sıx yerləşən düzən çay hövzələri üçün daha yaxşı nəticə verir. Dağlıq ərazilərdə yağıntıların miqdarı hündürlüyə görə dəyişdiyindən bu metodun dəqiqliyi çox aşağıdır.

Metodun əsas üstünlüyü sadə olması və az zəhmət tələb etməsidir.

*Poliqonlar üsulu.* Yağıntıların orta layının hesablanması hər bir meteoroloji məntəqənin representativ olduğu

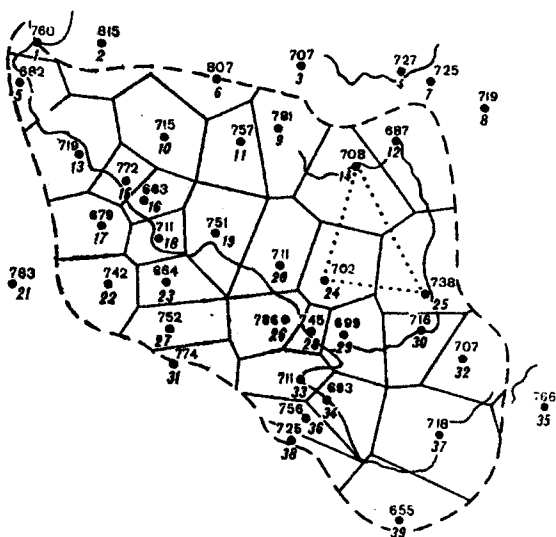
ərazinin sahəsini nəzərə almaqla yerinə yetirilir. Bu sahələri ayırmaq üçün qonşu məntəqələr sxemdə düz xətlə birləşdirilir (şəkil 2.1-də qırıq xətlər) və onların ortasından perpendikulyar keçirilir. Bu perpendikulyar xətlər meteoroloji məntəqənin reprezentativ olduğu sahənin-poliqonun sərhədləridir. Meteoroloji məntəqə müvafiq poliqonun mərkəzində yerləşir. Poliqonun hər bir nöqtəsindən onun mərkəzində yerləşən məntəqəyə qədər olan məsafə, istənilən başqa məntəqəyə nisbətən daha qısadır. Hər bir məntəqədə qeydə alınmış yağıntının miqdarı müvafiq poliqonun bütün sahəsinə aid edilir. Hər bir poliqonun sahəsi ( $f_i$ ) hesablanır və alınan qiyməti hövzənin sahəsinə ( $F$ ) bölməklə nisbi sahə ( $k_i$ ) tapılır:  $k_i = f_i / F$ .

Hövzə üçün orta yağıntı layı aşağıdakı düsturlardan birinə görə hesablanır:

$$\bar{P} = \frac{P_1 f_1 + P_2 f_2 + \dots + P_n f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n} = \frac{\sum P_i f_i}{\sum f_i} \quad (2.2)$$

və ya

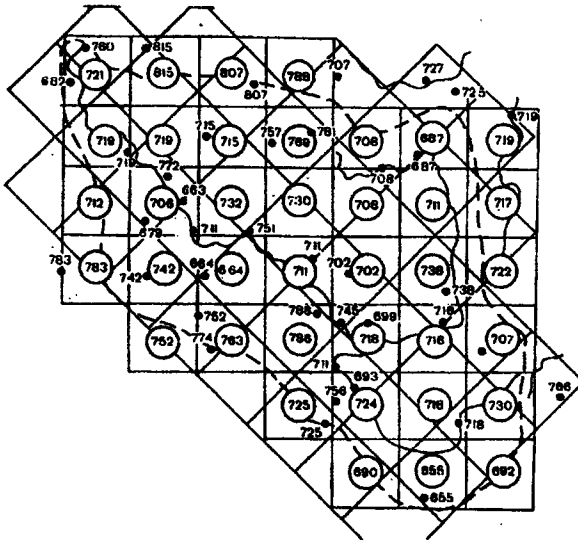
$$\bar{P} = P_1 k_1 + P_2 k_2 + \dots + P_n k_n = \sum P_i k_i. \quad (2.3)$$



ŞƏKİL 2.1. Atmosfer yağıntılarının orta layının poliçon üsulu ilə hesablanması üçün sxem [22]. (Nöqtələrin yanında məntəqələrin nömrələri və yağıntı layı (mm) göstərilir).

Poliçon üsulu ilə alınan nəticələr orta ədədi üsula nisbətən daha dəqiqdir, xüsusilə yağıntılar hövzədə qeyri bərabər paylandıqda. Bu üsulun əsas nöqsan cəhəti hövzədə hər dəfə yeni meteoroloji müşahidə məntəqəsi açıldıqda poliçonların sərhəddinin dəyişməsidir.

*Kvadratlar üsulu.* Bu üsul tətbiq edildikdə sxemdə çay hövzəsi kvadratlara bölünür (şəkil 2.2).

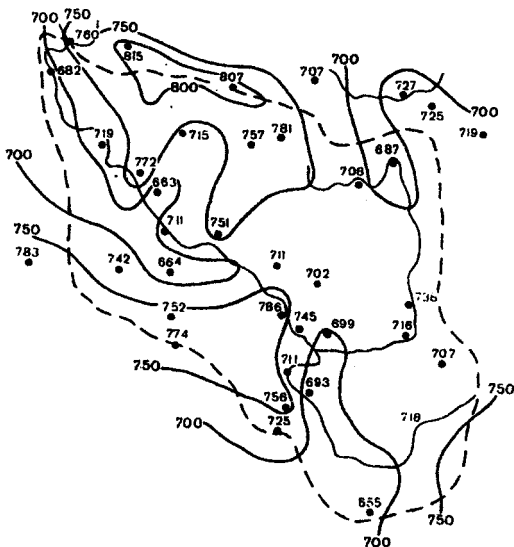


ŞƏKİL 2.2. Atmosfer yağıntılarının orta layının kvadratlar üsulu ilə hesablanmasının sxemi [22].

Kvadratların ölçüləri meteoroloji müşahidə məntəqələri şəbəkəsinin sıxlığını nəzərə almaqla təyin olunur. Çalışmaq lazımdır ki, hər kvadrata heç olmasa bir məntəqə düşsün. Hər bir kvadrat üçün onun daxilindəki məntəqələrin məlumatlarına görə orta yağıntı layı hesablanır. Əgər hər hansı bir məntəqə iki qonşu kvadratın sərhəddində yerləşirsə, onun məlumatından hər iki kvadrat üçün istifadə olunur. Əgər hər hansı bir kvadratda müşahidə məntəqəsi yoxdursa, onda belə kvadrat üçün yağıntı layı qonşu kvadratların məlumatlarından istifadə etməklə interpolyasiya üsulu ilə tapılır. Hər bir kvadrat üçün hesablanmış yağıntı laylarını toplayıb, alınan cəmi kvadratların sayına bölməklə çay hövzəsi üçün orta yağıntı layını təyin etmək olar.

*İzogiyet üsulu.* Çay hövzəsinin xəritəsində meteoroloji müşahidə məntəqələri göstərilir və onların yanında müvafiq yağıntıların qiyməti yazılır. Sonra *izogiyətlər*

yağıntılarının miqdarı eyni olan nöqtələri birləşdirən xətlər keçirilir (şəkil 2.3).



ŞƏKİL 2.3. Atmosfer yağıntılarının orta layının izogiyet üsulu ilə hesablanması sxemi [22].

İzogiyetləri keçirmək üçün intervallar seçilir. Əgər məntəqələr üzrə yağın amplitudası böyükdürsə, interval 50 mm təyin olunur. Amplitudanın nisbətən kiçik qiymətləri üçün interval 25, 20, 10 və 5 mm-ə qədər azaldılır. Nəzərə almaq lazımdır ki, xəritədə ən azı beş izogiyet keçirilməlidir.

Dağlıq ərazilər üçün izogiyetlər keçirildikdə yağın hündürlükdən asılılıq əlaqələri nəzərə alınmalıdır.

İzogiyet üsuluna görə orta yağın layını hesablamaq üçün əvvəlcə izogiyetlər arasındakı sahələr təyin olunur. Sonra hövzə üçün orta yağın layı aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\bar{P} = \frac{\frac{P_1+P_2}{2} f_1 + \frac{P_2+P_3}{2} f_2 + \dots + \frac{P_n+P_{n+1}}{2} f_n}{f_1+f_2+\dots+f_n} = \frac{\sum \frac{P_i+P_{i+1}}{2} f_i}{\sum f_i}, \quad (2.4)$$

burada  $R_1, R_2, \dots, R_n$ -yağıntılarının izogiyetlərə görə qiymətləri;  $f_1, f_2, \dots, f_n$ -qonşu izogiyetlər və izogiyetlə hövzənin sərhəddi arasındakı sahələrdir.

Əgər xəritədə qapalı izogiyet olarsa, onda yağıntı layının orta qiyməti izogiyet və onun konturu daxilindəki nöqtənin qiymətləri cəminin yarısına bərabər qəbul edilir.

*İzogiyet üsulu* yağıntıların ərazi üzrə paylanmasını yuxarıda baxılan üsullara nisbətən daha yaxşı əks etdirir. Bu üsulun dəqiqliyi müşahidə məntəqələrinin sıxlığından asılıdır.

*Dağ çaylarının hövzələri üçün yağıntıların hesablanması.* Bu məqsədlə, mövsümi və illik yağıntı cəmləri ilə meteoroloji müşahidə məntəqələrinin yerləşdiyi hündürlük arasında əlaqə qrafiklərindən istifadə olunur. Belə qrafiklər səmti və relyefi bircins olan nisbətən kiçik yamaclar üçün qurulur. Bir qrafikdə 3-5 min km<sup>2</sup> ərazidə olan məntəqələrin məlumatları ümumiləşdirilir. Əgər yağıntılar üzərində müşahidələr çay hövzəsinin bütün hündürlük zonalarında aparılırsa, onda hündürlükləri yaxın olan müşahidə məntəqələrinin məlumatlarını ortalaşdırmaq olar. Ortalaşdırılmış cəm yağıntılar qrafikdə müvafiq məntəqələrin orta hündürlüyünə aid edilir. Əlaqə əyri və ya düzxətli ola bilər. Yerli amillər yağıntının miqdarına böyük təsir göstərdiyi üçün bəzi nöqtələr əlaqə xəttindən kəskin meyl edə bilər. Belə nöqtələrin uyğun olduğu məntəqələrin məlumatları qonşu məntəqələrin məlumatları ilə tutuşdurulmalıdır. Yalnız hərtərəfli təhlildən sonra bu nöqtələri nəzərə almamaq olar.

Dağ çayı hövzəsinə düşən orta yağıntı layı aşağıdakı düstura görə hesablanır:

$$\bar{P} = \frac{P_1 f_1 + P_2 f_2 + \dots + P_n f_n}{F}, \quad (2.5)$$

burada  $P$  -hövzəyə düşən orta yağıntı layı;  $f_1, f_2, \dots, f_n$ -ayrı-ayrı hündürlük zonalarının hipsometrik əyriyə görə hesablanmış sahələri;  $P_1, P_2, \dots, P_n$ -müxtəlif hündürlük zonaları üçün orta yağıntı layı (yağıntının hündürlükdən asılılıq əlaqəsinə görə təyin olunur);  $F$ -hövzənin sahəsi.

### 2.1.3. TORPAQDAN VƏ SU SƏTHİNDƏN BUXARLANMA

*Buxarlanma* suyun yer səthindən atmosfərə miqrasiya prosesidir. Onun kəmiyyəti günəş radiasiyasından, su səthi ilə onun üzərindəki hava qatında olan su buxarının elastikliyinin fərqindən asılıdır. Buxarlanmaya həmçinin temperatur, küləyin sürəti, atmosfer təzyiqi təsir göstərir.

ABŞ-ın kontinental hissəsinin şimal-şərqindən Cənubi Kaliforniya istiqamətində göllərin səthindən orta illik buxarlanma 508 mm-dən 2180 mm-ə qədər dəyişir. Arid və semiarid rayonlarda göllərdən buxarlanma çox zaman yerli yağıntıların layından çox olur. Rio-Qran-de çayı üzərindəki Elefant-Byutt su anbarının səthindən hər il 1900 mm və ya 106 mln. m<sup>3</sup> su buxarlanır. Bu qədər su Nyu-York kimi iri şəhəri bir ay ərzində içməli su ilə təchiz etməyə kifayətdir.

Buxarlanma çay hövzəsinin su balansının başlıca çıxar hissəsidir. O, çayların rejiminə, xüsusilə isti dövrdə güclü təsir göstərir. Müxtəlif səthlərdən buxarlanmanı hesablamaq üçün su və istilik balans tənliklərindən, turbulent difuziya metodundan və buxarlandırıcıların məlumatlarından istifadə olunur. Hesablamaların tələb olunan dəqiqliyindən və ilkin məlumatların xarakterindən asılı olaraq bu üsullardan biri istifadə üçün seçilir.

*Su balansı metodu.* Bu, sadə üsuldur, lakin nadir hallarda etibarlı nəticələr almağa imkan verir. Bu metoda görə sututarların səthindən buxarlanma aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$E = R + R_1 + R_Q - R_2 - T - I - \Delta S, \quad (2.6)$$

burada E-buxarlanma; R-sututların səthinə düşən yağıntı layı;  $R_1$ -sututara daxil olan səth axımı;  $R_Q$ -sututara yeraltı axım;  $R_2$ -sututardan səth axımı; T-sututarda transpirasiya; I-infiltrasiya;  $\Delta S$ -sututarda su ehtiyatının dəyişməsidir.

Əgər  $T=0$  və  $V=R_Q-I$  qəbul edilərsə, onda tənlik (2.6) aşağıdakı şəkildə yazıla bilər:

$$E = P - R_1 - R_2 - V - \Delta S. \quad (2.7)$$

Bu düsturla buxarlanma bir həftədən az olmayan zaman intervalları üçün hesablanma bilər. Aylıq və illik buxarlanmanın hesablanma dəqiqliyi nisbətən yüksəkdir. Tənliyə daxil olan bütün hədlərin xətaları buxarlanmanın kəmiyyətinə təsir göstərir. Yağıntıları, axım və sututarda su ehtiyatının dəyişməsinə daha dəqiq qiymətləndirmək mümkündür. Lakin dərinədə yerləşən laylara süzülən suyun miqdarını (V) kifayət qədər dəqiqliklə qiymətləndirmək həmişə mümkün olmur. Bu kəmiyyət qırt sularının səviyyəsinə və ya torpağın sukeçirmə qabiliyyətinə görə təyin olunur.

Gölün səviyyəsi ilə süzülmə arasında əlaqə müəyyən edilərsə, onda su balans metodu ilə buxarlanma istənilən zaman intervalı üçün hesablanma bilər. Optimal şəraitdə bu metodun xətası təqribən 10%-dir.

*İstilik balans metodu.* Göl üçün istilik balansının tənliyi aşağıdakı şəkildə yazıla bilər:

$$Q_o = Q_p - Q_{ot} + Q_a - Q_{a.ot} + Q_{pr} - Q_{uz} - Q_E - Q_T - Q_{noT}, \quad 2.8$$

burada  $Q_o$ -suyun akumulyasiya etdiyi istilik miqdarı;  $Q_p$ -su səthinə gələn günəş radiyasiyası;  $Q_{ot}$ -əks olunan günəş radiyasiyası;  $Q_a$ -atmosferdən daxil olan uzundalğalı şüalanma;  $Q_{pr}$ -gölə daxil olan və göldən gedən axımların istilik miqdarının fərqi;  $Q_{a.ot}$ -əks olunan uzundalğalı radiyasiya;  $Q_{uz}$ -suyun şüalandırdığı uzundalğalı radiyasiya;  $Q_E$ -buxarlanmaya sərf olunan istilik;  $Q_T$ -su səthindəki hava qatı ilə istilik



mübadiləsi nəticəsində su kütləsinin verdiyi istilik;  $Q_{\text{pot}}$ -su buxarı ilə itirilən istilik.

Tənlik (2.8)-in bütün hədlərinin ölçü vahidi (kal/(sm<sup>2</sup> .sut.))-dır.

İstilik balans metodu orta xətası yay dövrü üçün 10%, qış dövrü üçün isə 20%-ə qədərdir.

Qış aylarında gölün səthində buz örtüyü əmələ gəldikdə istilik balansının hesablanma dəqiqliyi azalır, çünki əks olunan günəş radiasiyasını, buzun səthinin temperaturunu ölçmək çox çətinidir.

Buxarlanma (2.8) tənliyi ilə hesablandıqda

$$B = \frac{Q_T}{Q_E}, \quad (2.9)$$

və

$$Q_{\text{ПOT}} = C_P Q_E \frac{T_{\text{CY}}}{L}, \quad (2.10)$$

burada V-Boumen nisbəti;  $S_r$ -suyun xüsusi istilik tutumu, kal/(q • °C);  $T_{\text{su}}$ - buxarlanan suyun temperaturu, °S; L-gizli buxarlanma istiliyi, kal/q.

Tənlik (2.8)-i  $Q_E$ -yə nəzərən həll edib, (2.9) və (2.10) tənliklərini nəzərə almaqla buxarlanmaya sərf olunan istilik miqdarını hesablamaq üçün düsturu aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$Q_E = \frac{Q_{\text{II}} - Q_{\text{OT}} + Q_a - Q_{a\text{OT}} - Q_{\text{uz}} - Q_O + Q_{\text{ITP}}}{I + B + \frac{C_P \cdot T_{\text{CY}}}{L}}. \quad (2.11)$$

Vahid zamanda buxarlanan su layını təyin etmək üçün aşağıdakı ifadə istifadə edilə bilər:

$$E = \frac{Q_E}{\rho L}, \quad (2.12)$$

burada E-buxarlanma,  $\text{sm}^3/(\text{sm}^2 \cdot \text{sut})$ ;  $\rho$ -su buxarının sıxlığı,  $\text{q}/\text{sm}^3$ .

Beləliklə istilik balansı tənliyindən aşağıdakı ifadə alınır:

$$E = \frac{Q_{\Pi} - Q_{OT} + Q_a - Q_{a-OT} - Q_{uz} - Q_O + Q_{np}}{\rho [L(1+B) + C_p T_{CY}]}. \quad (2.13)$$

Boumen nisbəti aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$B = 0,61 \frac{P}{1000} \frac{T_{CC} - T_h}{e_0 - e_h}, \quad (2.14)$$

burada r-atmosfer təzyiqi, mbar;  $T_{ss}$ -su səthinin temperaturu,  $^{\circ}\text{S}$ ;  $T_h$ -havanın temperaturu,  $^{\circ}\text{S}$ ;  $e_0$ - su səthinin temperaturunda doymuş buxarın elastikliyi (mb);  $e_h$ -havanın su buxarının elastikliyi (mb).

*Turbulent diffuziya metodu.* Bu metoda görə, su buxarı buxarlandırıcı səthdən atmosfərə hava kütlələrinin turbulent hərəkətinin şaquli toplananının hesabına qalxır. Buxarlanmanı hesablamaq üçün müxtəlif nəzəri və empirik ifadələr təklif olunmuşdur. Bunların əksəriyyəti buxarlanmanın su buxarının elastikliyindən asılılıq əlaqəsinə əsaslanır. İlk dəfə belə əlaqəni Dalton aşkar etmişdir:

$$E = \kappa(e_0 - e_h), \quad (2.15)$$

burada  $\kappa$ -küləyin sürətindən, atmosfer təzyiqindən və başqa amillərdən asılı olan əmsəldir.

Turbulent diffuziya nəzəriyyəsinə əsaslanaraq, Satton, Budiko və başqaları mürəkkəb quruluşlu düsturlar təklif

etmişlər. Lakin bu düsturlara daxil olan kəmiyyətlərin əksəriyyəti üzərində müşahidələr təşkil etmək çox çətindir. Buna görə də praktikada çox vaxt Meyerin təklif etdiyi nisbətən sadə empirik düsturdan istifadə olunur:

$$E = C(e_0 - e_h) \left(1 + \frac{W}{10}\right), \quad (2.16)$$

burada W-su səthindən 25 fut (7,62m) hündürlükdə küləyin sürəti, mil/saat (1 mil=1,61 km); S-empirik əmsaldır. Buxarlanma sutkalıq inter-val üçün hesablandıqda S=0,36 qəbul edilir. Kiçik sututarlar və nəm torpaq üçün S=0,50.

ABŞ-ın Oklaxoma ştatında yerləşən Xefner gölündə yerinə yetirilmiş müşahidə məlumatlarından istifadə etməklə müxtəlif hesablama üsullarının imkanları araşdırılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, aşağıdakı sadə empirik düsturun dəqiqliyi, daha çox amilləri nəzərə alan nisbətən mürəkkəb strukturlu düsturların dəqiqliyi səviyyəsindədir:

$$E = N_U (e_0 - e_h), \quad (2.17)$$

burada N-əmsal; U-su səthindən 2 m hündürlükdə küləyin sürəti, m/s.

Düstur (2.17)-dəki N əmsalı aşağıdakı empirik nisbətə görə hesablanıla bilər:

$$N = \frac{0,0291}{A^{0,05}}, \quad (2.18)$$

burada A-sututarın aynasının sahəsidir, m<sup>2</sup>.

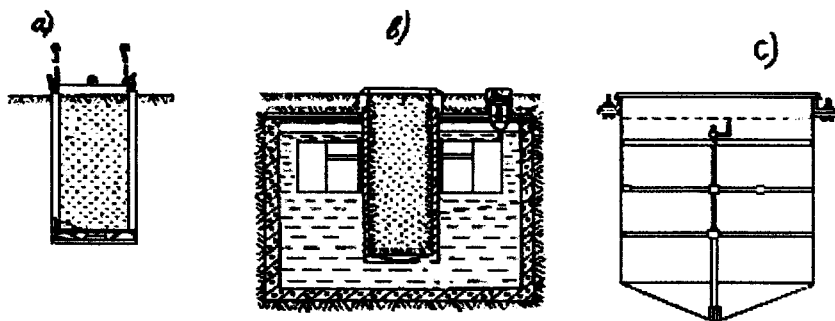
N əmsalı düstur (2.18)-lə təyin olunduqda buxarlanmanın hesablanma xətası 30%-ə qədər olur. Lakin bu əmsalı istilik balansı və ya turbulent diffuziya metoduna görə qiymətləndirdikdə xəta 15%-ə qədər azalır.

## 2.1.4. BUXARLANDIRICI QURĞULARIN KÖMƏYİ İLƏ BUXARLANMANIN ÖLÇÜLMƏSİ

300 ildən artıqdır ki, müxtəlif səthlərdən (torpaq, su, qar, meşə və s.) buxarlanmanı ölçmək üçün *buxarlandırıcı qurğulardan* istifadə olunur. Bu qurğuların geniş tətbiqinin əsas səbəbləri müşahidələrin yerinə yetirilməsinin sadəliyi və alınan nəticələrin kifayət qədər dəqiq olmasıdır.

Torpaq və su səthindən buxarlanmanı ölçməyə imkan verən *buxarlandırıcılar* daha geniş yayılmışdır. Bunların köməyi ilə buxarlanmanın təyini buxarlandırıcıda yerləşdirilmiş torpaq monoliti və ya su həcmi üçün su balansı tənliyinin həllinə əsaslanır.

Müxtəlif buxarlandırıcıların sxemləri şəkil 2.4-də göstərilmişdir.



ŞƏKİL 2.4. Buxarlandırıcı qurğuların quruluşunun sxemi.

- Torpaq buxarlandırıcı QQİ-500;
- Kiçik hidravliki torpaq buxarlandırıcı;
- Su buxarlandırıcı QQİ-3000.

Kecmiş SSRİ-də QQİ-500-100 tipli və hidravliki torpaqdan buxarlandırıcılar tətbiq edilirdi. Birinci buxarlandırıcıda torpaq monolitinin sahəsi  $500\text{sm}^2$  və dərinliyi 100 sm, ikincidə isə, müvafiq olaraq  $2000\text{sm}^2$  və 150 sm-dir.

Monolit hər 10 gündən bir dəyişdirilir. Bu müddət ərzində torpaqdan buxarlanma monolitın kütləsinin dəyişməsinə görə təyin olunur. Təbiidir ki, baxılan zaman intervalında düşən yağıntılar və monolitdən süzülən suyun miqdarı da nəzərə alınır. Buxarlanma aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$E = 0,02(m_1 - m_2) + P - i, \quad (2.19)$$

burada  $m_1$  və  $m_2$ -baxılan zaman intervalının əvvəlində və axırında buxarlandırıcının kütləsi, q; P-yağıntılar, mm; i- monolitdən süzülən suyun miqdarı, mm.

Su buxarlandırıcılarının əsas tipləri QQİ-3000 və sahəsi  $20m^2$  olan buxarlandırıcı hovuzlardır. QQİ-3000 dibi konus formalı olan silindrik metal qurğudur. Buxarlandırıcı səthin sahəsi  $3000sm^2$ , qurğunun hündürlüyü 685 mm-dir.

QQİ-3000 və buxarlandırıcı hovuzlar həm quruda, həm də sututarların səthində yerləşdirilə bilər.

ABŞ-da Hava Bürosunun sinklənmiş dəmirdən hazırlanmış standart buxarlandırıcıdan istifadə olunur. Buxarlandırıcı yerin səthindən 30,5 sm hündürlükdə taxta dayaqın üzərində yerləşdirilir.

Buxarlandırıcılar faktik buxarlanmanı deyil, mümkün buxarlanmanı ölçməyə imkan verir. Buna görə də faktik (həqiqi) buxarlanmanı təyin etmək üçün buxarlandırıcının göstəricisini reduksiya əmsalına vurmaq lazımdır. Bu əmsalın qiyməti 0,70-0,75 arasında dəyişir. Reduksiya əmsalı ildən-ildə və ərazi üzrə dəyişir.

Buxarlandırıcının diametri böyüdükcə, reduksiya əmsalı vahidə yaxınlaşır.

Buxarlandırıcıların bütün tiplərinin başlıca çatışmazlığı, onların metal korpusunun və ətraf mühitin istilikkeçirmə qabiliyyətlərinin müxtəlif olmasıdır. Bunun nəticəsində qurğunun daxilində suyun və ya torpağın təbii istilik rejimi pozulur.

## 2.1.5. TRANSPIRASIYA

*Transpirasiya* bitkilərin həyatı və inkişafı üçün zəruri olan fizioloji prosesdir və aşağıdakı əsas mərhələlərdən ibarətdir: 1) bitkinin kök sisteminin torpaqdan suyu qəbul etməsi; 2) suyun oduncaqda nəql olunması; 3) suyun artıq hissəsinin yarpaqlardan atmosfərə buxarlanması.

Vegetasiya dövründə bir günəbaxan və ya qarğıdalı bitkisi 200 litrə qədər su buxarlandırır. Bir palıd ağacı isə bir gündə 160 litr su transpirasiya edir.

Transpirasiyaya sərf olunan su kütləsinin məhsulun (quru qalıqın) kütləsinə nisbəti, *transpirasiya əmsalı* adlanır. Məhsulun kütləsi hesablandıqda bitkilərin həm yerüstü hissələri, həm də kök sistemlərinin kütlələri nəzərə alınır.

Transpirasiya əmsalının qiyməti müxtəlif bitkilər üçün 200-1000 arasında dəyişir (cədvəl 2.1).

Cədvəl 2.1

### MÜXTƏLİF BİTKİLƏR ÜÇÜN TRANSPIRASIYA ƏMSALI [2]

Bitki	Kt	Bitki	Kt
Buğda	333-554	Qarabaşaq	371-646
Yulaf	401-665	Günəbaxan	490
Arpa	365-539	Kartof	281-448
Darı	275-427	Şəkər çuğunduru	377-497
Çeltik	811	Çovdar	377-744

Bir hektar sahədən bitkilərin transpirasiyasına sərf olunan suyun miqdarı ( $M_t$ ,  $m^3/ha$ ) aşağıdakı düsturla hesablanıla bilər:

$$M_t = K_t u, \quad (2.20)$$

burada  $K_t$ -transpirasiya əmsalı;  $u$ -1 ha sahədəki məhsulun quru qalıqının kütləsi,  $t/ha$ .

İri təbii və əkin sahələrindən transpirasiyanı ölçmək praktiki nöqteyi-nəzərdən mümkün olmadığı üçün, təcrübədə bitkilərin suya tələbatının təyini ilə kifayətlənirlər. Cədvəl 2.2-də bəzi bitkilər üçün bu kəmiyyətlər verilmişdir.

Cədvəl 2.2

**BİTKİLƏRİN VEGETASIYA DÖVRÜNDƏ SUYA TƏLƏBATI  
(KOLORADO ŞTATI, MONT-ROZA RAYONU) [4]**

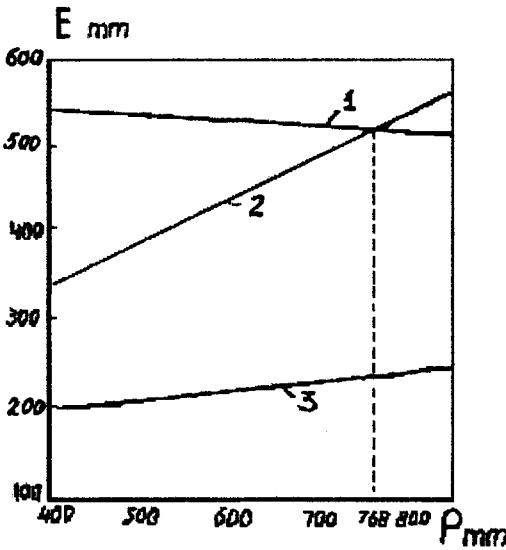
Bitki	Suya tələbat, mm
Yonca	673
Qarğıdalı	500
Buğda	368
Ot bitkiləri	592
Təbii çəmən	947

A.Meyerə görə vegetasiya dövründə iynəyarpaqlı meşələr üçün transpirasiya 100-150 mm, enliyarpaqlı meşələr üçün 200-300 mm, müxtəlif otlar və çöl bitkiləri üçün 230-250 mm-dir.

Transpirasiyanın kəmiyyəti müxtəlif fiziki-coğrafi amillərdən asılıdır: qrunut sularının yerləşməsinin dərinliyi, rütubət çatışmazlığı, küləyin sürəti, torpağın temperaturu, torpağın fiziki xassələri, bitkilərin növü, yaşı və s.

Qrunut suları 5 m-dən dərinde yerləşəndə buxarlanma və transpirasiya demək olar ki, müşahidə olunmur. Havanın rütubət çatışmazlığı artdıqca transpirasiya sürətlənir. Havanın temperaturu yüksəldikcə də transpirasiya çoxalır. Ən az transpirasiya temperaturun ən aşağı qiymətlərinə uyğundur. Qışda enliyarpaqlı meşələrdə transpirasiya illik transpirasiyanın cəmi 0,4-4%-ni təşkil edir.

Bitki örtüklü və bitki örtüyü olmayan torpağın səthindən buxarlanma yağıntıların miqdarından asılıdır (şəkil 2.5).

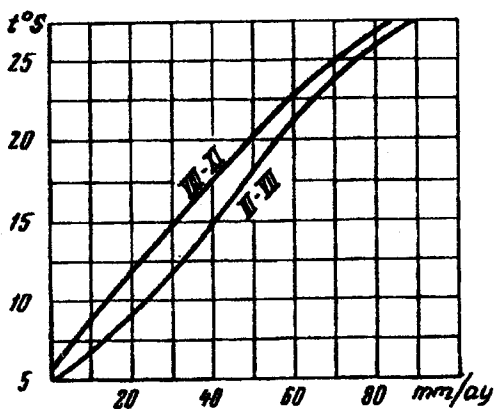


ŞƏKİL 2.5. Müxtəlif səthlərdən buxarlanma (E) və atmosfer yığıntıları (P) arasında əlaqə qrafikləri [2]. 1-su səthindən; 2-bitki örtüklü torpaqdan; 3-bitkisiz torpaqdan.

Bu şəkildən görüldüyü kimi, bitki örtüyü olmayan torpaq səthindən illik buxarlanma illik yağıntının miqdarı artdıqca tədricən çoxalır. Bitki örtüklü torpaq səthindən isə buxarlanma kəskin artır. Su səthindən buxarlanma isə, yağıntılar artdıqca, əksinə, azalır. Bu havanın rütubət çatışmazlığı və günəşli günlərin sayının azalması ilə izah olunur. İllik yağıntının miqdarı 760 mm olduqda bitki örtüklü torpaq və su səthindən buxarlanma eyni olur.

Transpirasiyanın kəmiyyətini təyin etmək üçün A.Mayerin qrafiklərindən istifadə edilə bilər (şəkil 2.6).





ŞƏKİL 2.6. Bitkilərin vegetasiya dövründə transpirasiyanın havanın temperaturundan asılılığının qrafikləri [2].

Bu qrafiklərdən biri vegetasiya dövrünün birinci yarısı (III-VII aylar), o biri isə ikinci yarısı üçün (VIII-XI) alınmışdır. B.A. Apollonun fikrincə, bu əlaqələrdən illik yağıntıların miqdarı 300 mm-dən çox olduqda istifadə etmək məqsədəuyğundur.

#### 2.1.6. ÇAY HÖVZƏSİNDƏN CƏM BUXARLANMANIN HESABLANMA ÜSULLARI

Praktikada əksər halda çay hövzəsinin səthindən *cəm buxarlanmanı* hesablamaq tələb olunur. Lakin hövzədə müxtəlif buxarlandırıcı səthlər olur və onların hamısını nəzərə almaq praktiki cəhətdən çox çətindir. Buna görə də təcrübədə cəm buxarlanmanı hesablamaq üçün aşağıdakı üsullardan istifadə olunur:

1. Su balansı metodu;
2. Su və istilik balansı elementlərinin əlaqə tənlikləri;
3. Buxarlandırıcılar və lizimetrlər;
4. Turbulent diffuziya metodu;

5. İstilik balansı metodu;
6. Kompleks metod;
7. Empirik düsturlar.

Buxarlanmanın orta çoxillik kəmiyyətini təyin etmək üçün ən geniş yayılmış üsul su balansı metodudur. Bu üsula görə buxarlanma yağıntılarla axımın fərfinə bərabərdir.

A.R.Konstantinov havanın temperaturu və rütubətinə görə aylıq buxarlanmanı hesablamaq üçün qrafiki metod təklif etmişdir. Bu qrafiklər müxtəlif səthlərdən-torpaqdan, sudan, qardan, çəməndən buxarlanmanı təyin etməyə imkan verir. Bu üsulun əsas üstünlükləri hesablamaların sadəliyi və meteoroloji müşahidə məntəqələrinin məlumatlarından birbaşa istifadənin mümkünlüyüdür. A.R.Konstantinovun üsulunun dəqiqliyi 10-15%-dir.

Müasir dövrdə hövzə səthindən cəm buxarlanmanı hesablamaq üçün kompleks sxemlərdən geniş istifadə olunur. Bu sxemlərə görə buxarlanma iki mərhələdə qiymətləndirilir: birinci mərhələdə hövzədən *mümkün buxarlanma*, ikinci mərhələdə isə mümkün buxarlanmaya görə *faktik buxarlanma* hesablanır. Belə metodlardan birini M.İ.Budıko təklif etmişdir. Bu metod hər bir ay üçün buxarlanmanın qiymətlərini təkcə orta çoxillik dövr üçün deyil, həm də konkret illər üçün təyin etməyə imkan verir. Arid zona şəraiti üçün M.İ.Budıkonun metodunun nisbi orta kvadratik xətası 30-35%-dir. Baxılan metodun başlıca nöqsan çəhəti, buxarlanmanın hesablandığı zaman intervalı ərzində düşən yağıntıların nəzərə alınmamasıdır. Bu çatışmazlığı aradan qaldırmaq üçün V.Q.Andreyanov aşağıdakı düsturu təklif etmişdir.

$$E = E_{\Pi} + (E_0 - E_{\Pi})(M/M_f), \quad (2.21)$$

burada  $E_n$ -baxılan ay ərzində düşən yağıntıların buxarlanmaya sərf olunan hissəsi;  $M$  və  $M_f$ -torpağın nəmliyinin

müvafiq olaraq orta və minimal qiymətləri,  $E_0$ -mümkün buxarlanmadır.

Cəm buxarlanmanı hesablamaq üçün Penman, Türk, Torntveyt, Mazer və başqaları da kompleks sxemlər təklif etmişlər.

Penmanın düsturu:

$$E = P + d_c - d_g, \quad (2.22)$$

burada R-aylıq intervalda qeydə alınan yağıntılar;  $d_c$  və  $d_g$  müvafiq olaraq, ayın sonunda və başlanğıcında torpaqda rütubət çatışmazlığıdır.

Bu hesablama sxemi ifrat rütubətli zona üçün qənaətbəxş nəticələr verir. Lakin arid zona üçün onun xətası böyükdür.

Türk mümkün buxarlanmadan faktik buxarlanmaya keçmək üçün aşağıdakı riyazi ifadəni təklif etmişdir:

$$E = (p + a + \lambda) / \sqrt{1 + \left(\frac{p + a}{E_0} + \frac{\lambda}{2E_0}\right)^2}, \quad (2.23)$$

burada  $E$  və  $E_0$ -dəkada üçün buxarlanma və mümkün buxarlanma;  $P$ -yağıntılar;  $\lambda$  - bitki örtüyünün buxarlanmada iştirakını səciyyələndirən parametir;  $a$ -yeraltı suların hesabına torpaqdan buxarlanan su layı ( $a=1-10\text{mm}$ ).

## 2.2. HÖVZƏ SƏTHİNİN AMİLLƏRİ

*Hövzə səthinin amilləri* çay axımının ləng dəyişən amilləri qrupuna aiddir. Bu amillərin zaman dəyişkənliyi çox zəif olduğu üçün belə hesab edilir ki, onlar bir neçə onillik ərzində heç dəyişmir. Hövzə səthinin amilləri başlıca olaraq litosferlə bağlıdır.

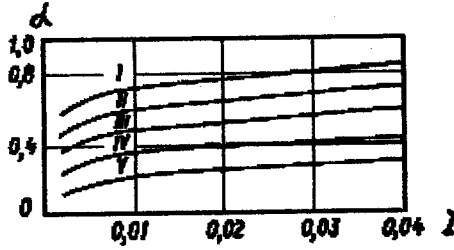
## 2.2.1. RELYEF

Höviznin *relyefi* axıma müəyyən təsir göstərir. Bu baxımdan relyefin aşağıdakı göstəriciləri daha böyük marağ kəsb edir: sutoplayıcının okean səviyyəsindən orta hündürlüyü, hövizdə hündürlüklərin dəyişmə diapozonu, ərazinin parçalanma dərəcəsi, yamaqların ekspozisiyası.

Relyefin elementləri üç əsas iqlim elementinin ərazi üzrə paylanmasına təsir göstərir: yağıntılar, buxarlanma və havanın temperaturu. Bunlar isə öz növbəsində çay axımının səth və yeraltı toplananlarının zamana görə və ərazi üzrə dəyişməsini müəyyən edir. Relyef elementləri sutoplayıcının səthində axın şırnaqlarının sürətini, məcrada və yamaqlarda suyun qacış müddətini dəyişməklə axımın əmələgəlmə şəraitinə təsir göstərir. Onlar həmçinin hövizdə qarın yığılma və ərimə proseslərinə, maye yağıntıların infiltrasiyasına və akumulyasiyasına təsir edir.

Geniş düzənliklərdə nisbi hündürlüklərin 100-200 m-ə qədər artması ərazinin ümumi rütubətliyini və bununla əlaqədar çay axımını çoxaldır. Axımın hündürlüyə görə artması dağlıq ərazilərdə daha aydın şəkildə müşahidə olunur.

Ümumi halda dağ çayının hövizsində üç əsas relyef forması üstünlük təşkil edir: dağlıq, dağətəyi və düzənlik. Dağlıq relyef yamaqların dikliyi, ərazinin kəskin parçalanması, dərələrin dərin və ensiz olması və güclü denudasiya ilə səciyyəlidir. Hövizə ensiz, yamaqların meyilliyi böyük olduğu üçün atmosfer yağıntılarının çox hissəsi səth axımının yaranmasına sərf olunur, infiltrasiya isə kiçik olur. Dağətəyi zonada meylik nisbətən azalır, dərə genişlənir, səth axımı bir qədər azalır, buxarlanma və infiltrasiya isə əksinə artır. Düzənlik ərazilərdə isə höviznin səthində akumulyasiya güclənir, səth axımı zəifləyir və yenə də buxarlanma və süzülməyə sərf olunan itkilər artır (şəkil 2.7).



ŞƏKİL 2.7. Müxtəlif torpaq tipləri üçün axım əmsalının meyllikdən asılılıq qrafikləri [9]. I-şoran torpaqlar; II-podzol torpaqlar; III-şabalıdı torpaqlar; IV-qara torpaqlar; V-qumlucaı torpaqlar.

Qışda yağanlarda düzən ərazilərdən sovrulan qar yığılır və bu, qarın ərimə prosesini ləngidərək çay axımını tənzimləyir.

Orta dağlıq və alçaq dağlıq ərazilərdə çaylar başlıca olaraq yağış suları ilə qidalanır. Hövzənin orta hündürlüyü artdıqda axımın əmələgəlməsində qar sularının rolu artır. Buzlaqların yayıldığı rayonlarda bu qida mənbəyi də böyük əhəmiyyət kəsb edir.

*Yamacların ekspozisiyası* hövzənin rütubətlənmə şəraitinə və beləliklə çay axımına böyük təsir göstərir. Rütubətətirən küləklərə istiqamətlənmiş dağ yamaclarına daha çox yağıntı düşür: Böyük Qafqazın cənub-qərb yamaclarına 4000 mm, Pamir dağlarının cənub-qərb yamaclarına 2500 mm. Eyni bir dağ silsiləsinin rütubətətirən küləklərə istiqamətlənmiş və əks ekspozisiyalı yamaclarında eyni hündürlükdə yağıntılarının fərqi 300-1000 mm ola bilər. Müxtəlif ekspozisiyalı yamaclarda yerləşən çayların axımı 2-4 dəfə və daha çox fərqlənə bilər. Məsələn, Ural dağlarının qərb yamaclarında yerləşən çayların illik axımı, şərq yamacının çaylarından 1,5-2,0 dəfə çoxdur.

Dağarası çökəkliklərə atmosfer yağıntılarını az düşür (100-300 mm).

Yamacların ekspozisiyası və dikliyi onların radiasiya balansına da təsir göstərir. Məsələn, Zabaykalyədə meyilli 25° olan şimal yamacda radiasiya balansı üfqi səthə nisbətən 25% az, cənub yamacda isə, əksinə 10% çoxdur.

### 2.2.2. GEOLOJİ QURULUŞ VƏ TORPAQ ÖRTÜYÜ

Çay hövzəsinin *geoloji quruluşu və torpaq örtüyü* ilk növbədə infiltrasiya prosesinə təsir göstərir. Hövzənin səthinə düşən yağıntıların yeraltı suların qidalanmasında iştirakı torpaq örtüyündən çox asılıdır. Torpaq-süxur təbəqəsi rütubətin yeraltı akumulyatorudur. Onlar gursuluq və daşqın dövrlərində suyun bir hissəsini yığıb saxlayır, azsulu dövrdə isə çaya qaytarır. Yeraltı suların yatım şəraiti dağ süxurlarının litoloji tərkibindən və yerləşməsindən asılıdır. Çay hövzəsinin hidrogeoloji şəraiti ərazinin geoloji quruluşu ilə müəyyən olunur.

*Hidrogeoloji şərait* yeraltı hövzənin akumulyasiya qabiliyyətini və sonra bu suların yeraltı axım formasında çayları qidalandırmasını səciyyələndirir.

Hövzə səthinin suudma qabiliyyəti əhəmiyyətli dərəcədə torpaq tiplərindən və onların mexaniki tərkibindən asılıdır. Torpaq hissəcikləri iri olduqda, onların sukeçirməsi və su verməsi sürətlənir, susaxlama qabiliyyəti isə zəifləyir. Buna görə də hövzəsində qumlu torpaqların üstünlük təşkil etdiyi çayların rejimi gilli torpaqların daha geniş yayıldığı ərazi çaylarının rejimindən fərqlənir. Cədvəl 2.3-dən görüldüyü kimi, qumlu torpaqların suverməsi gillicəyə nisbətən 5 dəfə çoxdur. Meşə torpaqları çöl torpaqlarına nisbətən daha məsələli olduğu üçün, onların sukeçirmə və suvermə qabiliyyəti daha yüksəkdir.

Hövzənin təşkil olunduğu süxurların suudma qabiliyyəti atmosfer yağıntılarının infiltrasiyasına güclü təsir edir. Təbiidir ki, nə qədər çox su süzülərsə çayların yeraltı sularla qidalanma şəraiti də bir o qədər yaxşı olar.

Hövzələri yumşaq, məsaməli və ya çatlı süxurlardan təşkil olunmuş çayların yeraltı axımı daha yüksək olur. Məsələn, Qarabağ vulkanik yaylasından başlanğıcını götürən çayların qidasının 50-70%-ni yeraltı sular təşkil edir. Əksinə, daha sementləşmiş və kristallik quruluşlu süxurların yayıldığı ərazi çaylarının yeraltı axımı kəskin azalır.

Cədvəl 2.3

### TORPAQ-SÜXURLARIN SU-FİZİKİ XASSƏLƏRİ [7]

Torpaqların mexaniki tərkibi	Təsərrü-fat sahəsi	Sukeçir-mə, mm/dəq	Su vermə, % (tam rütubət tutumuna nisbətən)
Gilliçəli	Tarla	0,19	12,0
	Meşə	0,24	13,5
Qumlucalı	Tarla	0,23	33,5
	Meşə	0,51	48,0
Qumlu	Tarla	0,99	57,3
	Meşə	2,93	61,7

Bəzi ərazilərdə axımın əmələgəlməsində karst böyük rol oynayır. *Karstın* axıma təsiri, xüsusilə azsulu dövrlərdə, digər fiziki-coğrafi amillərin təsirindən güclü ola bilər. Bu təsir müxtəlif istiqamətlidir, yəni çayın axımını həm çoxalda, həm də azalda bilər. *Karstın* təsiri nəticəsində kiçik çayların axımı daha kəskin dəyişir.

*Karstın* intensiv inkişaf etdiyi ərazilərdə çay şəbəkəsi olmaya da bilər. Lakin belə ərazilərdə formalaşan yeraltı sular bir və ya neçə çay sisteminin qidalanmasında fəal iştirak edir. Məsələn, Pandiver yüksəkliyində, təqribən 1000 km<sup>2</sup> ərazidə çay şəbəkəsi yoxdur və burada düşən yağıntılar yüksəkliyin ətəyində bulaqlar (200-ə qədər) şəklində səthə çıxır və bir neçə caya başlanğıc verir. Kırım Yaylasında atmosfer yağıntılarının ən çox düşdüyü ərazidə səth axımı əmələ gəlmir. Burada da infiltrasiya olmuş yağıntı suları,

xeqli ařađı hündürlüklükdü qrunıt suları řeklındü çayları qıdalandırır.

Çay hövzäsının sahəsi böyüdükdü karstın çay axımına täsiri zöıflöyır, çünki belü süxurların yayıldıđı ęrazının nisbi sahəsi azalır.

Mürękküb geoloji quruluřa malik ęrazilükdü çayın sęth vü yeraltı sutoplayıcılarının konturları üst-üstü düřmüyü bilü. Karst süxurlarının geniş yayıldıđı ęrazilü buna misal ola bilü.

Çay hövzäsının geoloji quruluřu vü torpaq örtüyü, çay axımının, xüsüsülü minimal axımın ęmülü gęlmäsınü gürü bircins olan hidroloji rayonların sęrhüdlüri müęyyün edildikdü hökmün nüzüru alınmalıdır.

### 2.2.3. BİTKİ ÖRTÜYÜ

Bitki örtüyü vü xüsüsülü *meřenin çay axımına täsirinin* öyrünilmüsi hüm nüzüri, hüm dę praktiki ęhümüyyüt kęsb edir. Buna gürü dę bu mäsüleyü çoxsaylı elmi tädqiqatlar hęsr olunmuřdur. Hülü XIX ęsrđü Dokuçayev V.V., Voyeykov A.İ., XX ęsrđü Boçkov A.P., Lvoviç M.İ. vü bařqaları meřenin çay axımına täsirini öyrünmiřlur. Vodoqretski V.Y., Krestovski O.İ. vü Fyodorov S.F. bu täsiri daha ętraflı tädqiq etmiřlur. Uzun müddüt meřenin çay axımına täsiri haqqında bir-birinü ęks iki fikir mövcud olmuřdur: meřü çay axımını yalnız artırır vü ya yalnız azaldır. Bu ziddiyyüt hüm problemin mürękküblüyi, hüm dę onun öyrünilmüsündü müxtelif yanășmaların tętbiqi ilü izah olunur. Çox zaman meřenin növ tärkibi, yaşı vü sıxlıđı, yünü meřü biogeosenozunun dęyiřkün strukturu nüzüru alınmırdı. Hüm dę meřenin ümumi çay axımına täsiri öyrünilirdi vü hidroloji rejimin ayrı-ayrı fazalarında formalařan çay axımına täsirinü isü baxılmırdı.

Meřü bitkilüri ilk növbüdü atmosfer yađıntılarına täsir gütüsterir. Onların bir hissüsünü ađacların yarpaqları, budaqları saxlayır vü yerin sęthünü gęlib çatmađa qoymur. Sıx vü cavan



şam meşələrində yağıntıların 25%-i, küknar meşələrində isə 35%-i yer səthinə çatmır və bunların demək olar ki, hamısı buxarlanmaya sərf olunur. Lakin meşənin növ tərkibi və sıxlığı dəyişdikcə, yağıntıların itkiyə gedən miqdarı da dəyişir. Çox cavan və yaşlı meşələrdə bu itki nisbətən az, ortayaşlı (35-70 il) meşələrdə isə nisbətən çoxdur. Ağacların yarpaq və budaqlarından transpirasiya da belə dəyişir. Buna görə də meşə massivindən cəm buxarlanma onun yaşından asılıdır. Cavan və ortayaşlı meşələrdə cəm buxarlanma açıq (meşəsiz) ərazilərə nisbətən 20% çox olur.

Çox cavan və yaşlı meşələrdə cəm buxarlanma meşəsiz sahələrə nisbətən 10%-ə qədər az ola bilər.

Meşəçöl zonasında meşəli və meşəsiz sahələrin növ-bələndiyi ərazilərin üzərində yağıntılar artır. Meşələr qış mövsümündə qar örtüyünün ərazi üzrə paylanmasına güclü təsir göstərir. Bu, meşəçöl zonasında daha aydın hiss olunur: meşədə qar ehtiyatı açıq ərazilərə nisbətən 50-70% çox ola bilər. Meşə təbii zonalarının qarışıq meşələrində bu artım 20-30%, iynəyarpaqlı meşələrdə isə 5-10% təşkil edir. Qarın belə paylanması açıq və meşəli ərazilərdə küləyin rejimi ilə bağlıdır və kicik çayların hövzələri üçün daha seçiyyəvidir.

Meşə örtüyü olan hövzələrdə torpaqlar daha məsaməli olur və infiltrasiya prosesi daha intensiv gedir. Meşənin yumşaq döşəməsi də özündə böyük miqdarda su akumulyasiya edir. Bu səbəblərdən, çox az hallarda və yalnız bəzi yerlərdə güclü yağışlardan və ya qar əridikdən sonra meşədə səth axımı müşahidə olunur. Axımın əsas hissəsi torpağın üst qatlarında (30-60 sm) və qrunt sularının birinci horizontunda baş verir. Lakin hidroloji fazanın sululuğu azaldıqca, səth sularının çox hissəsi yerin altına süzülür. Çoxsulu illərdə meşəli çay hövzəsində səth axımı və qrunt sularının mövsümi hissəsinin cəmi, yaz axımının 70-80%-ni, azsulu illərdə isə yalnız 20-40%-ni təşkil edir. Bu, o deməkdir ki, azsulu illərdə yeraltı suların qidalanma şəraiti yaxşılaşır və aralıq fazada çaylara yeraltı axım artır. Beləliklə, meşə, axımın il ərzində mövsümlərə görə paylanmasına təsir göstərir. O,

çoxsulu fazada axımı azalda, azsulu fazada isə, əksinə, artırabilir.

Beləliklə, meşənin çay axımına təsiri bir çox fiziki-coğrafi amillərdən asılıdır: ərazinin ümumi rütubətliyi (iqlim amilləri), relyef, torpaq örtüyü, hövzənin hidrogeoloji xüsusiyyətləri, meşənin sıxlığı və yaşı, hövzənin meşə ilə örtülülük dərəcəsi (meşəlik əmsalı) və s.

#### 2.2.4. GÖL VƏ BATAQLIQLAR

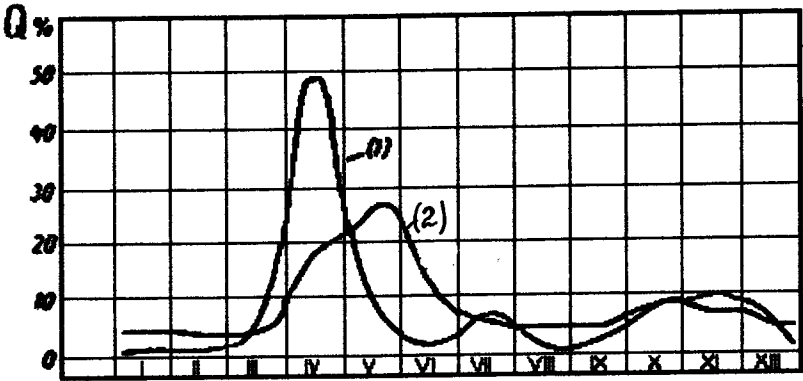
Göllər çayın axımına və rejiminə bəzən o qədər güclü təsir göstərir ki, qalan amillərin təsiri heç hiss olunmur. Göllər onlara daxil olan suyu toplayır və sonra tədricən çaya verir, yeni çayın təbii rejimini tənzimləyir. Tənzimləmənin xarakteri konkret fiziki-coğrafi şəraitdən (təbii zona), gölün tipindən (çökəkliyin forması), hidrometriki müşahidə məntəqəsinə yaxınlıqdan, hövzədə göllərin sayından və onların axarlı-axarsız olmalarından, göllərin yeraltı sularla əlaqəsindən asılıdır.

İfrat və kifayət qədər rütubətli zonalarda su səthindən və torpaqdan buxarlanma çox az fərqlənir. Buna görə də göllərdən buxarlanma ilə əlaqədar itki o qədər də böyük əhəmiyyət kəsb etmir və göllər yalnız çay axımını tənzimləyir. *Gölün tənzimləyici prizmasının həcmindən* asılı olaraq bu tənzimləmə aylıq, mövsümi və çoxillik ola bilər. Müxtəlif axım xarakteristikalarına göllərin təsiri məhz tənzimləmənin xarakterindən asılıdır. Məsələn, eyni bir gölün minimal, mövsümi və illik axıma təsiri müxtəlif ola bilər. *Mövsümi tənzimləmə* şəraitində minimal və maksimal axım əhəmiyyətli dərəcədə dəyişə bilər, illik axım isə ola bilər dəyişməz qalsın.

Arid zonada su səthindən buxarlanma hövzə səthindən (qurudan) buxarlanmaya nisbətən 5-6 dəfə çoxdur. Buna görə də gölün sahəsi nə qədər böyük olarsa, buxarlanma ilə əlaqədar itki də bir o qədər çox olar. Bəzən bu itkilər göldə akumulyasiya olunmuş su həcmindən də artıq ola bilər.

Bununla əlaqədar, göllü hövzəyə malik çayların axımı, gölsüz çaylara nisbətən azalır, xüsusilə azsulu (quraq) illərdə.

Şəkil 2.8-də Volqanın hövzəsinə aid olan iki müxtəlif çayın hidroqrafı göstərilmişdir. Veksa çayı Pleşeyevo gölündən başlanğıcını götürür. Kubr çayının hövzəsində isə göl yoxdur. Hər iki çayın hövzəsinin sahəsi və illik axım norması təqribən eynidir. Şəkildə axım normasının faizi ilə ifadə olunmuşdur. Bu şəkildən görüldüyü kimi, Kubr çayında (gölsüz çay) gursuluğun piki yüksək, aralıq fazanın su sərfələri isə kiçikdir. Veksa (göllü çay) çayında gursuluğun piki nisbətən aşağı, aralıq fazanın su sərfələri isə, əksinə böyükdür.



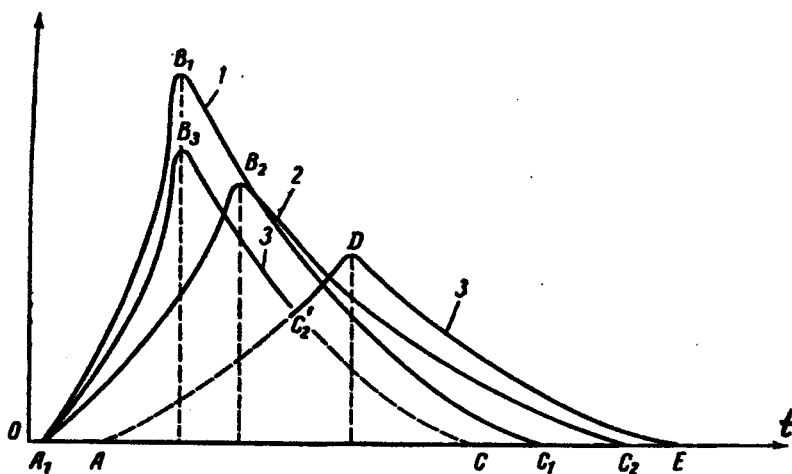
ŞƏKİL 2.8. Kubrya (1-gölsüz) və Veksa (2-göllü) çaylarının hidroqrafları [27].

Hövzədə çoxsaylı axarsız göllər olduqda, onlar səth və yeraltı suları akumulyasiya edir və sonra onları buxarlandırır. Belə hallarda göllərin çay axımına təsiri mənfidir, yəni onlar axımı azaldır.

Əsas çayın məcrasında yerləşən göllər, qollarda yerləşən göllərlə müqayisədə çay axımına daha güclü təsir göstərir, xüsusilə müşahidə məntəqəsinin yaxınlığında olduqda.

Çayların yuxarı axınında yerləşən göllərin həcmi cox zaman kiçik olur və onlarda toplanan su yalnız qısa müddət ərzində çayların qidalanmasında iştirak edir.

Şəkil 2.9-da bir neçə hidroqraf göstərilmişdir.  $A_1V_1S_1$  hidroqrafı hövzəsində göl olmayan çaylar üçün səciyyəvidir. Əgər bu çayın aşağı axınında göl yerləşərsə, onda hidroqrafın forması dəyişir ( $A_1V_2S_2$ ): pik kiçilər və daşqının davamiyyəti uzanar. Əgər göl çayın yuxarı axınında yerləşərsə, onda hövzənin göldən aşağı hissəsi üçün  $A_1V_3S$  hidroqrafı, göllü hissə üçün isə ADE hidroqrafı alınır. Hövzənin göllü və gölsüz hissələrində eyni zamanda əmələgələn axının hidroqrafında iki pik müşahidə olunur ( $A_1V_3C_2^1 DE$ ). Bu halda birinci pik ( $V_3$ ) ikincidən (D) hündür, pik  $V_2$  isə pik  $V_3$ -dən aşağı olur.



ŞƏKİL 2.9. Hidroqrafların sxemləri [27]. 1-hövzədə göl olmadıqda; 2-göl qapayıcı məntəqənin yaxınlığında yerləşdikdə; 3-göl hövzənin yuxarı yarısında yerləşdikdə.

Əgər gölün hövzədə yeri mənbədən mənsəbə doğru dəyişərsə, onda pik D yuxarı qalxacaq, pik  $V_3$ , əksinə, aşağı

düşəcək və bu iki pik bir-birinə yaxınlaşacaq. Bu proses  $A_1V_2S_2$  hidroqrafı alınana qədər davam edəcək.

*Bataqlıqların çay axımına təsiri* birmənalı deyildir və onların tipindən, yerləşdikləri ərazinin iqlim və hidrogeoloji şəraitindən, bataqlığın səthinin xarakterindən və s. asılıdır.

Bataqlıqlar da göllər kimi hövzəyə düşən yağıntıların bir hissəsini akumulyasiya edərək çayın axımını tənzimləyir. Lakin onların tənzimləyici rolu göllərə nisbətən zəifdir. Bataqlıqdan axım, onun fəal layının su ehtiyatı tükənənə qədər davam edir. Bataqlıq sularının səviyyəsi inert laydan aşağı düşdükdə bataqlıqdan axım kəsilir. Belə hallarda hövzəyə düşən yağıntılar əvvəlcə inert, sonra isə fəal layın su ehtiyatlarının bərpasına sərf olunur və axımın bir hissəsi çay şəbəkəsinə gəlib çatmır.

Bataqlıqların səthindən buxarlanma çay axımına böyük təsir göstərir, xüsusilə arid zonada.

#### 2.2.5. BUZLAQLAR

Dağlıq rayonlarda *buzlaqlar* sülb yağıntıları akumulyasiya edir və ilin isti dövründə çayların qidalanmasında iştirak edir. Onlar həm çay axımının kəmiyyətinə, həm də çayın rejiminə təsir göstərir. Bu təsir buzlaqların ölçülərindən, onların çay hövzəsində sayından, yerləşdiyi hündürlükdən, coğrafi zonadan asılıdır.

Qışdan başqa bütün mövsümlərdə buzlağın müxtəlif qatlarında buzun temperaturu ərime temperaturuna yaxın olur. Geotermiki istiliyin hesabına buzlağın alt hissəsi əriddikdə əmələgələn axım çox azdır və  $0,1-0,2 \text{ n/(s} \cdot \text{km}^2)$ -ə qədər olur. Hərəkətdə olan buzlağın enerjisinin dissipasiyası nəticəsində əmələ gələn axım də təxminən belə qiymətlərlə səciyyələnir. Buna görə də belə hesab edilir ki, qışda buzlaqlardan axım əmələ gəlmir.

Buzlaqlar enerji balansının dəyişməsinə çox tez reaksiya göstərir: temperatur və günəş radiasiyasının sutkalıq tərəddüdləri nəticəsində axım da dəyişir. Buna görə də

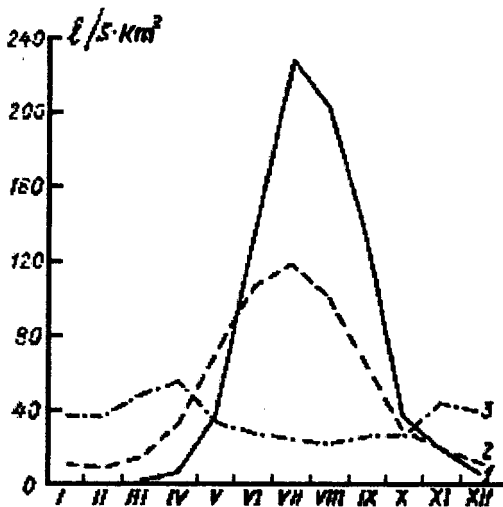
buzlaq çayları ilin ən isti aylarında daha bolsulu olur. Bu mövsümi effekt hövzə səthinin buzlaqlara örtülmə dərəcəsindən asılıdır. Şəkil 2.10-da Alp dağlıq rayonunun (İsveçrə) üç müxtəlif çayının hidroqrafları göstərilmişdir. Bu çay hövzələrinin xarakteristikaları cədvəl 2.4-də verilmişdir.

Cədvəl 2.4

**BUZLAQLARLA ÖRTÜLMƏ DƏRƏCƏSİ MÜXTƏLİF OLAN ÇAY HÖVZƏLƏRİ [10]**

Çay	Hövzənin sahəsi, km <sup>2</sup>	Dəniz səviyyəsindən hündürlük, m	Buzlaqların nisbi sahəsi, %
Arez	359	1080	0
Lütsayn	379	2050	19,5
Massa	195	2920	67,8

Bu üç çay hövzəsinin birində buzlaqlar yoxdur, digər iki hövzədə isə buzlaqlar var, lakin onların sahələri müxtəlifdir. Şəkil 2.10-dan göründüyü kimi, buzlaq çaylarının axımı, hövzəsində buzlaqlar olmayan çayların axımından dəfələrlə çoxdur.



ŞEKİL 2.10. Su toplayıcılarının buzlaqlarla örtülmə dərəcəsi müxtəlif olan çayların hidroqrafları [10].  
1-Massa; 2-Lütşayn; 3-Arez.

Buzlaqların əriməsi nəticəsində əmələ gələn axımın xüsusi halı buzlaq daşqınıdır (island dilində jükulhlaup). Belə daşqınlar buzlaq əriyərkən akumulyasiya olunmuş böyük su həcmnin qəfildən azad olması nəticəsində yaranır. 1922-ci ildə İslandiyada baş vermiş belə bir daşqın zamanı maksimal su sərfi 48000 m<sup>3</sup>/s olmuşdur. Bu maksimal qiymət Missisipi və Missuri çaylarının orta illik su sərfindən 3 dəfə çoxdur.

## Yoxlama suallar

1. Fiziki-coğrafi amillərin çayların su rejiminə təsirinin öyrənilməsinin məqsədi.
2. Çay axımına təsir göstərən fiziki-coğrafi amillərin təsnifatı.
3. Əsas iqlim amillərinin çay axımına təsiri.
4. Hövzə səthi amillərinin çay axımına təsiri.
5. Axımın tez və ləng dəyişən amilləri.
6. Atmosfer yağıntılarının dağlıq ərazilərdə paylanma qanunauyğunluqları.
7. Çay hövzəsində yağıntıların orta layının hesablanma üsulları.
8. Dağ çaylarının hövzələri üçün atmosfer yağıntılarının orta layı necə hesablanır?
9. Buxarlanmanın ölçülməsi.
10. Sutoplayıcının səthindən cəm buxarlanmanın hesablanması üsulları.
11. Relyefin çay axımına təsiri.
12. Meşənin çay axımına təsiri.
13. Göl və bataqlıqların çay axımına təsiri.
14. Buzlaqların çay axımına təsiri.



### 3. AXIM İTKİLƏRİ

Cay hövzəsinin səthinə düşən atmosfer yağıntılarının yalnız bir hissəsi axım əmələ gətirir, qalan hissəsi isə itgilərə sərf olunur. Yağıntıların axım əmələgətirən hissəsi axım əmsalı ilə seçiyyələnir. Cay hövzəsinin səth və yeraltı sutoplayıcılarının suayırıcıları üst-üstə düşdükdə coxillik dövr üçün qapalı hövzənin su balansı tənliyi (1.9) aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$\frac{R_0}{P_0} + \frac{E_0}{P_0} = 1. \quad (3.1)$$

Burada  $R_0/P_0$  nisbətinin *axım əmsalı* ( $\alpha$ ),  $E_0/P_0$ -nisbətinin isə *buxarlanma əmsalı* ( $\beta$ ) olduğu nəzərə alınarsa, onda (3.1) tənliyini aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$\beta = 1 - \alpha. \quad (3.2)$$

Buxarlanma əmsalını bəzən *itki əmsalı* da adlandırırlar. Bu, onunla izah olunur ki, axım itkisinin əsas hissəsini sutoplayıcının səthindən buxarlanma təşkil edir. Axım itkisinin digər vəçib növləri aşağıdakılardır:

1. Bitki örtüyünün islanmasına sərf olunan yağıntılar;
2. Sutoplayıcı səthində suyun akumulyasiyası;
3. İnfiltrasiya.

*Axım itkisinin* bu üç növünün ikisi hövzə səthindən çəm buxarlanmanın tərkib hissələridir və cox vaxt ayrıca qiymətləndirilmir. İnfiltrasiya isə yalnız gursululuq dövrü və yağış daşqınları zamanı səth axımını azaldır. Az-sulu dövrlərdə isə infiltrasiya zamanı formalaşmış yeraltı sular cayları qidalandırır.

Müxtəlif landşaft tiplərinin səthindən buxarlanma prosesi ikinci fəsildə ətraflı təhlil edilmişdir. Buna görə də bu fəsildə axım itkilərinin digər vacib növlərinə baxılır.

### 3.1. YAĞINTILARIN BİTKİ ÖRTÜYÜNÜ İSLATMASI

Sutoplayıcının səthinə düşən yağıntılardan bir hissəsi bitki örtüyünün səthinin islanmasına sərf olunur və sonra buxarlanır. Yağıntılar qismən ağacın yarpaqlarının, gövdəsinin, budaqlarının və otların üzərinə yığılır. Ağacların çətinin yağıntılarını transformasiya etmə effekti sutoplayıcıda eroziya prosesinə qarşı mübarizə tədbirləri həyata keçirildikdə istifadə oluna bilər.

*Bitki örtüyünün səthinin islanmasına* sərf olunan yağıntılardan miqdarı aşağıdakı amillərdən asılıdır:

- yağışın intensivliyindən;
- bitki örtüyünün növündən, yaşından və sıxlığından;
- ilin mövsümündən.

Adətən, vegetasiya dövründə müşahidə olunan yağıntılardan 10-20%-i bitki örtüyü tərəfindən tutulur. Sıx meşələrdə bu itkilər daha böyükdür. ABŞ-ın Qərbi Oregon ştatındakı sıx küknar meşələrində illik yağıntılardan 24%-nə qədər bitki örtüyünün islanmasına sərf olunur. Ölkənin cənubunda 10-illik sıx şam meşələrində bu rəqəm 14%, Kaliforniya şamı meşələrində isə 12% təşkil edir.

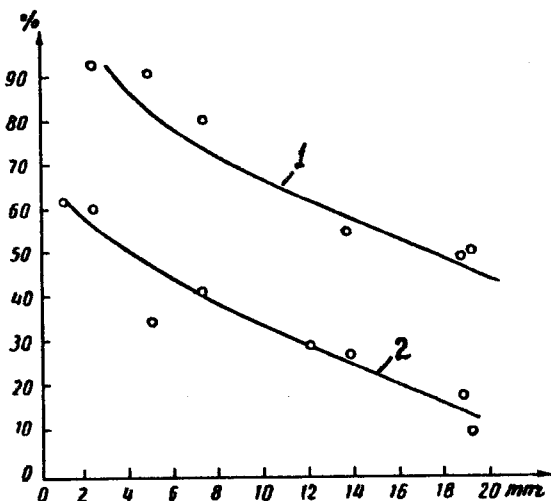
Palıd ağacının bir yarpağı 100-ə qədər su damcısını tutub saxlaya bilər. Yaxşı inkişaf etmiş ağacın hər bir yarpağı 20 su damcısını saxlayarsa, onda onun islanmasına sərf olunan itki 1,5 mm-ə yaxın olar. Zəif yağışlar (0,25 mm-dən az) yalnız ağacların islanmasına sərf olunur.

Cədvəl 3.1-də ABŞ-ın Men ştatında şam (iyneyarpaqlı) və toz ağacı (enliyarpaqlı) meşələrində ağacların islanmasında iştirak edən yağıntılardan ölçülmüş qiymətləri verilmişdir.

**ŞAM VƏ TOZ AĞACI MEŞƏLƏRİNDƏ AĞAQLARIN  
İSLANMASINA SƏRF OLUNAN YAĞINTILARIN HƏFTƏLİK  
QİYMƏTLƏRİ [4]**

Müşahidə tarixi	Ağaqların islanmasına sərf olunan yağıntılarn həftəlik qiymətləri			
	Şam	Toz ağacı	Şam	Toz ağacı
	Düym	düym	%	%
<b>1965-ci il</b>				
9/XI	0.24	0.33	38	15
23/XI	1.01	1.23	26	10
10/XII	1.41	1.65	21	8
30/XII	0.66	0.95	39	12
<b>1966-ci il</b>				
12/I	0.36	0.55	41	10
25/I	0.25	0.58	58	2
1/II	1.38	1.91	30	3
21/II	0.17	0.22	23	0
2/III	0.86	1.23	41	16
29/III	0.73	1.13	43	11

Bu cədvəldən görünür ki, iynəyarpaqlı meşələrdə yağıntılarn itkisi daha çoxdur. Rusiyada yerinə yetirilmiş tədqiqatlar nəticəsində də müəyyən edilmişdir ki, küknar meşələrində yağıntılar ağcaqovaq meşələri ilə müqayisədə 30-40% artıq tutulur. Bu, şəkil 3.1-də görünür.



ŞƏKİL 3.1. Ağac çətirinin tutub saxladığı yağıntı miqdarının (%-lə) yağış layından asılılığı [23] 1-küknar; 2-ağcaqovaq

Yağışın əvvəlində baxılan itki növü daha böyük olur. Getdikcə, bitki örtüyünün islanmasına sərf olunan itki azalır.

Ağacların çətirlərinin tutub saxladığı yağış suyunun ümumi miqdarı (R) aşağıdakı düsturla hesablanıla bilər:

$$P = P_v + kEt, \quad (3.3)$$

burada  $R_v$ -ağacların tam islandıqda tutub saxlaya bildiyi suyun miqdarı, mm;  $k$ -ağacın yarpaqlarının sahələrinin cəminin onun çətirinin üfuqi proyeksiyasının sahəsinə nisbəti;  $E$ -yağış zamanı 1 saat ərzində müşahidə olunan buxarlanma, mm;  $t$ -yağışın davamiyyəti, saat.

Hər hansı bir ağacın islanmasına sərf olunan yağıntılardan miqdarı onun yarpaqlarının sayından və ölçüsündən asılıdır.

Baxılan itki növünə ilin mövsümləri də təsir göstərir. Məsələn, qışda bəzi ağac növləri yarpaqlarını tökür və buna görə də onların islanmasına tələb olunan suyun miqdarı azalır. Havanın rütubətliyi az və temperaturu yüksək olduqda (yay mövsümündə), əksinə, itkilər çoxalır, çünki buxarlanma güclənir.

Ağacların çətirləri sülb yağıntılarının orta hesabla 20%-ni tutub saxlayır. Müxtəlif ot bitkilərinin isə tam islanması üçün 0,3-1,2 mm yağıntı sərf olunur.

### 3.2. SUYUN HÖVZƏNİN SƏTHİNDƏ AKUMULYASIYASI

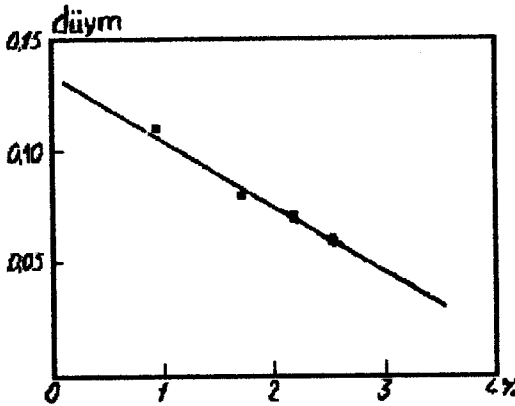
Çay hövzəsində torpaq örtüyünün səthinə gəlib çatmış yağıntılarının əmələ gətirdiyi suyun bir hissəsi torpağa süzülür, bir hissəsi səth axını yaradır, qalan hissəsi isə səthdəki çoxsaylı qapalı çökəkliklərdə (depressiyalarda) akumulyasiya olunur. Depressiyalarda yığılan su, sonradan buxarlanmaya və infiltrasiyaya sərf olunur. İnfiltrasiya nəticəsində torpağın nəmliyi və yeraltı suların ehtiyatı artır. Buxarlanma isə, məlum olduğu kimi axım itkisinin ən əsas növüdür. Çox zaman infiltrasiyanın kəmiyyəti buxarlanmadan böyük olur (depressiyalar üçün). Beləliklə, çay axımının formalaşma prosesində suyun depressiyalarda akumulyasiyası mənfi amil rolunu oynayır, yəni onu azaldır.

*Suyun səthdə akumulyasiyası* çoxsaylı amillərdən asılıdır: çökəkliklərin hündəsi ölçüləri, meylik, infiltrasiya, yağıntılarının və buxarlanmanın şiddətliyi və s. Bu amillər arasında depressiyaların hündəsi ölçülərihəcmi, forması və sayı daha böyük əhəmiyyət kəsb edir. Depressiyaların ölçüləri çox böyük diapozonda dəyişir: bir neçə millimetrlik mikroçökəkliklərdən iri qapalı göl çökəkliklərinə qədər.

Depressiyaların formaları endogen və ekzogen qüvvələrin təsiri ilə əlaqədardır. Endogen qüvvələrin təsiri, əsasən, dağlıq ərazilər, ekzogen qüvvələrininki isə düzən ərazilər üçün səciyyəvidir.

Akumulyasiya olunmuş suyun miqdarı depresiyaların sutoplayıcının hansı hissəsində yerləşmələrindən də asılıdır. Onların çoxu sutoplayıcının yuxarı, nisbətən hündür hissəsində yerləşdikdə akumulyasiya daha böyük olur, çünki bu hissəyə, xüsusilə dağlıq rayonlarda daha çox yağıntı düşür.

Sutoplayıcının səthinin meyilliyi artdıqca, akumulyasiya azalır (şəkil 3.2). Buna görə də akumulyasiyaya sərf olunan axım itkisi düzən ərazilərdə dağlıq rayonlarla müqayisədə daha böyükdür.



ŞƏKİL 3.2. Dörd sukeçirməyən hövzənin səthində akumulyasiya sərf olunan axım itkisinin səthin meyilliyindən asılılıq qrafiki [4]

Sutoplayıcıda akumulyasiya olunan suyun ümumi miqdarını hesablamq üçün bütün depresiyaların həcmi ölçmək lazımdır. Adətən, topoqrafik xəritələrin köməyi ilə yalnız iri çökəkliklərin həcmi təyin olunur. çoxsaylı kiçik depresiyaların həcmi ölçülməsi isə praktiki olaraq mümkün deyildir.

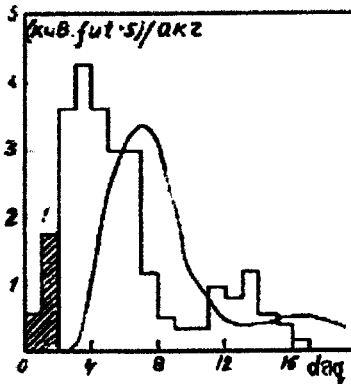
İstənilən zaman intervalında depresiyalarda akumulasiya olunmuş suyun həcmi hesablaşmaq üçün Linsley aşağıdakı eksponental əlaqəni təklif etmişdir:

$$V = S_d(1 - e^{-kp}), \quad (3.4)$$

burada  $V$ -müəyyən zaman anında depresiyalarda yığılmış su həcmi;  $S_d$ -depresiyaların maksimal həcmi;  $P$ -yağıntı layı ilə buxarlanma, infiltrasiya və bitki örtüyünün islanmasına sərf olunan yağıntı layının fərqi;  $k$ -əmsal.

Adətən belə hesab olunur ki, səth axımının əmələgəlməsi üçün bütün depresiyalar su ilə dolmalıdır. Əslində, yalnız ən iri depresiyalar yamacın aşağı hissəsində yerləşdikdə belə olur. Buna baxmayaraq, praktikada həmişə, bu fərziyyə nəzərə alınır. Səth sularının, məsələn yağış daşqının hidroqrafı tərtib edildikdə akumulasiyaya sərf olunmuş suyun miqdarı yağışın başlanğıç hissəsində müşahidə edilmiş yağıntı layından çıxılır.

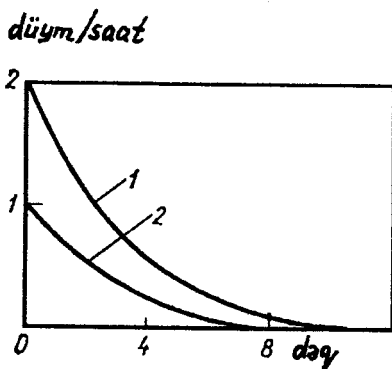
Bu, şəkil 3.3-dəki sxemdə göstərilmişdir.



ŞƏKİL 3.3. Sütöpləyicinin səthindəki depresiyalarda suyun akumulasiyasının gedişini əks etdirən sadə abstrakt sxem [4]. 1-depresiyalarda yığılmış su layı.

ABŞ-da eksperimental çay sutoplayıcılarında aparılan tədqiqatlar zamanı müəyyən edilmişdir ki, şiddətli leysanlar zamanı qum örtüyünün səthində akumuliyasiya 5 mm, gilicə üçün 4 mm və gil üçün 2,5 mm təşkil edir. Şəhərlərin asfalt döşənmiş sahələri üçün bu itki növünün kəmiyyəti 1,6 mm, torpaq örtüklü sahələri üçün 6,3 mm qiymətləndirilir.

Şəkil 3.4-də akumuliyasiyaya sərf olunmuş axım itkisinin şiddətliyinin zamana görə dəyişməsinin qrafikləri verilmişdir. Bu qrafiklərdən görünür ki, akumuliyasiyanın şiddətliyi zamana görə azalır və o, həm də səthin rütubətlənmə şəraitindən asılıdır.



ŞƏKİL 3.4. Sutoplayıcının səthində suyun akumuliyasiya şiddətliyinin zamandan asılılığı [4]. 1-quru səth üçün; 2- nəm səth üçün.

### 3.3. İNFİLTRASIYA

Səth axımının formalaşmasında infiltrasiya çox vacib rol oynayır. O, axımın kəmiyyətinə, axım prosesinin başlanmasına və zamana görə dəyişməsinə təsir göstərir. İnfilt-rasiya yeraltı axımın başlıca qida mənbələrindən biridir. Lakin gursululuq dövrü və yağış daşqınları zamanı o, axım itkisinin əsas növlərindən birinə çevrilir. Buna görə də axım



modellərində infiltrasiyanın xarakteristikaları nəzərə alınmalıdır.

Yağış və ərinti sularının torpağın səthini islatması, kapilyar və qravitasiya qüvvələrinin təsiri altında torpaq-süxur qatına süzülməsi və orada hərəkəti *infiltrasiya* adlanır.

İnfiltrasiya mürəkkəb prosesdir. Onun üç əsas mərhələsi var: islatma, hopma və süzülmə.

*İslatma* fiziki hadisələr və bu zaman torpaq-süxur hissəçikləri molekulyar qüvvələrin təsiri altında çox nazik su təbəqəsi ilə örtülür. *Hopma* zamanı basqı qradientinin təsiri nəticəsində torpaq-süxur təbəqəsindəki məsamələr su ilə dolur. *Süzülmə* prosesində isə su məsamələrdə hərəkət edir.

Süzülmə zamanı suyun hərəkəti laminar və ya turbulent rejimli olur. Laminar rejimdə süzülmənin sürəti aşağıdakı düsturla (*Darsi qanunu*) hesablanır:

$$V = kI, \quad (3.5)$$

burada  $V$ -suyun süzülmə sürəti;  $k$ -filtrasiya əmsalı;  $I$ -basqı qradienti və ya pyezometrik meylikdir.

Turbulent rejimdə *filtrasiyanın* sürəti başqa düsturla hesablanır:

$$V = kI^{\frac{1}{2}}. \quad (3.6)$$

Yağışın və qarın ərime intensivliyi artdıqca, infiltrasiyanın kəmiyyəti azalır, çünki səth suları daha sürətlə axır və onların qaçış müddəti kicilir.

Yağışın davamiyyəti böyük olduqda torpaq və ya süxur qatının üst hissəsi su ilə doyur və infiltrasiya getdikcə zəifləyir.

Havanın və suyun temperaturu da filtrasiyanın sürətinə təsir göstərir. Suyun temperaturu artdıqca onun özlülüyü azalır. Bu isə filtrasiyanı sürətləndirir. Məsələn, Hindistanda ilin 6 isti ayında kanallardan filtrasiya olunan suyun miqdarı 6 soyuq aya nisbətən iki dəfə çox olmuşdur.

Nəm torpağın məsamələrində quru torpaqla müqayisədə daha çox su olduğuna görə infiltrasiyanın kəmiyyəti nisbətən kiçik olur.]

Donmuş torpağın orta temperaturu da infiltrasiyanın vacib amillərindəndir. Yazda qar əriyən zaman sukeçirməyən, donmuş torpaq-süxur qatı infiltrasiyanı kəskin azaldır.

İnfiltrasiyanın kəmiyyəti torpaq-süxur təbəqəsinin mexaniki xassələrindən də asılıdır. Gilli və ümumiyyətlə sıxlığı böyük olan torpaqlar üçün filtrasiya əmsalı ən kiçikdir ( $K=0,0001-0,012$  mm/san). Qum üçün bu əmsalın qiymətləri ən böyükdür ( $K=0,05-0,56$  mm/san). Qara torpaqlarda suyun filtrasiya əmsalı  $0,008-0,415$  mm/san arasında dəyişir.

Bitkilərin kök sistemi də suyun torpağa süzülməsinə sürətləndirir. Eksperimental tədqiqatlar göstərir ki, çöl zonasında salınmış süni meşələr infiltrasiyanı 14-20 dəfə artırır.

Sutoplayıcının səthinin meyilliyi artıqca infiltrasiya zəifləyir, çünki yamaclarda akumulyasiya olunan suyun həcmi azalır, səth sularının sürəti isə, əksinə böyüyür.

Yamaclarda hərəkət edən su şırnaqları özləri ilə xırda mineral hissəciklər aparır və bunlar su ilə birlikdə filtrasiya olunur. Bu proses *təbii kolmatasiya* adlanır və infiltrasiyanı azaldır.

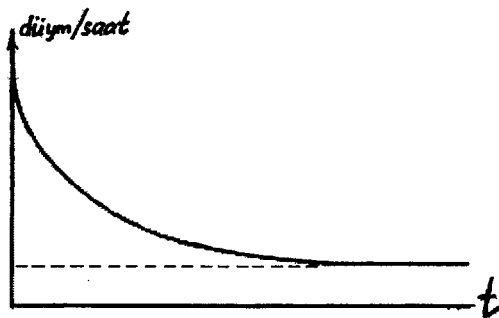
Torpaq örtüyünün infiltrasiya qabiliyyətini təyin etmək üçün aşağıdakı əlaqədən istifadə oluna bilər:

$$f = f_d + (f_0 - f_d)e^{-kt}, \quad (3.7)$$

burada  $f$ -infiltrasiya qabiliyyəti, yəni suvermə məhdudlandırılmayan halda  $t$ -zaman anında infiltrasiyanın şiddətliyi;  $k$ -infiltrasiyanın zamana görə reduksiyasını səciyyələndirən parametr;  $f_0$  və  $f_d$ -müvafiq olaraq, baxılan zaman intervalının başlanğıcında və sonunda infiltrasiya qabiliyyətinin qiymətləri.

Bu düsturdan görünür ki, infiltrasiyanın şiddətliyi zamana görə azalır (şəkil 3.5). Tənlik (3.7) formaca sadə olsa

da,  $f_0$  və  $k$  parametrlərinin qiymətlərini təyin etmək cətidir. Buna görə də bu tənlikdən praktikada az istifadə olunur.



ŞƏKİL 3.5 İnfiltasiyanın şiddətliyinin zamana görə dəyişməsi [4].

*İnfiltasiya qabiliyyəti*, adətən, eksperimental yolla və ya hidroqrafların təhlilinə görə təyin olunur. Eksperimental tədqiqatlar zamanı *infiltrometr* adlı cihazdan istifadə edilir və ya təcrübə sahəsində süni yağış yağdırılır. İnfiltrometrin borusu torpaqda yerləşdirilir. O, su ilə doldurulur və suyun ölçmələr zamanı həmişə eyni bir səviyyədə qalmasına nəzarət edilir. Bu məqsədlə boruya verilən suyun miqdarına görə infiltasiyanın kəmiyyəti təyin edilir.

Süni yağışların köməyi ilə infiltasiya ölçüldükdə yağış və axım laylarının fərqi tapılır. Bu halda bitkilərin islanmasına sərf olunan yağış layı və səthin depresiyalarında akumulasiya olunmuş suyun miqdarı da nəzərə alınır.

İnfiltasiyanın kəmiyyətinin hidroqrafların təhlilinə görə hesablanması əsas üstünlüyü ondan ibarətdir ki, onlar suto-playıçının təbii şəraitini, məsələn, yağıntılardan paylanmasını əks etdirirlər. Lakin bu üsulun dəqiqliyi yağıntılardan və axımın ölçülmə xətlərindən asılıdır.

İnfiltasiyanı hesablamaq üçün müxtəlif torpaq və bitki örtüyü şəraitində suyun filtrasiyasının orta sürətini bilmək kifayət deyildir. Bu məqsədlə suyun doymamış məsələli mühitdə hərəkətini ifadə edən differensial tənliklərdən

istifadə olunmalıdır. Belə tənliklərdən birini Filip təklif etmişdir:

$$\frac{dF}{dt} = \frac{k}{\mu} \left[ 1 + \frac{(m - m_0)(P + H)}{F} \right], \quad (3.8)$$

burada  $\mu$ -suyun özlülüyü;  $k$ -tam doyma halında filtrasiya əmsalı;  $N$ -torpağın səthində su layı;  $m_0$ -torpağın başlanğıc rütubət tutumu;  $m$ - $t$  zaman anında süzülmə cəbhəsinin yerləşdiyi dərinlikdə orta rütubət tutumu;  $F$ -cəm infiltrasiya layı;  $P$ -süzülən su sütununun cəbhəsində kapilyar potensial.

Bu tənliyin praktiki istifadəsinə onun asılı olmayan dəyişən parametri-zaman mane olur.

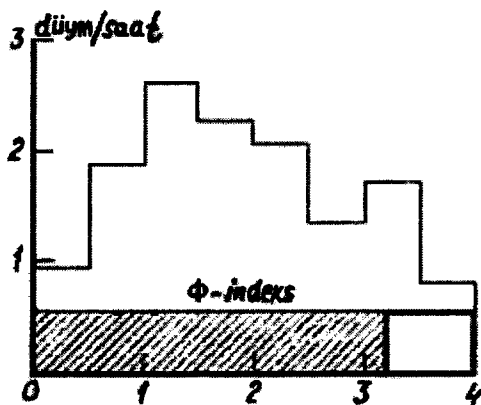
Yağışın (suvermənin) şiddətliyi infiltrasiya qabiliyyətindən böyük olduqda baxılan məsələnin həlli asanlaşır. Əks hal müşahidə olunduqda, bu problemin həlli xeyli mürəkkəbləşir. Bəzi tədqiqatçılar məsələnin həllini tənliyə yeni dəyişən kəmiyyət-torpağın nəmliyinin əlavə olunmasında görürlər. Məsələn, Naqqins və Monke aşağıdakı tənliyi təklif etmişlər:

$$f = f_d + A \left[ \frac{S - F}{T_{\text{məs}}} \right]^p, \quad (3.9)$$

burada  $A$  və  $r$ -parametrlər;  $S$ -su dayağından yuxarıda yerləşmiş torpaq-süxur layının boş məsamələrinin həcmi;  $T_{\text{məs}}$ -su dayağından yuxarıda yerləşmiş torpaq-süxur layının bütün məsamələrinin həcmi;  $F$ -infiltrasiya olunmuş suyun ümumi miqdarı.

Hidroloji tədqiqatlar zamanı, adətən, infiltrasiyanın sadə xarakteristikalarından istifadə olunur. Çox vaxt infiltrasiyanın şiddətliyi sabit qəbul edilir və ya yağışın yağma müddəti üçün orta qiymət təyin edilir. Bu halda, əgər torpaq su ilə tam doymayıbsa, infiltrasiyanın şiddətliyinin başlanğıc qiymətləri heqiqi qiymətlərdən kiçik, yekun qiymətləri isə,

əksinə, böyük alınır. Belə şərtlik nəm torpaq səthinə düşən güclü leysanların axım itgisini hesabladıqda özünü doğruldur, çünki bu halda infiltrasiya doğrudan da zamana görə az dəyişir. Cox zaman təcrübədə *infiltrasiya indekslərindən* istifadə olunur. Bunların ən geniş yayılanlarından biri  $\phi$ -indeksidir. Onun qiymətini hesablamaq üçün infiltrasiyaya sərf olunmuş ümumi itginin kəmiyyəti leysanın davamiyyətinə bölünür. Şəkil 3.6-da göstərilən qrafikin  $\phi$ -indeks xəttindən yuxarı hissəsinə uyğun olan yağıntı həcmi cay axımına ekvivalentdir.



ŞƏKİL 3.6 İnfiltasiyanın indeksinin təsviri [4].

İnfiltasiyanın kəmiyyəti ərazi üzrə və il ərzində qeyri-bərabər paylanır. Məsələn, Avropanın şimal hissəsində ilin soyuq dövründə infiltrasiya sifirə bərabərdir. Podzol və boz meşə torpaqlarında onun qiyməti qış yağıntılarının 10-15%-ni (və ya 10-17 mm su layı), qara torpaqlarda isə 23-35%-ni (və ya 35-45 mm su layı) təşkil edir. Çənuba doğru (Volqaboyu) infiltrasiya 40%-ə (50 mm su layı) qədər artır. Bu qanunauyğunluq payız mövsümündə torpağın rütubətlənmə şəraiti ilə əlaqədardır. Beləliklə, şimal rayonlarda infiltrasiya, əsasən, ilin isti dövründə, çənub rayonlarda isə, əksinə, soyuq dövründə baş verir. Çənub rayonlarda isti dövrün yağıntıları

çox zaman nisbətən dərin qatlara süzülməyə çətdirmir və buxarlanmaya sərf olunur.

### Yoxlama suallar

1. Axım itkilərinin əsas növləri
2. İtki əmsalı anlayışı
3. Atmosfer yağıntılarının bitki örtüyünü islatması amilləri
4. Suyun sutoplayıcının səthində akumulyasiyasının əsas amilləri
5. Depresiyalarda akumulyasiya olunan suyun həcmi necə hesablanır?
6. İnfiltasiya anlayışı
7. İnfiltasiya prosesinin əsas mərhələləri
8. Filtrasiya zamanı suyun hərəkət rejimləri
9. Filtrasiyanın əsas amilləri
10. İnfiltasiya qabiliyyəti anlayışı və onun hesablanması
11. İnfiltasiyanın ölçülməsi. İnfiltrometr.
12. İnfiltasiya indeksi və onun hesablanması
13. İnfiltasiyanın kəmiyyətinin təbii zonalar üzrə dəyişməsi
14. İnfiltasiyanın kəmiyyətinin il ərzində dəyişməsi.

## 4. İLLİK AXIM

### 4.1. AXIM NORMASI

× *Axım norması* dedikdə, axımın elə bir çoxillik dövr üçün orta qiyməti başa düşülür ki, müşahidə illərinin sayı çoxaldıqca bu qiymət praktiki olaraq dəyişmir. İllik axım norması axımın illik qiymətlərinin ortalaşdırılması yolu ilə hesablanı bilər. Ümumiyyətlə isə, axımın digər xarakteristikaları (maksimal, minimal və s) üçün də norma hesablanır. Praktikada illik axım norması əvəzinə, çox vaxt «axım norması» ifadəsi işlənir. †

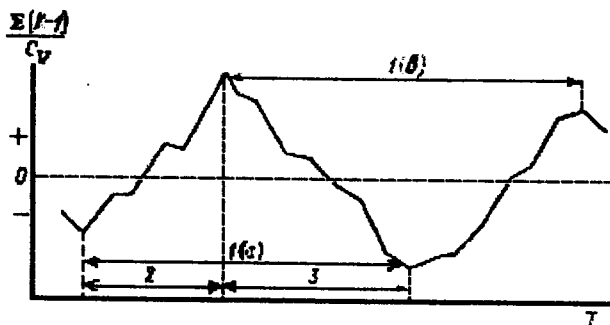
Əgər orta qiymət qısa müşahidə sırasına görə təyin olunursa və ya sıra reprezentativ deyilsə, onda o, norma yox, orta çoxillik kəmiyyət adlanır. Bu, axım kəmiyyətlərinin işarələrində də öz əksini tapır. Məsələn, su sərfi üçün: norma  $\bar{Q}$ , orta çoxillik kəmiyyət  $Q_0$ .

Axım norması axım modulu, axım layı və s. ilə də ifadə oluna bilər.

Su sərfələrinin zaman sıraları baş çoxluğun yalnız kiçik bir hissəsidir. Bu sıraların uzunluğu adətən bir neçə onilliyə bərabər olur. Buna görə də hidroloji sıranın və ya axım normasını hesablamaq üçün seçilmiş dövrün baxılan ərazidə çay axımının dəyişkənliyini nə dərəcədə əks etdirməsi (müşahidə sırasının reprezentativliyi) qiymətləndirilməlidir. *Hidroloji sıranın reprezentativliyi*, onun orta qiymətinin orta kvadratiki xətasına görə təyin olunur. Bu xəta orta qiymətin axım normasından nə qədər fərqləndiyini göstərir. Beləliklə, reprezentativlik müşahidə sırasının uzunluğundan və variasiya əmsalından asılıdır. Reprezentativ sıra ərazidə müşahidə olunmuş ən azsulu və çoxsulu illərin su sərfələrini, həm də bütöv sululuq dövrlərini əhatə etməlidir. Təcrübə göstərir ki, belə sıranın uzunluğu ən azı 50-60 il olmalıdır.

Çay axımının çoxillik dövr ərzində tərəddüdlərinin təhlili göstərir ki, orta illik su sərfələri ildən-ilə dəyişir.

Azsulu və çoxsulu illər qruplaşaraq bir-birini əvəz edir. Müxtəlif sululuqlu illər qrupu *tsikl* (dövr) əmələ gətirir. Tsikllər *fərq-inteqral əyrilərinə* görə müəyyən edilə bilər (şəkil 4.1).



ŞƏKİL 4.1 Axımın tsiklik tərəddüdlərinin elementləri [7]  
1-tsikl (a və b)-variantlar, 2-çoxsulu faza, 3-azsulu faza.

Tsiklin qalxan hissəsi *çoxsulu faza*, enən hissəsi isə *azsulu faza* adlanır. Müşahidə sıralarında aşkar olunan belə fazaların və onların əmələ gətirdiyi tsikllərin davamiyyəti müxtəlif olur: 2; 4 ildən 20;30;40 və daha çox ilə qədər. Çay axımının sıralarında tsikllərin olmasının başlıca səbəbi iqlim amillərinin astrofiziki proseslərlə bağlı tərəddüdləridir. Ümumiyyətlə çay axımının çoxillik tərəddüdlərinin öyrənilməsi və tsikllərin aşkar olunması mürəkkəb məsələdir. Buna görə də sıraların reprezentativliyini qiymətləndirmək üçün tsikllərin seçilməsinin və nəzərə alınmasının vacibliyini qeyd etməklə kifayətlənmək olar.

Yuxarıda qeyd olunan fərq-inteqral əyrilərini qurmaq üçün modul əmsallarının ortadan (vahiddən) sapmaları ardıcıl

olaraq cəmlənir 
$$\sum_1^i (k-1).$$



Müxtəlif çayların axımının çoxillik dövr ərzində tə-  
rəddüdlərini müqayisə etmək mümkün olsun deyə səpmala-  
rın ardıcıl cəmləri variasiya əmsalına bölünür:  $\sum_1^i (k-1)/C_v$ .

✓ Sıranın representativliyinin qiymətləndirilməsi tədqiq  
olunan axım xarakteristikasından da asılıdır. İllik axım nor-  
ması hesablandıqda representativ sıra 2-4 tsikli əhatə etməli  
və onun orta qiyməti normadan 3-5%-dən çox fərqlən-  
məməlidir. Minimal axımın representativ sırasına isə baxılan  
çayda (ərazidə) müşahidə olunmuş ən quraq illərin və azsulu  
mövsümlərin su səfləri daxil edilməlidir. Maksimal axım  
tədqiq olunduqda representativ dövr ən çoxsulu illəri və  
mövsümləri əhatə etməlidir. ✓

#### 4.2. ÇAYLARIN SU REJİMİ VƏ ONUN ƏSAS FAZALARI

✓ İl ərzində çayda suyun səviyyəsinin və sərfinin  
qanunauyğun dəyişmələri *çayın su rejimi* adlanır. Çayların  
rejim xüsusiyyətləri ilk növbədə iqlim amillərindən asılıdır.  
İqlimi isti olan ölkələrdə çayların rejiminə təsir göstərən  
başlıca amillər atmosfer yağıntıları və buxarlanmanın illik  
gedişidir. Hövzələri mülayim və soyuq iqlim qurşaqlarında  
yerləşən çayların rejiminə isə həm də havanın temper-  
aturunun illik gedişi böyük təsir göstərir.

Çayın su rejiminin illik tsiklini bir neçə səciyyəvi  
perioda bölmək olar və bunlar *su rejiminin fazaları* adlanır. ✓  
Bu fazaların başlıca xüsusiyyətləri və davamiyyəti çayın  
qidalanma şəraitindən və onun il ərzində dəyişməsindən  
asılıdır. Müxtəlif çaylar üçün fazaların sayı eyni deyildir və  
2-4 arasında dəyişir. Bəzi çaylarda dörd faza müşahidə  
olunur: məsələn, yaz gursululuq dövrü, yay aralıq faza, payız  
daşqınları, qış aralıq faza. Bəzi çaylarda payız daşqınları,  
bəzilərində isə yay aralıq faza müşahidə edilmir.

✓ Su rejiminin hər il eyni bir mövsümdə təkrarlanan,  
çayın sululuğunun uzunmüddətli və əhəmiyyətli dərəcədə  
artdığı fazası *gursululuq* adlanır. ✓

Müxtəlif iqlim tiplərində gursululuq ilin müxtəlif mövsümlərində müşahidə olunur. Əgər çayın əsas qida mənbələri mövsümi qarların və ya buzlaqların ərinti sularındırsa, onda gursululuq yazda və yayda keçir. Yaz gursululuğu kontinental iqlimli düzənlik ərazi çayları üçün səciyyəvidir. Qış mövsümü uzun müddət davam edən şimal rayonların çayları istisna təşkil edir (Yukon, Anadır). Yüksək dağlıq ərazi çaylarının qidalanmasında buzlaqlar da iştirak etdiyinə görə, yay gursululuq dövrü müşahidə edilir (Pamir, Tyan-Şan, Qafqaz çayları).

Yağışların əmələ gətirdiyi gursululuq ilin bütün mövsümlərində ola bilər. Musson iqlimli rayonlarda yağış gursululuğu yaz və yay daxil olmaqla, ilin bütün isti dövrünü əhatə edir (Şərqi Asiya çayları).

Orta Avropa, Cənubi Skandinaviya, Şimali Amerika (ABŞ), Kiçik Asiyanın mərkəzi və şimal hissələri və Xəzərin cənub sahillərinin çaylarında yağış gursululuğu yazda müşahidə olunur. Payız gursululuğu ekvatorial zona çayları üçün səciyyəvidir (Amazon aşağı axınında, onun sağ və sol qolları, Nil, Niger və s.). Qışda gursululuq Aralıq dənizi iqlim tipi üstünlük təşkil edən ərazilərin çaylarında keçir. Belə ərazilərə misal olaraq, Cənubi və Qərbi Avropanı, Cənub-qərbi Asiyanı, Avstraliyanın qərb və cənub hissələrini, Yeni Zelandiyanı, Şimali Afrikanı (Əlcəzair), Cənubi və Şimali Amerikanın Sakit okean sahillərini göstərmək olar.

Çay hövzəsinə yağışın yağması nəticəsində çayda su sərfinin qısamüddətli kəskin qalxması və düşməsi *yağış daşqını* adlanır. Yağış daşqınlarının gursululuqdan əsas fərqləri nisbətən qısamüddətli olmaları, il ərzində müxtəlif vaxtlarda müşahidə edilmələri və axım həcminin az olmasıdır.

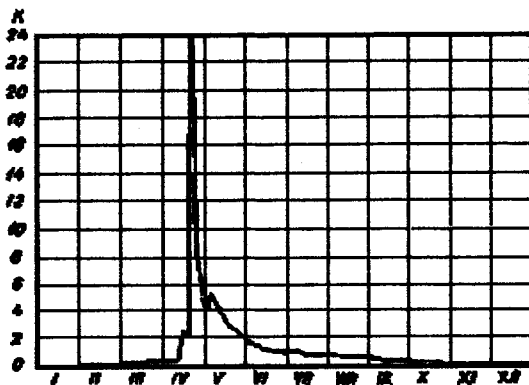
Bəzi çaylarda daşqınlar əsasən payızda (Şərqi Sibirdə), bəzilərinde yazda və qışda (Cənubi İtaliyada, Krimda) müşahidə olunur. Karpat dağlarından başlanğıcını götürən çaylarda isə daşqınlar bütün il ərzində keçir.

*Aralıq fazada* (qıtsulu faza) çayın sululuğu gursululuq və daşqın fazaları ilə müqayisədə çox az olur. Çayların

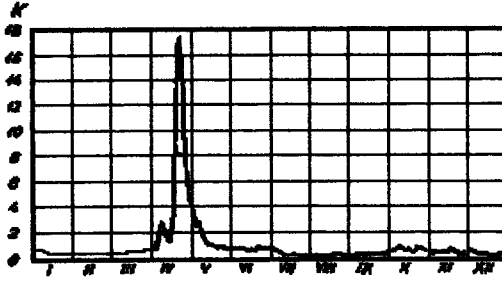
əksəriyyəti üçün yay və qış aralıq fazaları səciyəvidir. Bu fazalarda çaylar başlıca olaraq yeraltı sularla qidalanır. Arid zonada yayda qunt sularının tükənməsi nəticəsində kiçik çaylar quruya bilər. Daimi donuşluq zonasının sərt iqlim şəraitində çaylar qışda donur.

B.D.Zaykov çayların su rejiminin xarakterini təhlil edərək, keçmiş SSRİ çaylarının təsnifatını vermişdir. O, bütün çayları üç qrupa bölür: 1) gursululuq yazda müşahidə olunan çaylar; 2) gursululuq ilin isti dövründə müşahidə olunan çaylar və 3) daşqın rejimli çaylar.

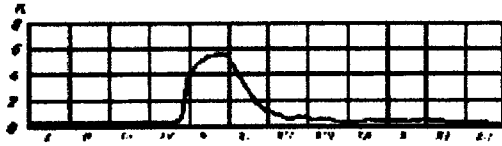
İlin gursululuqdan başqa qalan dövrü ərzində çayların rejim xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq B.D.Zaykov hər qrupun çaylarını bir neçə tipə bölür. Birinci qrup çayları beş tipə ayrılır: Qazaxıstan, Şərqi Avropa, Qərbi Sibir, Şərqi Sibir və Altay tipləri. İkinci qrupda iki tip çay var: Uzaq Şərq və Tyan-Şan tipləri. Üçüncü qrupa isə üç tip çay daxildir: Şimali Qafqaz, Krım (Lənkəran) və Qara dəniz sahili tipləri.



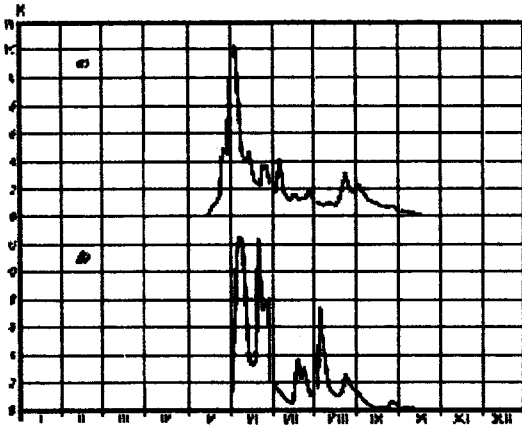
ŞƏKİL 4.2. Su sərfələrinin rejiminin Qazaxıstan tipi (Kulunda çayı-Şimolino) [23]



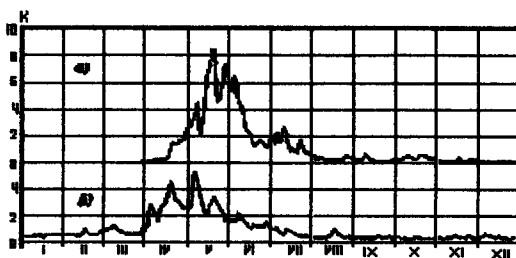
ŞƏKİL 4.3 Su sərfələrinin rejiminin Şərqi Avropa tipi (Volqa-Kalinin) [23]



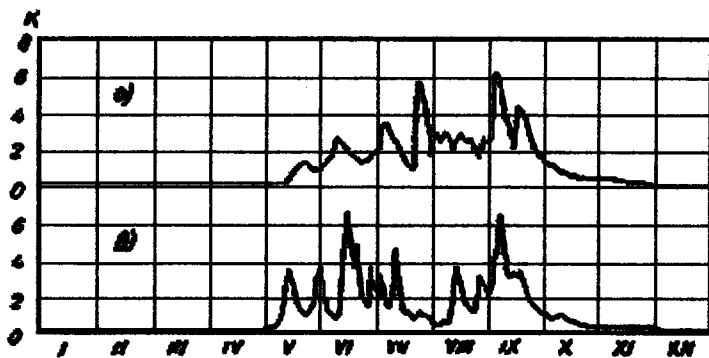
ŞƏKİL 4.4 Su sərfələrinin rejiminin Qərbi Sibir tipi (Vasyuqan çayı Vasyuqan) [23]



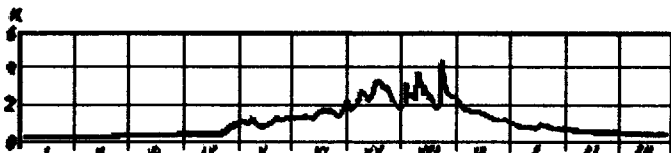
ŞƏKİL 4.5 Su sərfələrinin rejiminin Şərqi Sibir tipi [23] a) Kolıma çayı-Boxanci çayının mənşəbindən yuxarı; b) Anbara çayı-Saskılax.



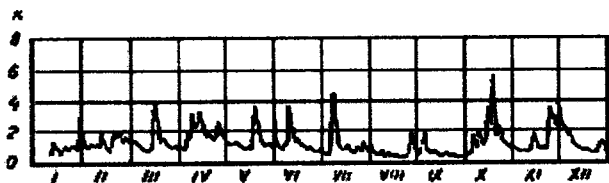
ŞEKİL 4.6 Su sərfələri rejiminin Altay tipi [23] a) Tom çayı-Novokuznetsk; b) Kür-Tbilisi



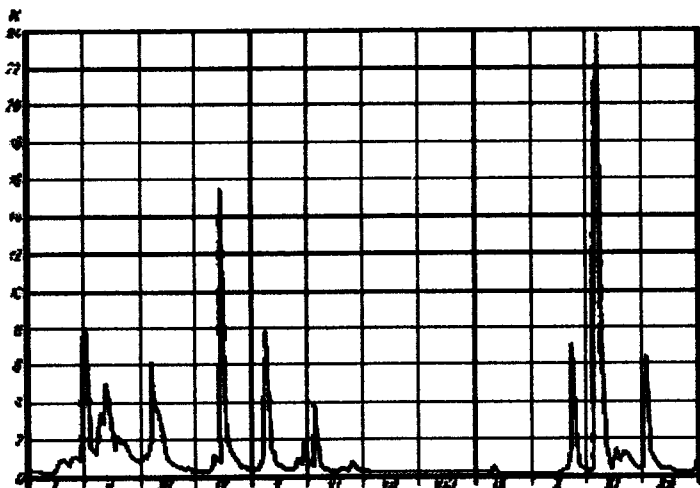
ŞEKİL 4.7 Su sərfələri rejiminin Uzaq Şərqi tipi [23] a) Vitim çayı-Bodaybo; b) Zeya çayı-Zeya.



ŞEKİL 4.8 Su sərfələri rejiminin Tyan-Şan tipi (Terek çayı-Kazbeqi) [23]



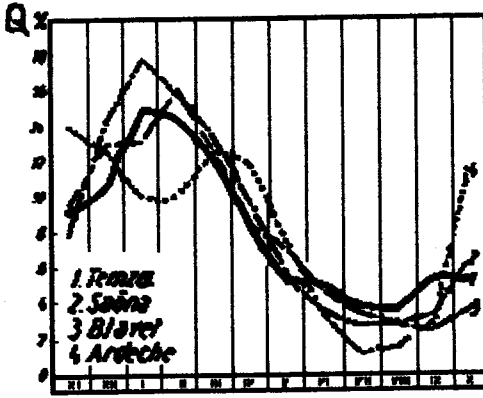
ŞƏKİL 4.9 Su sərfəri rejiminin Qara dəniz sahili tipi  
(Soçi çayı-Plastunka) [23]



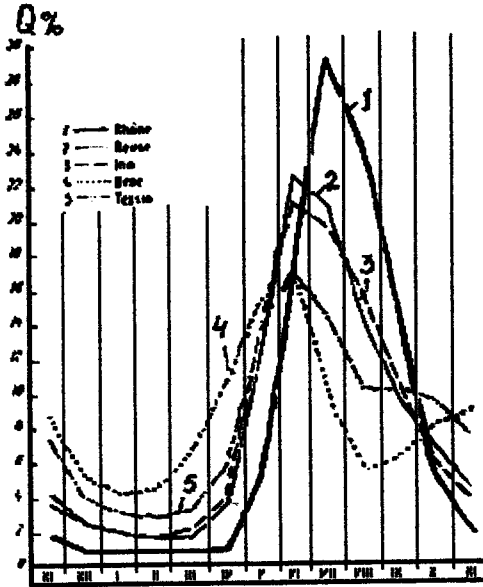
ŞƏKİL 4.10 . Su sərfəri rejiminin Lənkəran tipi  
(Viravulçay-Asakyuca) [23]

Müxtəlif su rejiminə malik çayların *hidroqrafları* şəkil 4.2-4.10-da göstərilmişdir. (Su sərfərinin il və ya onun müəyyən bir hissəsi ərzində gedişini səciyyələndirən kəsilməz əyri hidroqraf adlanır).

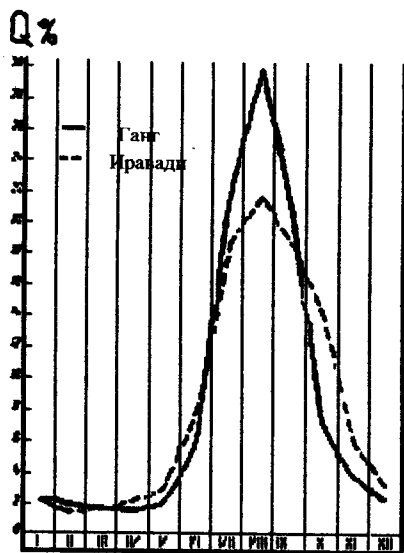
Şəkil 4.11-4.21-də müxtəlif qitə və materiklərin çaylarının hidroqrafları verilmişdir.



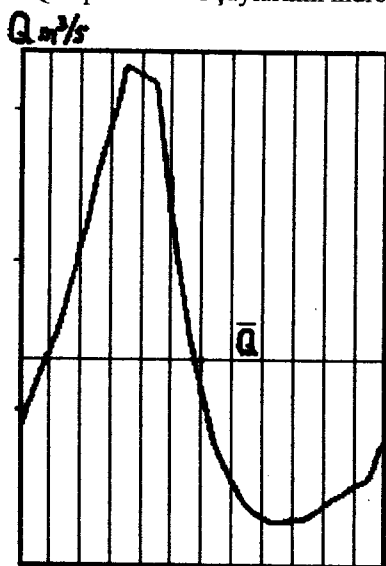
ŞEKİL 4.11. Qərbi Avropa çaylarının hidroqrafları [29]



ŞEKİL 4.12 Alp dağlarının buzlaq (1), buzlaq-nival (2,3) və nival (4,5) yüksəkli qurşaqları çaylarının hidroqrafları [29]

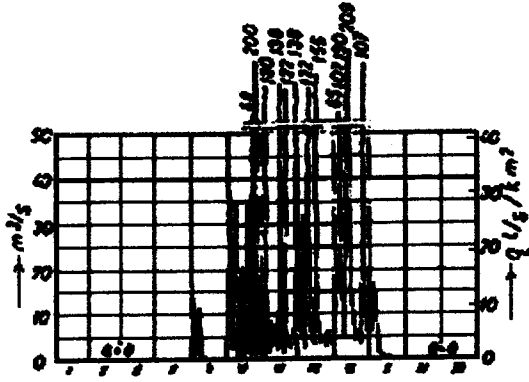


ŞEKİL 4.13. Qanq və İravadi çaylarının hidroqrafları [29]

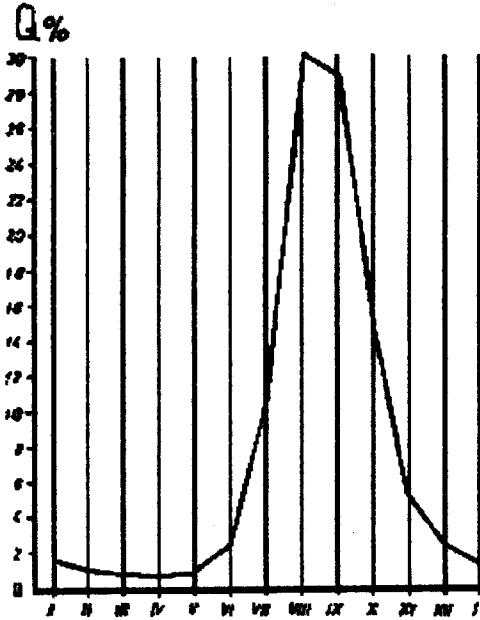


ŞEKİL 4.14. Dجلة çayının Bağdad şəhərində hidroqrafı [29]

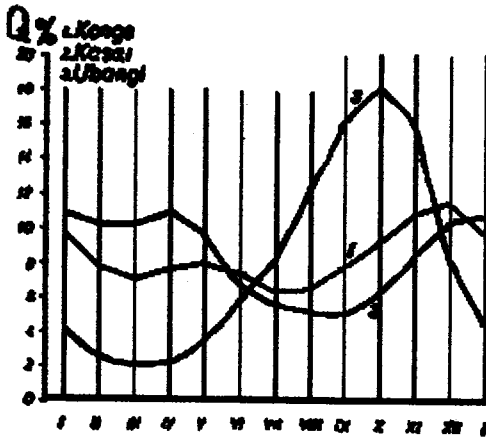




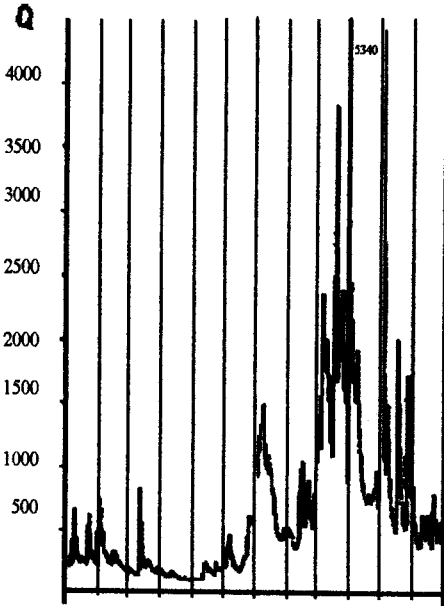
ŞEKİL 4.15 Mayo Binder çayının (Afrika, Kamerun) hidroqrafı [29]



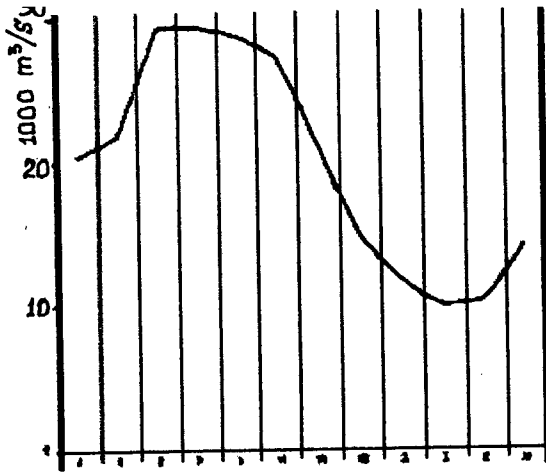
ŞEKİL 4.16 Nil çayının Xartum şəhərində hidroqrafı [29]



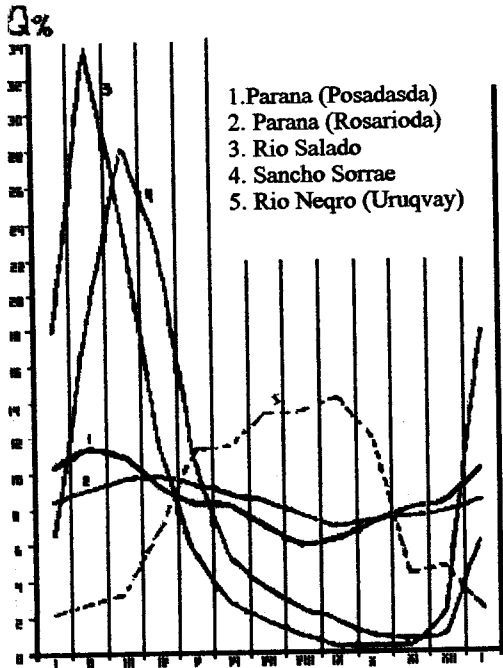
ŞƏKİL 4.17 Konqo hövzəsi çaylarının hidroqrafları [29]



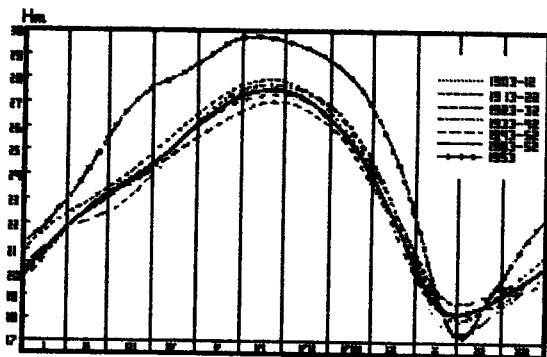
ŞƏKİL 4.18 Rio Qriyalva çayının (Meksika) hidroqrafi [29]



ŞEKİL 4.19 Missisipi çayının hidrografı [29]



ŞEKİL 4.20 Parana hövzəsi çaylarının hidroqrafları [29]

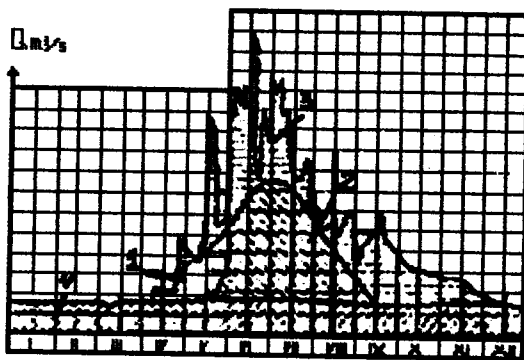


ŞƏKİL 4.21 Amazon çayının səviyyəsinin il ərzində dəyişməsi (Obidos məntəqəsi) [29]

### 4.3. ÇAYLARIN QIDA MƏNBƏLƏRİ

Yer kürəsinin bütün çaylarının əsas qida mənbəyi atmosfer yağıntılardır. Çay hövzəsinə yağan yağışlar səth axımı əmələ gətirir və daşqın zamanı çayların əsas qidasını təşkil edir. Qış dövründə hövzədə formalaşmış qar örtüyü ilin isti dövründə əriyərək çayları qidalandırır. Yüksək dağlarda əmələ gələn qar örtüyü bəzi illərdə tam ərimir, daimi qarların ehtiyatını artırır, buzlaqların formalaşmasına şərait yaradır. Bu qar və buzlaqların *ərinti suları* da çayların qida mənbəyi rolunu oynayır. Ərinti və yağış sularının bir hissəsi torpaq-süxur qatından süzülərək yeraltı suların ehtiyatını artırır. Yeraltı suların hərəkət sürəti səth sularına nisbətən zəif olsa da, onlar da çayları qidalandırır. Beləliklə, çayların dörd əsas qida mənbəyi var: yağış, qar, buzlaq və qrunt (yeraltı) suları (şəkil 4.22).

Müxtəlif qida mənbələrinin axımın əmələ gəlməsində rolu ayrı-ayrı fiziki-coğrafi rayonların çayları üçün fərqlidir. Bu fərqlər başlıca olaraq iqlim amillərindən-yağıntılardan



ŞƏKİL 4.22. Hidroqrafın qida mənbələrinə görə parçalanmasının sxemi (Terek çayı Kazbeqi) [2]  
1-qar suları; 2-buzlaq suları;  
3-yağış suları; 4-qrunt suları.

və temperaturun il ərzində paylanmasından asılıdır. Azərbaycanın bəzi çayları üçün qida mənbələrinin kəmiyyət göstəriciləri cədvəl 4.1-də verilmişdir.

Cədvəl 4.1

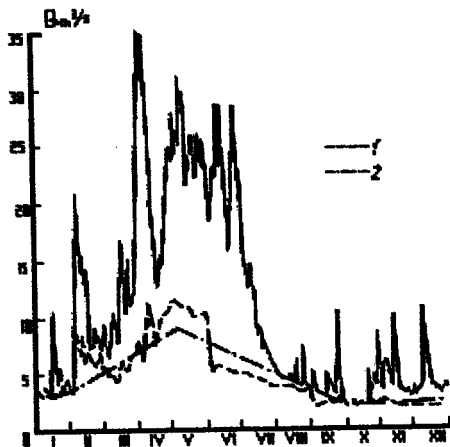
### ÇAYLARIN QIDA MƏNBƏLƏRİ [1]

№	Çay-məntəqə	Qida mənbələri, %		
		Qar suları	Yağış suları	Yeraltı sular
1	Kür-Mingəçevir	52	18	30
2	Katexçay-Kəbizdərə	23	25	52
3	Damarçın-mənsəb	28	16	56
4	Türyançay-Savalan	18	21	61
5	Şemkirçay-Barsum	38	17	45
6	Gəncəçay-Zurnabad	36	18	46
7	Tərtər-Madagiz	20	9	71
8	Qarqarçay-Ağaköprü	22	47	31
9	Araz-Qaradonlu	38	16	46
10	Hökəri-Abdallar	38	13	49
11	Qusarçay-Quzun	64	7	29
12	Ceyrankeçməz-Sanqaçal	-	98	2
13	Göytəpəçay-Göytəpə	-	88	12
14	Viləşçay-Sıxlar	6	73	21
15	Lənkerançay-Sifidor	3	71	26

Qida mənbələrini kəmiyyətcə qiymətləndirmək üçün hidroqraf genetik parçalanır. Bu məqsədlə müxtəlif üsullardan istifadə olunur. Onların ən sadəsinə görə qış və yay aralığı fazalarda müşahidə olunmuş minimal su sərtlərinə uyğun nöqtələr düz xətlə birləşdirilir. Hidroqrafın bu xətdən aşağı hissəsi yeraltı axımın, yuxarı hissəsi isə səth axımının kəmiyyətinə uyğundur. Lakin hidroqrafı belə parçaladıqda çaya yeraltı suların axımının rejimi nəzərə alınmır.

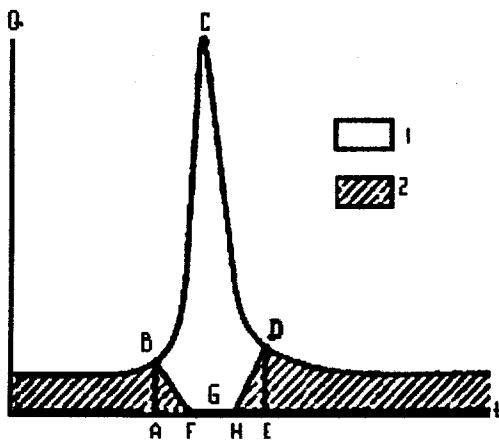
Ümumiyyətlə, *hidroqrafı parçalamaq* üçün istifadə olunan üsulların hamısı subyektiv xarakter daşıyır və qida mənbələrini təxmini qiymətləndirməyə imkan verir. Hesablamaların dəqiqliyini artırmaq üçün məcra və yeraltı suların hidravliki əlaqəsinin olub-olmaması nəzərə alınmalıdır.

Dağ çaylarında məcra və yeraltı sular arasında hidravliki əlaqə yoxdur, yəni qunt (bulaq) suları sərbəst halda məcraya axır. Yeraltı suların rejiminə çay sularının rejimi təsir göstərmir. Lakin yeraltı və səth axımlarının rejimləri oxşardır. Yalnız yeraltı axımın maksimumu səth axımının maksimumuna nisbətən gecikir (şəkil 4.23).



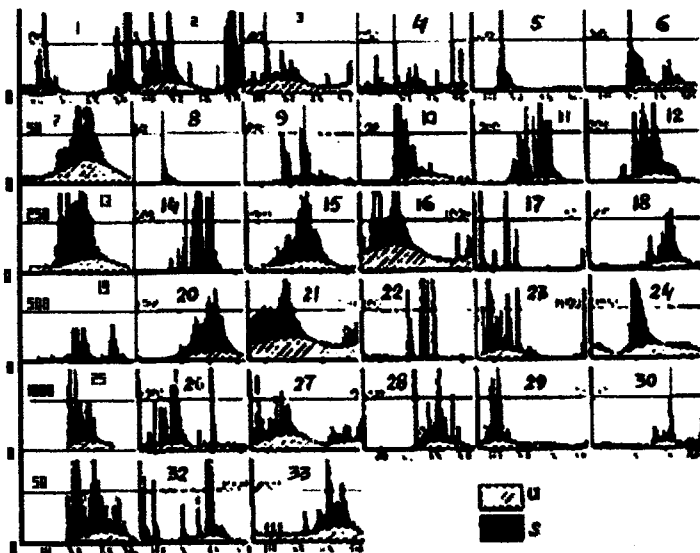
ŞƏKİL 4.23. Məcra və yeraltı sular arasında hidravliki əlaqə olmadıqda hidroqrafın parçalanma sxemi (Landjanuri çayı-Alpana) [22] 1-A.Makarenkonun metodu ilə; 2-O.V.Popovun metodu ilə.

✓ Düzən çaylarında çox vaxt məcra və yeraltı sular arasında hidravliki əlaqə müşahidə olunur. Bu halda, çayda suyun səviyyəsi qalxdıqda çaya yeraltı axım azalır. Çayda səviyyə yeraltı suların səviyyəsindən yuxarı olduqda, çay sahil zonanın yeraltı sularını qidalandırmğa başlayır. Bu proses daşqın və ya gursululuğun maksimumu müşahidə olunana qədər davam edir (şəkil 4.24). Çayda səviyyə düşdükcə sahillərə süzölmüş su yenidən məcraya qayıtmğa başlayır. ✓



ŞƏKİL 4.24. Məcra və yeraltı sular arasında hidravliki əlaqə olduqda hidroqrafın parçalanma sxemi [22] 1-səth axımı; 2-yeraltı axım.

Çayların su balansını öyrənildikdə çay axımının hidroqrafı iki toplanana parçalanır: *yeraltı* və *səth axımı*. Yer kürəsinin müxtəlif çayları üçün hidroqrafın belə sadə parçalanma sxemi şəkil 4.25-də göstərilmişdir. Hövzələri müxtəlif iqlim qurşaqlarında yerləşən çayların səth və yeraltı axımının qiymətləri cədvəl 4.2-də verilmişdir.



ŞƏKİL 4.25. Hidroqrafların yeraltı və səth axımına parçalanma sxemləri [16]:

Avropa: 1-Esla; 2-Amon; 3-Vezer; 4-Raba; 5- Seym;  
6-Pijma; 7-Terek.

Asiya: 8-Nura; 9-İvdel; 10-Nijnyaya Tunquska;  
11-Zeya; 12-Orxon; 13-Don; 14-Karun; 15-Kaş;  
16-Kunar.

Afrika: 17-Mazafran; 18-Biya; 19-Lulva; 20-Nyandan;  
21-Baro.

Şimali Amerika: 22-Pekos; 23-Maqpay; Virçin; 25-Sabin; 26-Salca.

Cənubi Amerika: 27-Pilaton, 28-Lauka; 29-Pao; 30-Quariko;  
31- İtapikuri.

Avstraliya: 32-Xanter; 33-Murrey.

Üfiqi xətlər üzərindəki ədədlər-su sərfi m<sup>3</sup>/s; U-yeraltı axım;  
S-səth axımı.



## ÇAY HÖVZƏLƏRİNİN SU BALANSI [16]

Çay-məntəqə	Materik, region	İqlim qurşağı	Yağın- tular, mm	Buxar- lanma, mm	İllik axım, mm	Çay axımı	
						Yeraltı axım %	Səth axımı %
Niger-Kulikoro	Afrika	Ekvatorial	1550	1145	405	21	79
Mekonq-Pnom-Pen	Cənub-Şərqi Asiya	Tropik	1460	830	630	25	75
Aqusan-Talakoqon	Filipin adaları	Tropik	4100	1520	2580	65	35
Murrey-Tintaldra	Avstraliya	Tropik	1290	960	330	42	58
Oranj-Priska	Afrika	Tropik	503	471	32	23	77
Akonkaqua-Rio Blanco	Cənubi Amerika	Tropik	800	79	721	45	55
Fərat-Hit	Cənub-Qərbi Asiya	Subtropik	300	190	110	35	65
Los-Anjeles-Long-Biç	Şimali Amerika	Subtropik	350	305	45	6	94
Temza-Deyz-İllor	Avropa	Mülayim	695	435	260	30	70
Dunay-Şofstal	Avropa	Mülayim	976	596	380	50	50
Reyn-Lyustenau	Avropa	Mülayim	1505	305	1200	47	53
Qanq-Ramqanqi	Asiya	Subekvatorial	1182	790	392	23	77
Yukon-Uaytxors	Şim. Amerika	Subarktik	570	170	400	46	54

M.İ.Lvoviç Yer kürəsi *çaylarının qida mənbələrinə görə təsnifatını* vermiş və çayları 40 tipə bölmüşdür. Dörd əsas qida mənbəyinin hər birini kəmiyyətcə qiymətləndirmək üçün o, aşağıdakı qradasiyaları (bölgüləri) qəbul etmişdir: 80%-dən çox, 50-80% və 50%-dən az. Əgər çay axımının 80%-dən çox hissəsi yalnız bir qida mənbəyinin payına düşürsə, müəllif belə çayı, təmiz yağış, qar və ya yeraltı qidalı çay tipinə aid edir. Konkret bir qida mənbəyi, məsələn yağış suları ümumi axımın 50-80%-ni təşkil edirsə, belə çay əsasən yağış suyu ilə qidalı çay tipinə aid olunur. Əgər hər bir qida mənbəyinin payı 50%-dən az olarsa, belə çay *qarışıq qidalı çay tipinə* aid edilir. Buzlaq suyu ilə qidalanan çaylar üçün qradasiyalar 50%-dən çox, 25-50% və 25%-dən az qəbul edilmişdir.

#### 4.4. İLLİK AXIM NORMASININ COĞRAFI PAYLANMASINA TƏSİR GÖSTƏRƏN AMİLLƏR

Fiziki-coğrafi amillərin çay axımına təsirinin ümumi prinsipləri ikinci fəsildə şərh olunmuşdur və buna görə də aşağıda onların illik axıma təsiri yalnız detallandırılır.

İllik axım atmosfer yağıntıları və yeraltı sulardan əmələ gəlir. *Yağıntılar* ərazi üzrə coğrafi zonallıq qanununa müvafiq paylanır. Lakin düzən ərazilərdə eyni bir coğrafi enlikdə yağıntıların miqdarı temperatura (buxarlanmaya) nisbətən daha kəskin dəyişir. Bunun nəticəsində, yağıntı və buxarlanmanın fərqi olan çay axımı da eyni bir enlikdə kifayət qədər dəyişkəndir.

Şimal rayonlarda yağıntıların çox hissəsi axım əmələ gətirir və axım buxarlanmadan çox olur. Orta enliklərdə axım və buxarlanma təqribən bərabərdir. Cənub rayonlarda buxarlanma axımdan bir neçə dəfə çox olur (cədvəl 4.3).

MÜXTƏLİF TƏBİİ ZONALARDA SU BALANSI ELEMENTLƏRİNİN  
NİSBƏTLƏRİ

[7]

Təbii zona	Cay	Yağın- tılar, R	Buxar- lanma, E	Axım, R	E/R	R/R
Tayqa	Mezen	475	129	346	0,4	0,73
Qarışıq meşələr	Kostroma	560	332	228	1,4	0,41
Meşə-çöl	Psel	467	359	101	3,6	0,22
Çöl	Luqan	475	412	63	6,5	0,13

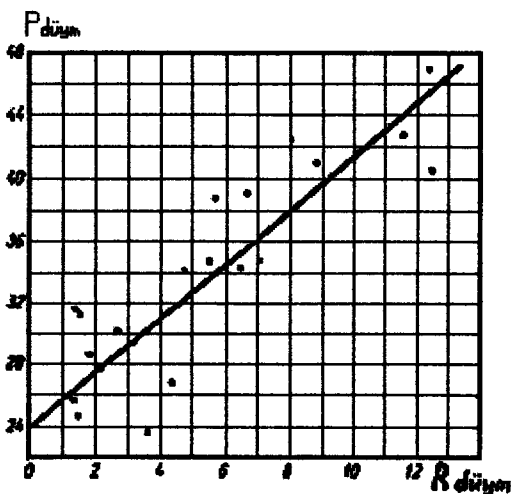
Yağıntılar çay axımına yeraltı sular vasitəsilə də təsir göstərə bilər. Məsələn, konkret təqvim ilinin çay axımı yalnız həmin ilin yağıntılarından deyil, həm də əvvəlki ayların və hətta illərin yağıntılarından əmələ gəlir. Arid zonada yeraltı sular humid zonaya nisbətən daha dərinə yerləşdiyinə görə, əvvəlki dövrün yağıntılarının rolu daha böyükdür.

Ümumi halda yağıntı və axımın illik qiymətləri arasında empirik əlaqələr aşağıdakı düsturlarla ifadə olunur:

$$R = \alpha(P - P_{\min}), \quad (4.1)$$

$$R = P \exp(-a/x), \quad (4.2)$$

burada R-orta illik axım;  $\alpha$ - axım əmsalı, P-ortailik yağıntılar;  $P_{\min}$ - axım əmələgətirən minimal yağıntılar; a-əmsaldır.



ŞƏKİL 4.26. Atmosfer yağıntıları və axımın illik qiymətləri arasında əlaqə qrafiki (Neoşo çayının hövzəsi üçün, ABŞ) [4].

Musson rayonları üçün bu əlaqələr təhlil edildikdə yağıntı və axımın təqvim ili üçün hesablanmış qiymətlərdən istifadə etmək olar. Belə rayonlarda yağıntılar başlıca olaraq yay mövsümündə düşür və onların əmələ gətirdiyi daşqınlar bir-birinə qarışaraq illik axımı yaradır.

Axımının əsas hissəsi yaz gursululuğu dövründə keçən dağ çayları üçün təqvim ilinin məlumatlarından istifadə etmək məqsədəuyğun deyildir. Belə ki, gursululuq dövrünün axımını əmələgətirən sülb yağıntıların bir hissəsi əvvəlki təqvim ilinin soyuq aylarında müşahidə olunur.

☞ *Göllər*, onların səthlərinə düşən yağıntıları və sutoplayıcı sahədə əmələ gələn axımın bir hissəsini özündə akumulyasiya edir, buxarlanmaya sərf olunan itkini artırır. Göllər çay axımını mövsüm və ya çoxillik dövr ərzində tənzimləyə bilər. *Çoxillik tənzimləmə* zamanı çoxsulu illərin axımı azalır və əksinə azsulu illərin axımı artır.

İfrat rütubətin zonada torpaqdan və su səthindən buxarlanma cəmi 1,5-2,0 dəfə, arid zonada isə 4-7 dəfə fərqlənir. Buna görə də ifrat rütubətli zonada göllərin illik axıma təsiri zəifdir. Yalnız axımını çoxillik dövr ərzində tənzimləyən iri göllər istisna təşkil edir. Arid zonada isə gölün səthindən buxarlanma böyük olduğu üçün, çayın illik axımı hövzəsində göl olmayan çayın illik axımı ilə müqayisədə 100%-ə qədər azala bilər, xüsusilə azsulu illərdə.

Ümumiyyətlə, göllərin illik axıma təsiri onların hövzədə nisbi sahəsi 2-5%-dən çox olduqda daha əhəmiyyətli olur.

*Bataqlıqların* illik axıma təsiri onlar yerləşən ərazidə qurudan və su səthindən buxarlanmanın nisbətindən çox asılıdır. İfrat rütubətli zonada bataqlığın səthində suyun kondensasiyası müşahidə olunur və bu illik axımı bəzən 30%-ə qədər artırır. Rütubət kifayət qədər olan zonada bataqlıqlı çay hövzələrindən illik axım elə zonal axıma bərabərdir, yəni dəyişmir. Rütubət kifayət qədər olmayan zonada isə bataqlıqlardan intensiv buxarlanma axımı azaldır.

Hövzəsinin səthinin 40-70%-i *buzlaqlarla* örtülü olan kiçik dağ çayının illik axımının 60-70%-ni buzlaqların ərinti suları təşkil edir. Buna görə də buzlaqlarla qidalanan çayların illik axımı, hövzəsində buzlaqlar olmayan çaylarla müqayisədə 50-100% çox ola bilər. Belə çayların illik axımı buzlağın yerləşdiyi hündürlükdən, onun qalınlığından asılıdır.

*Meşənin* illik axıma təsiri birmənalı deyildir. Bu təsir sutoplayıcının meyilliyyindən, yeraltı suların yerləşdiyi dərinlikdən asılıdır. Meşə zonasında qrunut suları yer səthinə yaxın yerləşdikdə (10 m-ə qədər) və sutoplayıcının səthinin meyilliyi 40%-dən az olduqda, meşəli hövzələrdən axım meşəsiz hövzələrə nisbətən 10-12% artıq olur. Bunun bir necə səbəbi var: 1) meşə torpaqlarının infiltrasiya qabiliyyəti yüksək olduğundan yeraltı axımın çoxalması və yamac (səth) axımının azalması; 2) meşə üzərində yağıntıların bir qədər artması.

Meşə-çöl zonasında da meşənin təsiri nəticəsində illik axım 5-20% artır. Lakin qrunt suları dərinədə yerləşdikdə və sutoplayıcının meyliyi böyük olduqda, meşə zonasında meşənin illik axıma təsiri hiss olunmur. Meşə-çöl zonasında isə hətta axımın azalması müşahidə edilir. Bu, qrunt sularının qidalanmasında yağıntuların rolunun zəifləməsi və buxarlanmaya sərf olunan itkinin çoxalması ilə izah olunur.

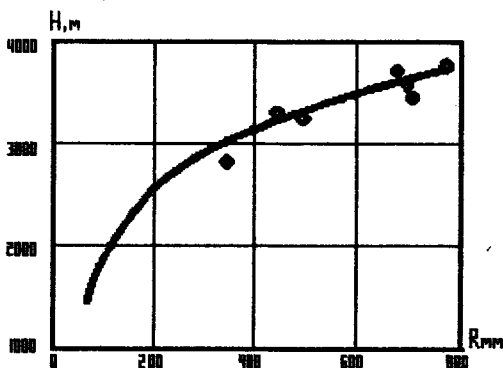
Meşənin illik axıma təsiri həm də onun yaşından asılıdır. O.İ.Krestovskinin Rusiyanın tayqa zonasındakı tədqiqatları göstərir ki, yetkin meşə qırıldıqdan 1-2 il sonra torpağın nəmliyi artır və qrunt sularının səviyyəsi 0,5-1,5 m qalxır. Eyni zamanda belə sahələrdən axım 30-50% çoxalır. İllik axımın ən böyük qiymətləri meşə qırıldıqdan 3-6 il sonra müşahidə olunur. Sonra torpağın səthində sıx bitki örtüyü və yeni pöhrələr əmələ gəlir və axım azalmağa başlayır. Meşə qırıldıqdan 22-24 il sonra illik, axım normaya bərabər olur. Axımın minimumu 40-60 ildən sonra müşahidə edilir. 60-100 il sonra isə axım artaraq yenidən normaya yaxınlaşır. Ümumiyyətlə, meşələrin qırılması orta illik axımın kəmiyyətini zonal normaya nisbətən 8-10% azaldır.

Oxşar nəticələr Yaponiya, ABŞ, Almaniya və İsveçrənin eksperimental çay hövzələrində də alınmışdır. Yaponiyada meşə qırıldıqdan sonra axım birinci il 11,6%, ilk üç ildə isə orta hesabla 7,3% artmışdır. Meşə qırılmış sahədə ağaclar böyüdükcə axımın kəmiyyəti normaya yaxınlaşmışdır. ABŞ-ın Kolorado ştatında iki çay hövzəsində paralel müşahidələr aparılmış və sonra onlardan birində meşə qırılmışdır. Bu hövzədə illik axımın 20% azalması qeydə alınmışdır.

Dağlıq ölkələrdə landşaft tipləri həm şaquli, həm də üfüqi istiqamətdə dəyişir. Hündürlüyə görə landşaft qurşaqlarının növbələnməsi rütubətlənmə şəraitinin dəyişməsi ilə bağlıdır.

Dağlıq rayonlarda, rütubətlənmə şəraitinin inteqral göstəricisi olan illik axımın ən güclü amillərindən biri *relyefdir*. Onun təsirini aşkar etmək üçün axımın sutoplayı-

cının orta hündürlüyündən asılılıq əlaqələri təhlil edilir. Belə əlaqəyə misal şəkil 4.27-də göstərilir. Bu tipli əlaqələr eyni ekspozisiyalı yamacların bircins hidroloji rayonları üçün qurulur və bununla eninə zonallığın da illik axıma təsiri nəzərə alınır.



ŞƏKİL 4.27 Akonkaqua çayı (Çili) hövzəsində illik axım normasının (R) sutoplayıcının orta hündürlüyündən (H) asılılığı [16].

### Yoxlama suallar

1. Axım norması nəyə deyilir?
2. Hidroloji sıranın reprezentativliyi nəyə deyilir?
3. Fərq-inteqral əyriləri necə qurulur?
4. Tsikl, azsulu və çoxsulu faza anlayışları.
5. Çayın su rejimi nəyə deyilir?
6. Çayın su rejiminin əsas fazaları.
7. Gursululuq dövrü nəyə deyilir?
8. Yağış daşqınlarının əsas xüsusiyyətləri.
9. Gursululuq dövrü və yağış daşqınlarının oxşar və fərqli cəhətləri.
10. Aralıq faza anlayışı.
11. Çayların su rejiminə görə təsnifatı.
12. Hidroqraf nəyə deyilir?

13. ayların əsas qida mənbələri.
14. Yeraltı v  səth sularının qarşılıqlı əlaqələrinin tipləri.
15. ayların qida mənbələrinə görə təsnifatı.
16.  llik axım normasının coğrafi paylanma qanuna uyğunluqları.
17.  llik axım haqqında məlumatların praktiki əhəmiyyəti.



## 5. AXIMIN İL ƏRZİNDƏ PAYLANMASI

### 5.1. AXIMIN İL ƏRZİNDƏ PAYLANMASINA TƏSİR GÖSTƏRƏN TƏBİİ AMİLLƏR

*Axımın il ərzində paylanması*nın xüsusiyyəti çayın su rejimindən asılıdır. Bu isə öz növbəsində çayın qidalanma şəraiti ilə müəyyən olunur. Bundan əvvəlki fəsilə M.İ.Lvoviç və B.D.Zaykovun verdikləri çayların təsnifatları təhlil olunmuşdu. Bu təsnifatların hər ikisi çay axımının il ərzində paylanması ilə birbaşa əlaqədardır.

Çayların su rejiminə və qida mənbələrinə görə təsnifatları göstərir ki, axımın il ərzində paylanması iqlim və yer səthi amillərinin təsiri nəticəsində baş verir. Axımın istənilən fazasını təyin edən əsas iqlim amilləri yağıntılar, buxarlanma, havanın temperaturu və onların ilin mövsümlərinə görə paylanmalarıdır. Müxtəlif axım fazalarının müşahidə olunma vaxtı, davamiyyəti və onların axım həcmi ilk növbədə iqlim amillərindən asılıdır. Məsələn, şimal rayonlarında qalın qar örtüyünün əmələ gəlməsi yüksək yaz gursuluğunu müəyyən edir. Yayda buxarlanma az olduğundan yağış suları aralıq fazanın axımını xeyli artırır. Cənubda, çöl zonasında yayda düşən yağıntılar buxarlanmaya sərf olduğundan çox az miqdarda axım yaradır və çaylar başlıca olaraq ilin soyuq dövrünün yağıntıları ilə qidalanır. Buna görə də bu çayların axımı il ərzində qeyri-bərabər paylanır.

Lakin yer səthinin amilləri çayların rejimini kəskin dəyişdirə bilər. Bu amillər arasında ən əhəmiyyətli *göllərdir*. Göllərin təsiri coğrafi şəraitindən asılı olaraq müxtəlif istiqamətlərdə özünü biruzə verir. Humid zonada göllər çay axımının il ərzində paylanmasını tənzimləyir: ilin çoxsulu fazalarında su göllərdə akumulyasiya olunur və azsulu fazalarında isə çayları qidalandırır. Gursuluq və daşqın dövrləri uzanır, onların maksimumu azalır, lakin aralıq fazanın axımı

artır. Beləliklə axımın il ərzində paylanması xüsusi göl tipi yaranır.

Arid zonada yayda buxarlanma ilə əlaqədar göllərdən axım azalır və göllərin axım tənzimləyici rolu zəifləyir.

Çay hövzəsində *bataqlıqların* olması da axımın il ərzində paylanmasını nisbətən tənzimləyir. Ərinti və yağış sularının mənfi relyef formalarında yığılması nəticəsində gursululuq və daşqın dövrləri uzanır, maksimal su səfləri azalır. Bataqlıqlar yay daşqınlarını bütünlüklə akumulyasiya edə bilər. Azsulu illərdə hövzəsində bataqlıqlar olan çayların yay aralıq faza axımı zonal axıma nisbətən az olur.

*Subasar* da səth sularının akumulyatorudur. Yaxşı inkişaf etmiş subasarı olan çaylarda gursululuq dövrü 1,5-2,0 dəfə uzana bilər.

*Meşənin* axımın il ərzində paylanmasına təsiri iki istiqamətdə baş verir. Meşədə qar daha gec əridiyi üçün gursulu dövr uzanır: enliyarpaqlı meşələrdə 10 gündən, iynəyarpaqlı meşələrdə 20-25 günə qədər. Digər tərəfdən, meşə torpaqları suyu daha intensiv infiltrasiya etdiyi üçün səth axımının böyük hissəsi yeraltı axıma çevrilir. Bunun nəticəsində axım il ərzində nisbətən bərabər paylanır. Cədvəl 5.1-dən görüldüyü kimi, meşəli çay hövzələrindən axım qış aylarında meşəsiz çay hövzələrinin axımından 2-4 dəfə, yay-payız aylarında isə 4-8 dəfə çoxdur.

Cədvəl 5.1.

MEŞƏLƏRİN AXIMIN İL ƏRZİNDƏ PAYLANMASINA TƏSİRİ [9]

Çay-menteqə	F, km <sup>2</sup>	F meşə, %	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	İ
Vorya- Kablukovo	807	70	0,37	0,40	1,36	5,30	1,20	0,46	0,52	0,64	0,63	0,71	0,58	0,48	1,00
Sit-Rodionovo	360	3	0,04	0,06	0,19	6,83	2,32	0,36	0,13	0,12	0,46	0,99	0,74	0,28	1,00
Borovka-Panika	2040	35	0,26	0,24	0,52	7,15	1,19	0,43	0,31	0,26	0,29	0,32	0,38	0,29	1,00
Buzuluq- Baygorovka	1810	0,3	0,09	0,10	0,52	9,70	0,90	0,04	0,04	0,04	0,09	0,16	0,21	0,13	1,00

Dağlıq rayonlarda axımın il ərzində paylanması vacib əmillərindən bir *relyefdir*. Hündürlüyə görə iqlim amillərinin dəyişməsi çayların su rejiminin də dəyişməsinə səbəb olur. Qış aylarında hövzənin hündürlüyü artdıqca temperatur aşağı düşür, sülb yağıntılarının payı artır, axım isə azalır. Yazda qar hövzənin aşağı hissəsindən yuxarisına doğru tədricən əridiyi üçün dağ çaylarında gursululuq düzən çaylarına nisbətən daha uzunmüddətli olur.

Azərbaycanda Böyük Qafqazın şimal-şərq və cənub-şərq yamaqları çaylarının yaz axımı hündürlüyə görə 56%-dən 42%-ə qədər azalır, yay-payız axımı, əksinə 16%-dən 52%-ə qədər artır. Qış axımı cüzi azalır.

Böyük Qafqazın cənub yamacı çaylarının aylıq və mövsümi axımının yüksəklik qurşaqlarına görə paylanması, müvafiq olaraq cədvəl 5.2 və 5.3-də verilmişdir.

BÖYÜK QAFAQZIN CƏNUB YAMACI ÇAYLARININ AYLIQ AXIMININ YÜKSƏKLİK QURŞAQLARI ÜZRƏ  
PAYLANMASI (%) [21]

Hündürlüklər	Aylar												İi
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
500	9,0	13,0	15,0	17,0	8,5	3,0	4,0	1,5	3,5	7,0	9,5	9,0	100
1000	6,0	6,5	7,0	13,0	12,5	12,0	7,5	5,5	7,0	8,5	7,5	7,0	100
1500	4,5	4,0	4,5	10,5	14,0	15,0	10,0	8,0	9,0	8,5	6,5	5,5	100
2000	4,0	3,5	4,0	8,5	14,5	15,5	12,0	10,0	9,5	8,0	5,5	4,5	100
2500	3,5	3,5	4,0	9,0	14,0	14,5	13,5	11,0	10,0	7,5	5,5	4,0	100

**BÖYÜK QAFQAZIN CƏNUB YAMACI ÇAYLARININ MÖVSÜMLƏRİNİN YÜKSƏKLİK QURŞAQLARI ÜZRƏ  
PAYLANMASI (%) [21]**

Hündürlüklər, m	Mövsümlər				İl
	Qış XII-II	Yaz III-V	Yay VI-VIII	Payız IX-XI	
500	31,0	40,5	8,5	20,0	100
1000	19,5	32,5	25,0	23,0	100
1500	14,0	29,0	33,0	24,0	100
2000	12,0	27,0	38,0	23,0	100
2500	11,0	27,0	39,0	23,0	100

*Buzlaqlar* da çayın su rejiminin təbii tənzimləyicilərindəndir. Onlar yay mövsümündə axımı artırır və çay sularından müxtəlif təsərrüfat məqsədləri üçün istifadə imkanlarını genişləndirir. Buzlaq suları ilə qidalanan çaylarda gursulu dövrdə səviyyə tədricən və uzun müddət ərzində qalxır. Axımın maksimumu isti yay aylarında müşahidə olunur. Məsələn, İncuri çayının hövzəsində buzlaqların sahəsi 320 km<sup>2</sup> təşkil edir və illik axımın 70-80%-i isti ayların (aprel-avqust) payına düşür.

*Çay hövzəsinin sahəsi* də çayların su rejiminə təsir göstərir. Orta və böyük çaylarla müqayisədə, kiçik çayların axımı il ərzində daha qeyri-bərabər paylanır. Kiçik çayda hər bir axım əmələ gətirən yağış daşqın yaradır. Lakin orta çayda belə daşqın yastılanır, böyük çayda isə demək olar ki, müşahidə olunmur. Çayın uzunluğu və hövzəsinin sahəsi artdıqca gursululuq və daşqınların davamiyyəti uzanır, maksimumları isə kiçilir.

*Sutoplayıcının forması* da axımın il ərzində paylanmasına müəyyən təsir edir. Uzunsov formalı hövzələrdə axımın qaçış müddəti artdığından axımın il ərzində paylanması nisbətən bərabərləşir.

## 5.2. HİDROLOJİ MÖVSÜM VƏ DÖVRLƏR

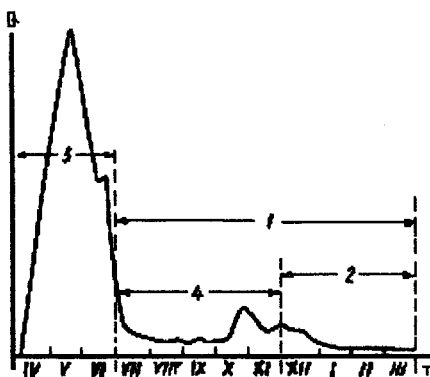
Axımın il ərzində paylanması təqvim, hidroloji və ya su təsərrüfatı ili üçün təhlil olunur. Şərqi Avropa ölkələrində çox vaxt *hidroloji il* öyrənilir və o, noyabr ayından başlayır. *Su təsərrüfat ili* isə çoxsulu dövrdən, məsələn yaz gursululuğundan növbəti təqvim ilinin qış mövsümünün axırına kimi davam edir. V.Q.Andreyanov keçmiş SSRİ ərazisində 4 əsas *hidroloji mövsüm* ayırır: yaz, yay, payız və qış. Hər bir mövsüm konkret ayları əhatə edir, yəni tədqiqatlarda istifadə olunan ən kiçik zaman intervalı təqvim ayıdır.

Praktikada su təsərrüfat ili *məhdudlandırılan* dövrə və *məhdudlandırılan mövsümə* bölünür. Ən az sululuğu ilə fərqlənən hidroloji mövsüm (qış və ya yay, yay-payız) məhdudlandırılan mövsüm qəbul edilir. Məhdudlandırılan dövr isə

iki ən az sulu və ardıcıl mövsümü əhatə edir: məsələn, yay-payız və qış mövsümləri və ya payız və qış mövsümləri.

Bu dövrlər və mövsümlər təyin olunarkən ilin hansı aylarında sudan istifadə çətinliklərinin olması nəzərə alınır. Sudan istifadə də hidroenergetika üstünlük təşkil etdikdə ilin ən az sulu mövsümü məhdudlandıran mövsüm qəbul edilir. Suvarma rayonlarında məhdudlandıran dövr vegetasiya peiodunu əhatə etməlidir.

Gursulu dövr yazda müşahidə olunan çaylar üçün hidroloji mövsüm və dövrlərin seçilmə sxemi şəkil 5.1-də göstərilmişdir.



ŞƏKİL 5.1 Hidroloji mövsüm və dövrlərin seçilməsinin sxemi [7]  
1-məhdudlandıran dövr; 2-məhdudlandıran mövsüm; 3-məhdudlandırmayan dövr; 4-məhdudlandırmayan mövsüm.

Belə mövsüm və dövrlərin zaman sərhədləri axımın il ərzində paylanma xüsusiyyətləri oxşar olan hidroloji rayonlar üçün də təyin olunur (cədvəl 5.4).



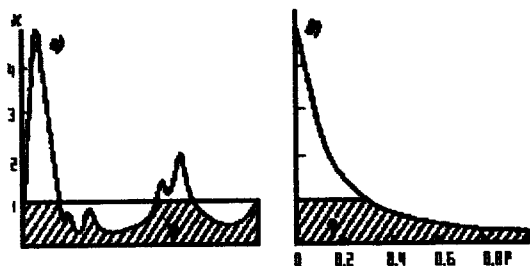
**CƏNUBİ QAFQAZ ÇAYLARINDA HİDROLOJİ MÖVSÜM VƏ  
DÖVRLƏRİN MÜDDƏTİ [8]**

R a y o n	Məhdud-landırımayan dövr	Məhdudlandırılan dövr	
		Məhdud-landırımayan mövsüm	Məhdudlandırılan mövsüm
Soci çayından qərbdə yerləşən ərazi	XII-V	-	VI-XI
Soci çayından Supsa çayına qədər ərazi	IV-VIII	IX-XI	XII-III
Tkibuli qrup çaylarının hövzələri	XII-V	IX-XI	VI-VIII
Kinrişi, Oçxamuri, Çakvi çayları hövzələri	III-V	IX-II	VI-VIII
Kür hövzəsi, B.Qafqazın şimal-şərq yamacı	III-VI	XII-II	VII-XI
Lənkəran	IX-XII	I-VIII	VI-VIII

Beləliklə, hidroloji mövsümlərin təyin olunmasında iki istiqamət var. Birinci istiqamətdə mövsümlərin sərhədləri ay dəqiqliyi ilə müəyyən olunur və bu halda axımın əmələ gəlməsinin genetik şəraiti tam nəzərə alınır. İkinci istiqamətdə mövsümlər çayların qida mənbələrini, rejimini və iqlim mövsümlərini nəzər almaqla sırf genetik əsasda təyin edilir. Bu istiqamət praktiki istifadə üçün kifayət qədər mürəkkəb olsa da, müxtəlif hidroloji mövsümlərdə axım prosesinin fiziki-coğrafi şəraitini daha dərin tədqiq etməyə imkan verir. İkinci istiqamət haqqında əlavə məlumat çaylarda aralıq fazanın secilməsi misalında növbəti fəsilə verilmişdir.

### 5.3. AXIMIN TƏBİİ TƏNZİMLƏNMƏ ƏMSALI

Axımın il ərzində paylanması müəhim inteqral göstəricilərindən biri *axımın təbii tənzimlənmə əmsalıdır*. Bu əmsal il ərzində axımın təbii tənzimlənmə dərəcəsini səciyyələndirir. Onun kəmiyyəti hidroqrafın aşağı hissəsinin sahəsinə bərabərdir. Hidroqrafın bu hissəsi yuxarıdan orta illik su sərfinin qiymətinə uyğun xətlə məhdudlanır (şəkil 5.2).



ŞƏKİL 5.2. Axımın təbii tənzimlənmə əmsalının təyini [7]  
a-hidroqraf; b -sutkalıq su sərfələrinin davamiyyət əyrisi.

İllik axımın hidroqrafın aşağı hissəsinin sahəsinə uyğun olan payı *bazis axımı* adlanır, çünki o, başlıca olaraq yeraltı axım və qismən səth axımı ilə formalaşır. Axımın təbii tənzimlənmə əmsalının ( $\varphi$ ) kəmiyyəti bazis axımının illik axıma nisbəti kimi hesablanır və vahidin hissələri ilə ifadə olunur.

Bazis axımı hövzənin təbii tənzimlənməsini və onun axımı akumuliyasiya qabiliyyətini əks etdirir. Buna görə də  $\varphi$ -nin qiyməti hövzəsində göllər olan çaylar üçün daha böyükdür. Meşə zonasının belə çayları üçün  $\varphi=0,6-0,85$ . Yarımsəhra zonasında çayların təbii tənzimlənmə əmsalının qiyməti  $0,1-0,2$ -yə qədər azalır.

Beləliklə, bu əmsal coğrafi zonalara görə dəyişir, yəni konkret təbii zonanın landşaft tiplərindən asılıdır. Lakin onun kəmiyyətinə azonal amillər də təsir göstərir: göllər, torpağın mexaniki tərkibi, geoloji quruluş, hidrogeoloji şərait və s. Məsələn, hövzəsində qumlu torpaqlar üstünlük təşkil edən Berezina çayı üçün  $\varphi=0,75$ . Sutoplayıcısının sahəsi təxminən Berezina çayı ilə eyni olan, lakin hövzəsində gillicə və torflu torpaqlar geniş yayılmış Dnepr çayı üçün  $\varphi=0,45$ .

Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı çayları da  $\varphi$ -nin böyük qiymətləri ilə səciyyələnir ( $\varphi=0,61-0,73$ ). Bu, ərazidə karstlaşan süxurların yayılması ilə izah olunur.

Təbii tənzimlənmə əmsalı *hövzənin hündürlüyünə* görə də dəyişir. Cənubi Qafqazın çox hissəsində hündürlük artdıqca,  $\varphi$ -də artır. Çəd-vəl 5.5-də Azərbaycanın müxtəlif çayları üçün axımın təbii tənzimlənmə əmsalının orta çoxillik qiymətləri verilmişdir.

Cədvəl 5.5

**AZƏRBAYCANIN BƏZİ ÇAYLARI ÜÇÜN AXIMIN TƏBİİ TƏNZİMLƏNMƏ ƏMSALININ ORTA ÇOXİLLİK QIYMƏTLƏRİ [13]**

№	Çay-məntəə	N, m	$\varphi$
1	Tərtər-Kəlbəcər	2640	0,72
2	Qudyalçay-Küpçal	2400	0,73
3	Dəmiraparan-Qəbələ	2430	0,78
4	Axsu-Göygöl	2110	0,75
5	Kürəkçay-Çaykənd	2070	0,68
6	Qarqarçay-Ağa Körpü	1610	0,52
7	Sumqayıtçay-Pirəkışkül	890	0,40
8	Təngərüd-Vaqo	760	0,52
9	Viravulçay-Osakyuca	340	0,37
10	Göytəpə-Göytəpə	230	0,35

Təbii tənzimlənmə əmsalı *sutkalıq su sərfələrinin davamiyyət əyrilərinə* görə də hesablanı bilər. Bu əyrinin yuxarıdan  $K=1$  xətti ilə məhdudlanmış aşağı hissəsinin sahəsi  $\varphi$  əmsalının qiymətini verir (şəkil 5.2).

Sutkalıq su sərfələrinin davamiyyət əyriləri il ərzində müşahidə olunmuş su sərfələrinin ildaxili paylanmasını göstərir. Praktikada belə informasiya energetika, su təchizatı və s. ilə bağlı məsələlərin həllində tələb olunur. Bu əyrilər qurularkən su sərfələri azalma sırası ilə düzülür və onların xronoloji ardıcılığı nəzərə alınmır. Sutkalıq su sərfələrinin davamiyyət əyriləri konkret ilin və ya çoxillik dövrün müşahidə məlumatlarına görə qurulur.

Bu ayrılar çayın su rejiminin ümumi xüsusiyyətlərini və onun təbii tənzimlənməsini əks etdirdikləri üçün müxtəlif təbii zonalar üçün formalarına görə fərqlənirlər. Meşə zonasının hövzəsində göllər olan çaylarının su sərfələri il ərzində nisbətən bərabər paylanır. Belə çaylara uyğun ayrılarda maksimal su sərfələri orta illik su sərfələrindən cəmi 2-3 dəfə çox olur. Yarımsəhra zonasının çayları üçün isə bu nisbət 20-100 arasında dəyişir. Qalan təbii zonaların çayları üçün səciyyəvi olan sutkalıq su sərfələri ayrılarının maksimal və orta illik su sərfələrinin nisbəti 5-dən 20-yə qədər müxtəlif qiymətlər alır.

### Yoxlama suallar

1. Axımın il ərzində paylanması anlayışı.
2. Axımın il ərzində paylanmasına iqlim amillərinin təsiri.
3. Göl və bataqlıqların axımın il ərzində paylanmasına təsiri.
4. Meşənin axımın il ərzində paylanmasına təsiri.
5. Buzlaqların axımın il ərzində paylanmasına təsiri.
6. Hidroloji mövsüm və dövr anlayışları.
7. Məhdudlandırıcı mövsüm və dövr necə təyin olunur?
8. Hidroloji mövsümlərin təyin olunmasında istifadə olunan istiqamətlər.
9. Axımın təbii tənzimlənmə əmsalı nəyə deyilir?
10. Bazis axımı nəyə deyilir?
11. Təbii tənzimlənmə əmsalına hansı fiziki-coğrafi amillər təsir göstərir?
12. Təbii tənzimlənmə əmsalının kəmiyyəti hündürlüyə görə necə dəyişir?
13. Sutkalıq su sərfələrinin davamiyyət ayrıları necə qurulur?
14. Müxtəlif təbii zona çaylarının sutkalıq su sərfələrinin davamiyyət ayrılarının səciyyəvi xüsusiyyətləri.
15. Axımın il ərzində paylanmasının öyrənilməsinin əhəmiyyəti.

## 6. MİNİMAL AXIM

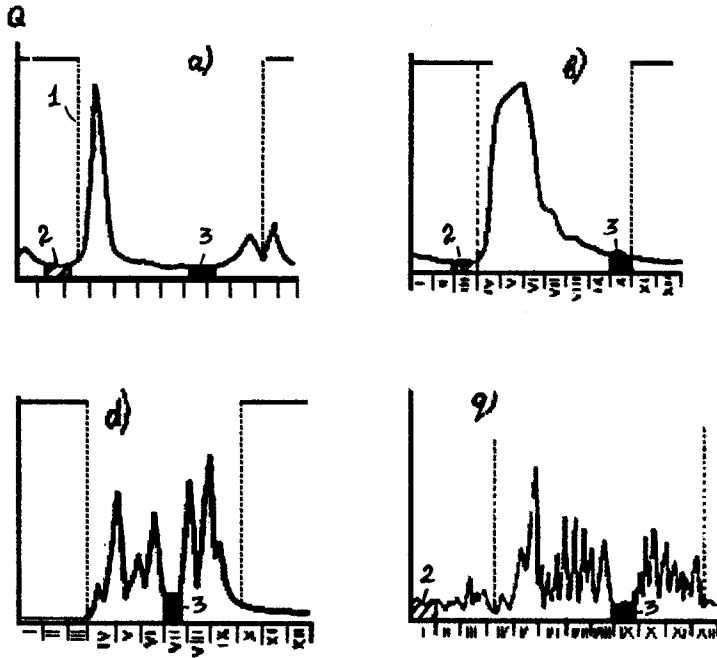
### 6.1. AZSULU DÖVRLƏRDƏ ÇAY AXIMININ ƏSAS XARAKTERİSTİKALARI

Çayların böyük əksəriyyətinin su rejimində aydın şəkildə çoxsulu və azsulu mövsümlər seçilir. Gursulu mövsüm yazda müşahidə olunan çaylar üçün iki *azsulu mövsüm* səciyyəvidir: yay-payız və qış. Gursulu mövsüm yaz-yay aylarını əhatə etdikdə və payızda daşqınlar keçdikdə yalnız yay və qış azsulu mövsümlər qeydə alınır. Azsulu mövsümlər birlikdə ilin azsulu dövrünü təşkil edir. Qış mövsümü iki hissəyə bölünməsin deyə, təqvim ili əvəzinə su təsərrüfatı ili təhlil edilir.

Əhəmiyyətli daşqınlar olmadıqda azsulu mövsümdə müşahidə edilən çay axımı *aralıq faza axımı* adlanır. Bu axım müşahidə olunan müddətə isə *aralıq faza* deyilir. Aralıq faza çayın su rejimində qış və yay-payız mövsümlərində müşahidə olunan, kəmiyyətə nisbətən kiçik və dayanıqlı su sərfələri ilə səciyyələnən fazadır. Bu su sərfələrinin qiymətləri daşqın zamanı müşahidə olunan su sərfələrindən xeyli kiçik olur və hidroqrafın onlara uyğun hissəsi üfüqi xəttə yaxınlaşır.

Aralıq faza çox zaman iki-üç ay davam edir. Bu fazada müəyyən müddət ərzində axım ən az olur və o, *minimal axım dövrü* adlanır. Bu dövrün davamiyyəti 1 gündən 30 günə (1 aya) qədər olur. Xarici ölkələrdə 5,7, 10 və 15 günlük *minimal axımdan* daha geniş istifadə olunur. Keçmiş SSRİ-də və hal-hazırda Azərbaycanda hidroloji hesablamalar minimal axımın 1 və 30 günlük qiymətlərinə görə yerinə yetirilir. Minimal axımın davamiyyətindən asılı olmayaraq, onun kəmiyyəti baxılan intervalında ardıcıl müşahidə olunmuş su sərfələrinin ən kiçik qiymətlərinin orta ədədi kəmiyyəti kimi təyin olunur. Minimal axımı hesablamaq üçün zaman intervalı elə təyin olunmalıdır ki, su sərfələrinin mənşəyi mümkün qədər oxşar olsun. Belə olduqda minimal

axım haqqında məlumatların ərazi üzrə ümumiləşdirilməsi asanlaşır, onun hesablanma üsullarının dəqiqliyi artır. Təbii ki, su sərfələrini ortalığdırmaq üçün seçilmiş zaman intervalı böyüdükcə minimal axımın əmələgəlmə şəraiti mürəkkəbləşir. Ümumiyyətlə, minimal axım dövründə çaylar başlıca olaraq yeraltı sularla qidalanır. Müxtəlif rejimli çaylarda 30 günlük minimal axım dövrləri şəkil 6.1-də göstərilmişdir.



ŞƏKİL 6.1. Müxtəlif rejimli çayların hidroqraflarında 30 günlük minimal axım dövrlərinin seçilməsi [5]. 1-isti və soyuq mövsümlərin sərhəddi; 2-30 günlük minimal qış axımı dövrü; 3-30 günlük minimal yaz-payız (yay) axımı dövrü.

Azərbaycan çaylarının 96%-də 30 günlük minimal yay-payız və qış su sərfələri demək olar ki, yalnız yeraltı sularla formalaşır. Çoxsulu illərdə minimal axımın bu xarak-

teristikasının formalaşmasında səth sularının payı 3-5%-dən çox olmur. İlin soyuq dövründə Lənkəran təbii vilayəti çaylarında tez-tez yağış daşqınları müşahidə olunur. Buna görə də hətta orta sulu ildə 30 günlük minimal axım dövrü çayların qidasının 16-36%-ni səth suları təşkil edir.

Qafqazın müxtəlif bölgələrinin çayları üçün minimal yay-payız axımının praktikada ən çox istifadə olunan xarakteristikalarının nisbəti cədvəl 6.1-də verilmişdir.

Cədvəl 6.1

QAFQAZ ÇAYLARI ÜÇÜN MİNİMAL YAY-PAYIZ AXIMI  
XARAKTERİSTİKALARININ NİSBƏTLƏRİ [13]

№	Rayonlar	$Q_1 / Q_{30}$	$Q_{30} / Q_{aj}$
1	Qafqazın Qara dəniz sahili	0,73	0,82
2	Şimali Qafqaz (Terek hövzəsindən başqa)	0,70	0,80
3	Terek hövzəsi	0,78	0,80
4	Böyük Qafqazın cənub yamacı	0,74	0,93
5	Kürün sağ sahili (Araz hövzəsindən başqa)	0,80	0,94
6	Araz hövzəsi	0,88	0,97
7	Lənkəran: Qurumayan çaylar Quruyan çaylar	0,75 0,75	0,96 0,90

Qeyd:  $Q_1$ - minimal sutkalıq (1 günlük) su sərfi;  
 $Q_{30}$ - minimal 30 günlük su sərfi;  
 $Q_{ay}$ - minimal aylıq su sərfi.

Minimal axımın müxtəlif xarakteristikalarının nisbətləri, cədvəl 6.1-dən görüldüyü kimi, vahiddən kiçikdir. Bu, minimal su sərfələrinin ardıcıl müşahidə olunduğu 30 gün ərzində hövzənin yeraltı su ehtiyatlarının tədricən tükənməsi

və minimal aylıq su sərfələrinin formalaşmasında az miqdarda da olsa səth sularının iştirakı ilə izah olunur.

Minimal sutkalıq su sərfələri çox vaxt sərfələr əyrisinin aşağıya ekstrapolyasiya olunmuş hissəsinə görə təyin edilir və bununla əlaqədar dəqiqliyi nisbətən aşağı olur. Minimal 30-günlük su sərfələrinin hidroloji sırasını tərtib etmək çoxlu vaxt və zəhmət tələb edir. Minimal aylıq su sərfələri isə bəzən mənşəcə bircins olmur.

Çayların azsulu dövr axımının xarakteristikalarından biri də *zəif axımdır*. Bu, ümumiləşdirici anlayışdır və adətən zəif axım dedikdə həm minimal, həm aralıq faza, həm də məhdudlandıran mövsüm axımı başa düşülür.

Son dövrdə hidrologiyaya aid xarici ədəbiyyatda tez-tez *hidroloji quraqlıq* termininə rast gəlinir. Hidroloji quraqlıq dedikdə elə dövr başa düşülür ki, onun müşahidə olunduğu müddətdə çaydakı təbii su sərfələri təsərüfatın müxtəlif sahələrinin tələbatını ödəmək üçün lazım olan su sərfələrindən kiçik olsun.

Hidroloji quraqlığın çoxsaylı meyarları var və onlar çay rejiminin kəmiyyət üsurlərinə əsaslanır. Lakin indiyə kimi, bu hadisənin obyektiv unifikasiya olunmuş meyarları işlənməmişdir.

Keçmiş SSRİ-də fiziki mənasına görə hidroloji quraqlığa yaxın olan azsulu dövr, aralıq faza axımı və zəif axım terminləri geniş istifadə olunurdu və indi də Azərbaycanda tətbiq edilir. Lakin bu terminlərlə hidroloji quraqlıq termini arasında fərqlər var. Bu fərqlər ilk növbədə baxılan dövrlərin davamiyyətində və axımın formalaşma xüsusiyyətlərində özünü göstərir.

Bir tərəfdən, zəif axım ilin mövsümlərinə görə təyin edilir və il ərzində bir neçə dəfə müşahidə oluna bilər. O, Yerin Günəş ətrafında fırlanması ilə əlaqədardır və onun kəmiyyəti sıfırdan il ərzində müşahidə olunmuş ən böyük su sərfəsinin yarısına qədər dəyişə bilər. Digər tərəfdən, hidroloji quraqlıq uzun müddət çox quraq hava şəraitində və yağıntı olmadıqda müşahidə edilir. Bu, hidroloji balansın pozul-



masına gətirib çıxarır və sudan istifadə dövründə axım çatışmazlığını kəskinləşdirir. Hər il müşahidə olunan zəif axım dövründən fərqli olaraq, hidroloji quraqlıq çox zaman orta illik su sərfinin təminatı 90%-ə bərabər və daha çox olan illərdə qeydə alınır. Beləliklə, hidroloji quraqlığın təkrarlanması 10 və daha çox il ərzində 1 dəfəyə bərabər olur. Əslində, belə yanaşma müəyyən mənada şərti xarakter daşıyır, çünki müasir dövrdə iqlim dəyişmələri və antropogen amillərin təsiri nəticəsində quraqlığın təkrarlanması artmışdır.

Nəzərə almaq lazımdır ki, quraq illərdə zəif axım dövrü həmişə hidroloji quraqlığın tərkib hissəsidir, yəni onun davamiyyəti həmişə hidroloji quraqlığın davamiyyətindən azdır.

Yuxarıda qeyd edilənlər göstərir ki, zəif axım və hidroloji quraqlıq terminləri eyni deyildir. Lakin zəif axım və hidroloji quraqlıq dövrlərində çay sularının genezisi kifayət qədər oxşardır, yəni bu sular, əsasən qunt suları ilə formalaşır. Buna görə də, əvvəla, zəif axımın analizi və hesablanması üçün yaxşı işlənmiş mövcud metodologiya hidroloji quraqlığın xarakteristikalarına da tətbiq oluna bilər. Digər tərəfdən isə, zəif axımın bəzi xarakteristikaları, məsələn, minimal su sərfiəri həm də hidroloji quraqlığın indikatoru ola bilər.

## 6.2. ARALIQ FAZALARIN HİDROQRAFDA SEÇİLMƏSİ

Çaylarda aralıq faza qış və yay və ya yay-payız mövsümlərində müşahidə olunur. Hər bir aralıq faza 2-4 aya qədər davam edir və bu dövrdə çay axımı illik axımın 10-20%-ni təşkil edir. Buna görə də il ərzində uzun müddət sudan istifadə məhdudlanır.

Aralıq fazada çaylar, əsasən, yeraltı və qismən (10-15%) səth suları ilə qidalanır. Qərbi Qafqaz və Lənkəran təbii vilayəti çaylarının aralıq faza axımında səth sularının payı 20-25%-ə qədər artır.

Müxtəlif formalı hidroqraflarda aralıq fazaları seçmək üçün A.M.Vladimirov metodika təklif etmişdir. Qış mövsümündə bu faza çaylarda buz hadisələri qeydə alındığı gündən başlanır. Əgər buz hadisələri müşahidə olunmursa, onda havanın temperaturunun  $0^{\circ}\text{S}$ -dən aşağı olduğu ilk gün *qış aralıq fazanın* başlanğıcı qəbul edilir. Bu faza yazda qarın əriməsi nəticəsində çayda səviyyənin kəskin qalxdığı günə qədər davam edir.

*Yay aralıq faza* yaz və ya yaz-yay gursulu dövrün sonundan payız daşqınlarına qədər olan dövrü əhatə edir. Payız daşqınları olmadıqda *yay-payız aralıq faza* müşahidə olunur və o, qış mövsümü başlananda qurtarır.

Aralıq fazanın sərhədlərini müəyyən etdikdə çalışmaq lazımdır ki, bu zaman intervalında müşahidə olunan axım genetik çəhətdən bircins olsun. Buna görə azsulu dövrdə müşahidə olunmuş əhəmiyyətli yağış daşqınları aralıq fazaya daxil edilmir. Azsulu dövrün davamiyyəti 10 gündən az olduqda, hidroqrafda aralıq faza seçilmir.

Çayların hidroqraflarında aralıq fazanı seçmək, yəni onun başlandığı və qurtardığı günləri müəyyən etmək üçün əsaslandırılmış kəmiyyət meyarları yoxdur. Bunu nəzərə alaraq, hidroqraflarda aralıq fazaları, yuxarıda göstəriləyi kimi gözəyari seçirlər.

Qafqaz çaylarında aralıq fazanı seçmək və onun zaman xarakteristikalarını təyin etmək üçün aşağıdakı sxemdən də istifadə oluna bilər:

1. Yay və ya yay-payız aralıq fazanın başlanğıcı bazis axımının orta kəmiyyətinin müşahidə olunduğu gün qəbul edilir (bazis axımı orta illik su sərfinin çay axımının təbii tənzimlənmə əmsalının hasilinə bərabərdir);

2. Yay və ya yay-payız aralıq fazanın sonu qış aralıq fazanın başlanğıcı ilə üst-üstə düşür və aşağıdakı kimi təyin olunur:

-havanın temperaturunun  $0^{\circ}\text{S}$ -dən aşağı olduğu ilk günə görə;

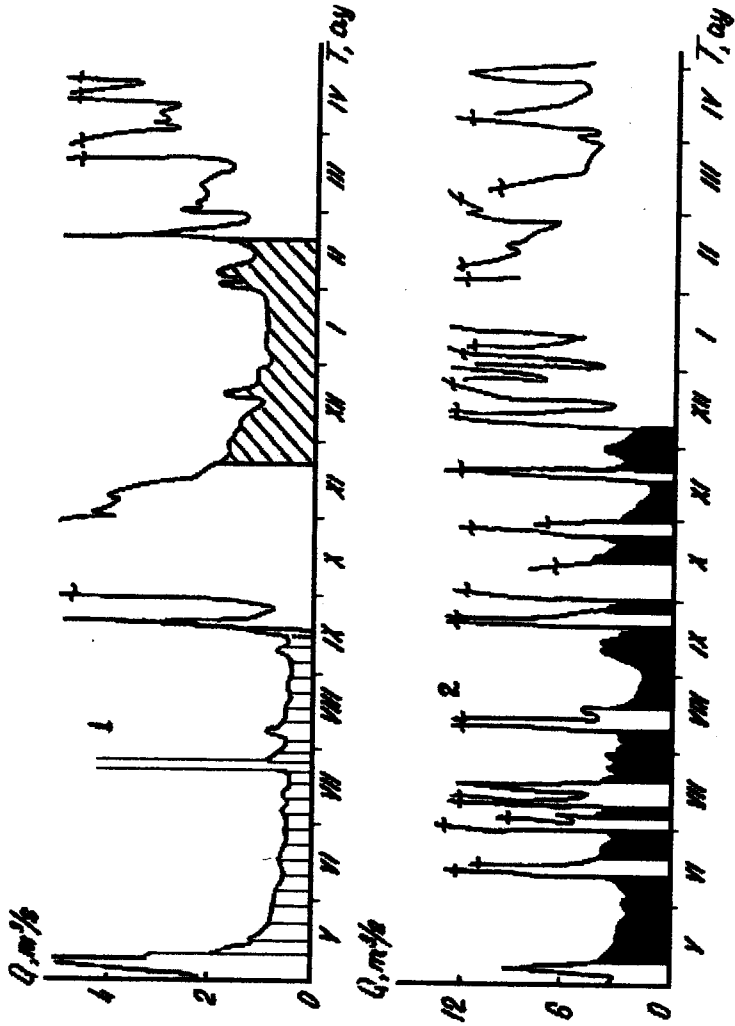
-qış aralıq fazanın ilk günü qeydə alınmış su sərfi və bu fazada müşahidə olunmuş sutkalıq minimal su sərfinin nisbətində görə;

3. Qış aralıq fazanın sonu, bu fazanın başladığı gün qeydə alınmış su sərfinin qiymətinə bərabər su sərfi müşahidə olunan gün kimi tapılır:

4. Yağış daşqınlarının aralıq fazanın başlanğıc günü müşahidə olunmuş su sərfələrindən böyük qiymətləri aralıq fazaya daxil edilmir.

Bu sxem aralıq fazada müşahidə olunmuş su sərfələri haqqında məlumatların kütləvi işlənməsini asanlaşdırır, kompüterlərdən istifadə edilməsinə və praktiki məqsədlər üçün kifayət qədər dəqiq nəticələrin alınmasına imkan verir.

Baxılan sxemin tətbiqi ilə hidroqraflarda aralıq fazaların seçilməsi şəkil 6.2-də göstərilmişdir.



ŞEKİL 6.2. Vileş ve Cumri çaylarının hidrografları [13]

*Aralıq fazanın zaman xarakteristikaları* (başlandığı və qurtardığı gün, davamiyyəti) yalnız iqlim amillərindən deyil, həm də relyefdən, sutoplayıcının ölçülərindən, çayın uzunluğundan və çay şəbəkəsinin sıxlığından asılıdır.

Dağ çaylarında aralıq fazanın özünəməxsus xüsusiyyətləri var. Hövzənin orta hündürlüyü artdıqca yağıntılardan miqdarı çoxalır, yağış daşqınları daha uzunmüddətli olur. Musson rejimli çaylarda daşqınlar bütün yay mövsümü davam edir. Buna görə də hövzənin dağlıq hissəsində aralıq faza yayın axırı və payızda müşahidə olunur. Hövzəsində buzlaqlar olan çayların hidroqraflarında yay və yay-payız aralıq fazaları seçmək mümkün olmur, çünki buzlaqların ərinti suları isti dövrdə çayların qidalanmasında fəal iştirak edir. Məsələn, Böyük Qafqazın yüksək dağlıq zonası çaylarında yalnız qış aralıq faza müşahidə olunur (140-210 gün).

Dağlıq zona çaylarının aşağı və yuxarı axınlarında yay-payız aralıq fazanın zaman xarakteristikaları bir qədər fərqlənir. Hövzənin aşağı hissəsində bu faza nisbətən tez başlanır, çünki yuxarı hissə ilə müqayisədə burada az yağıntı düşür. Ərazinin hündürlüyü artdıqca yay-payız aralıq fazanın davamiyyəti qısalır, qış aralıq faza isə, əksinə, daha uzunmüddətli olur.

### 6.3. MİNİMAL AXIMIN ƏMƏLƏGƏLMƏ ŞƏRAİTİ VƏ ƏSAS AMİLLƏRİ

Müxtəlif təbii zonalarda minimal axımın əmələgəlmə şəraiti fərqlidir və fiziki-coğrafi amillərdən asılıdır.

*Yağıntılar* infiltrasiya olunaraq yeraltı suları əmələ gətirir və onlar isə azsulu dövrdə çayların başlıca qida mənbəyi rolunu oynayır. Bu halda çayın qidasında təkcə baxılan ilin yağıntıları deyil, həm də əvvəlki ildə və ya illərdə düşən yağıntılar da iştirak edə bilər. Bu, ərazinin geoloji quruluşundan və hidrogeoloji xüsusiyyətlərindən asılıdır. Qış mövsümündə çox vaxt yağıntılar minimal axım dövründə çaya su vermir. Bu dövrdə çaylar əvvəlki mövsümlərdə (payız, yay, yaz) yaranmış yeraltı sularla qidalanır.

Yağıntılarının minimal axıma təsiri arid və humid zonalarda müxtəlifdir, çünki onlarda buxarlanma fərqlidir. Lakin, ümumi halda, ərazi üzrə yağıntılarının və minimal axımının paylanmasında müəyyən uyğunluq müşahidə olunur. Yağıntı çox düşən rayonlarda çayların minimal axımını da yüksək olur.

Konkret çay və hidroloji rayonlar üçün minimal axımla mövsümi və ya illik yağıntılar arasında sıx əlaqələr aşkar olunmur. Bu, baxılan əlaqələrdə yağıntılarının itkiyə, xüsusilə, *buxarlanmaya* sərf olunan hissəsinin nəzərə alınmaması ilə əlaqədardır. Buxarlanmanın minimal yay-payız axımına təsiri daha güclüdür.

Minimal axımın vacib iqlim amillərindən biri də *havanın temperaturudur*. O, hövzəsində buzlaqlar olan çayların, daimi donuşluq zonası çaylarının minimal axımının formalaşmasına təsir göstərir. Lakin yay-payız mövsümündə axımın formalaşmasında *havanın rütubət çatışmazlığı* temperatura nisbətən daha böyük rol oynayır. Əslində bu amil minimal axımın kəmiyyətinə dolayı yolla-buxarlanma vasitəsilə təsir göstərir. Onun rolu arid zonada daha böyükdür. Belə ki, havanın rütubət çatışmazlığının orta illik qiyməti 4-5mm olan rayonlarda, yayda kiçik çaylar quruyur.

Qeyd olunduğu kimi, minimal axım dövründə çaylar, əsasən, *yeraltı sularla* qidalanır. *Artezian suları* yalnız bəzi çayların minimal axımının formalaşmasında iştirak edir və onların payı 10-20%-dən çox olmur. *Mövsümi yeraltı* (qrunt) sular yazda qarın əriməsi və yay-payız mövsümündə düşən yağışların hesabına əmələ gəlir. Bu sular başlıca olaraq yay (yay-payız) minimal axımının formalaşmasında iştirak edir və onların ehtiyatı qış aralıq faza başlanana qədər tükənir. Bu səbəbdən, adətən, çayların minimal yay-payız axımını qış axımına nisbətən yüksək olur. Qafqaz çaylarında minimal axımın bu xarakteristikalarının nisbəti 1,11-4,17 arasında dəyişir. Dağlıq rayonlarda bu nisbət hövzənin orta hündürlüyü artdıqca böyüyür.

Minimal axımın formalaşmasında mövsümi grunt sularına nisbətən daha dərinə yerləşən *daimi grunt suları*

əsas rol oynayır. Düzən rayonlarda bu sular bir və ya bir neçə sulu horizontda yığılır və onların çaya su verməsi dərənün bu laylara kəsilmə səviyyəsindən asılıdır. Bu, düzən ərazilərdə qrunnt və səth sularının arasında hidravliki əlaqənin olması ilə bağlıdır. Dağlıq ərazilərdə bu əlaqə olmadığından qrunnt suları bulaqlar vasitəsilə çayları qidalandırır.

Karstlaşan süxurlarda akumulyasiya olunmuş yeraltı sular özünəməxsus rejimə malikdir. Onların rejimi süxurların sukeçirmə və suvermə qabiliyyətlərindən, çat və boşluqların ölçülərindən asılıdır. *Karst sularının çayların* qidasında rolu minimal axım dövründə ən böyük olur. Məsələn, Valqeyiqi çayı hövzəsində minimal axımın 50%-i iki karst bulağın suları ilə formalaşır (hövzənin sahəsi 400 km<sup>2</sup>-dir).

Bəzi karst rayonlarının qonşu çayları arasında yeraltı su mübadiləsi baş verir. Bunun nəticəsində aralıq fazada məçrada su olmur. Belə hadisə Anqara, Şimali Dvina, Ufa çaylarının hövzələrində müşahidə olunur.

Karst hadisəsi ilə əlaqədar, hövzələri arasında yeraltı su mübadiləsi baş verən bəzi Qafqaz çaylarının minimal qış axımının dəyişməsi haqqında məlumatlar cədvəl 6.2-də verilmişdir.

*Hövzənin hidrogeoloji şəraiti* bilavasitə onun geoloji quruluşu ilə əlaqədardır. Yeraltı suların yatım şəraiti dağ süxurlarının litoloji tərkibindən və xarakterindən asılıdır. Hövzənin torpaq-süxur örtüyü çoxsulu fazada suyu akumulyasiya edir və azsulu dövrdə isə çaya qaytarır. Hövzəsi qumlu və qumluçalı torpaq-süxur təbəqəsinə malik çayların minimal axımı, hövzəsi gilli və gilliçəli torpaq-süxur, təbəqəsinə malik çayların minimal axımından 1,5-2 dəfə yüksək olur.

*Göllərin* minimal axıma təsiri, çox zaman, müsbət qiymətləndirilir, yəni onlar axımın bu xarakteristikasının kəmiyyətini

HÖVZƏLƏRİ ARASINDA YERALTI SU MÜBADİLƏSİ BAŞ VERƏN ÇAYLARIN MİNİMAL QIŞ AXIMINA  
KARSTIN TƏSİRİ [13]

№	Çay-məntəqə	F, km <sup>2</sup>	Minnal axım, (l/s·km <sup>2</sup> )		Minnal axımın dəyişməsi	
			Faktik	Zonal	l/s·km <sup>2</sup>	%
1	Qarabulax-Qızıl Adjelo	42,2	8,11	4,50	+ 3,61	+ 80
	Djudjiani-Trialeti	126	0,87	4,70	- 3,83	- 81
2	Qudyalçay-Xinalıq	104	11,5	7,85	+ 3,65	+ 46
	Xinalıqçay-Xinalıq	36,0	3,61	6,95	- 3,34	- 48
3	Zivlançay-Gedamiş	46,6	9,87	5,00	+ 4,87	+ 97
	Destəfurçay-Qaraqullar	27,9	1,94	4,85	- 2,91	- 60



artırır (1,5-2 dəfə). Göl çayının axımı aralıq fazada daha zəif sürətlə tükənir.

*Gölün tənzimləyiçi prizmasının həcmi* kiçik olduqda, o, yalnız yay minimal axımına təsir göstərir.

Göl arid zonada yerləşdikdə və çayla əlaqəsi olmadıqda minimal axımın kəmiyyətini azaldır. Bu halda göldə akumuliyasiya olunmuş səth suları yayda buxarlanmaya, qışda buzun əmələgəlməsinə sərf olunur və çayın qidalanmasında iştirak etmir.

*Bataqlıqların* minimal axıma təsiri həm müsbət, həm də mənfi ola bilər. Əslində bu təsiri aşkar etmək çox çətindir. Rusiyanın Avropa hissəsinin şimal-qərbində və Kareliyada bataqlıqlar minimal axımı azaldır. Belarus çayları üçün də belə qanunauyğunluq müəyyən edilmişdir. Lakin Moloqa və Suda çaylarının (Volqa çayı hövzəsi) minimal axımı bataqlıqların təsiri nəticəsində artır.

*Meşələrin* də minimal axıma təsirini müəyyən etmək mürəkkəb məsələdir, xüsusilə meşə zonalarında. Bu, meşəli və meşəsiz (meşələr qırılmış) sahələrdə eyni torpaq tiplərinin yayılması və beləliklə, yeraltı suların yaranma və axım şəraitinin oxşar olması ilə əlaqədardır. Bununla yanaşı, məlumdur ki, meşə səth axımını azaldır və yeraltı axımı artırır. Meşələrin qırılması nəticəsində orta çayların aralıq faza axımı 15%-ə, kiçik çaylarıninki isə 35%-ə qədər azala bilər. Meşələr bərpa olunduqda aralıq faza axımı meşənin yaşından asılı olaraq dəyişir: 40-80 illik meşələrdə aralıq faza axımı illik axımın 35%-ni, 100 illik meşələrdə-55%-ni, qədim meşələrdə isə 60%-ni təşkil edir.

Meşələrin minimal axıma təsiri meşə-çöl zonasında daha güclüdür, çünki burada meşə və çöl torpaqlarında suyun infiltrasiyası kəskin fərqlənir.

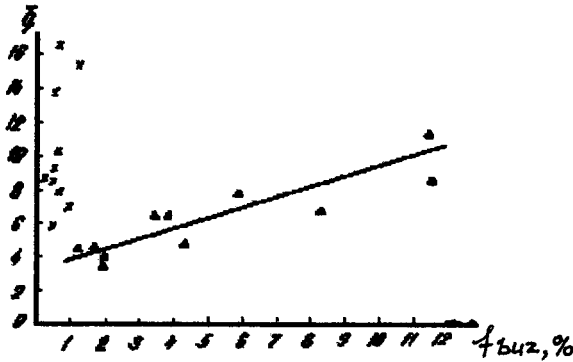
Arid zonada qrunt sularının səviyyəsi yer səthinə yaxın olan sahələrdə (xüsusilə subasarda və çay terraslarında) meşə bitkiləri transpirasiyaya çoxlu su sərf edir. ABŞ-da Appalaç dağlarının cənubunda yerinə yetirilmiş eksperimentlər göstərmişdir ki, belə meşələrin qırılması mi-

nimal axımı artırır. Şimali Karolinada da dağ meşələrinin qırılması minimal axımın kəmiyyətinə müsbət təsir göstərmişdir.

*Kəskin parçalanmış relyefə və yaxşı inkişaf etmiş çay şəbəkəsinə* malik rayonlarda minimal axım nisbətən yüksək olur. Bu, səth sularının çaya qısa müddətdə çatması və axım itkisinin azalması ilə izah olunur.

Yaxşı inkişaf etmiş *çay subasarı* da minimal axıma müsbət təsir göstərir. Bu, subasarı tənzimləyici rolu ilə bağlıdır. Dağlıq ərazilərdə *gətirmə konuslarının* minimal axıma təsiri subasarı təsiri ilə oxşardır. Burada məsaməsi, suyu yaxşı keçirən çökmə süxurlar çoxsulu dövrdə suyu akumuliyasiya edir və aralıq fazada verir.

Qidasında *buzlaq suları* iştirak edən çaylarda minimal su səfləri qış mövsümündə müşahidə olunur. Çay sutoplayıcısında buzlaqların sahəsi ( $f_{\text{buz}}, \%$ ) artdıqca minimal qış axımı da çoxalır (şəkil 6.3). Bu şəkildən göründüyü kimi, Kuban çayı hövzəsində buzlaqların təsiri, onların hövzədə nisbi sahəsi 1%-dən çox olduqda aydın nəzərə çarpır. Kuban və Terek çaylarının hövzələrində minimal qış axımının buzlaqların nisbi sahəsindən asılılıq əlaqəsi, onun hövzənin orta hündürlüyündən asılılıq əlaqəsinə nisbətən daha sıxdır. Bu onu göstərir ki, çayların minimal qış axımının formalaşmasında buzlaqların rolu, hövzənin orta hündürlüyünə nisbətən daha böyükdür. Bu, onunla izah olunur ki, eyni hündürlükdə yağıntılar çox düşən yerlərdə buzlaqlar daha geniş ərazi tutur.

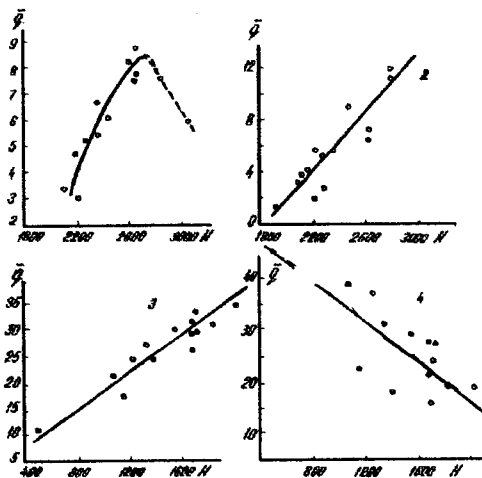


ŞƏKİL 6.3. Kuban hövzəsi çaylarının minimal qış axımının ( $q$ ) sutoplayıçıda buzlaqların sahəsindən ( $f_{buz}$ ) asılılığı [13].  $x - f_{buz} < 1\%$

Kuban və Terek çaylarının hövzələrindən fərqli olaraq, Böyük Qafqazın cənub yamacında (Gürcüstanda) minimal qış axımının buzlaqların nisbi sahəsindən asılılığı aşkar edilməmişdir. Hətta, buzlaqların geniş yayıldığı İncuri çayı hövzəsinin yuxarı hissəsində, çayların minimal qış axımı, hövzəsində buzlaqlar olmayan çaylarla müqayisədə kiçikdir. Bu, qeyd olunan ərazi hər tərəfdən dağlarla əhatə olduğundan yağıntıların nisbətən az düşməsi ilə bağlıdır.

Məlum olduğu kimi, düzənlik çaylarında qrunt suları ilə səth suları arasında hidravliki əlaqə var. Buna görə də *çay məcrasının kəsilmə dərinliyi* minimal axımın formalaşmasında böyük əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, bu göstərici nə qədər böyük olarsa, çay bir o qədər çox sulu horizontun qrunt suları ilə qidalanır. Lakin dağ çayları üçün bu, o qədər də vacib amil deyildir, çünki minimal axım dövründə qrunt suları çayları bulaqlar vasitəsilə qidalandırır və bulaq sularının çay suları ilə hidravliki əlaqəsi yoxdur. Həm də dağlıq ərazilərdə çayın mənbəyindən mənsəbinə doğru məcranın erozion kəsilmə dərinliyi artdıqca, əksinə, hövzənin orta hündürlüyü və buna müvafiq olaraq minimal axım azalır.

Minimal axımın kəmiyyətinə təsir göstərən vacib amillərdən biri də *relyefdir*. Dağlıq ərazilərdə, adətən, hündürlük artdıqca minimal axım da çoxalır. Çox zaman yüksək dağlıq zonada müşahidə məntəqələri olmadığına görə, minimal axımın hansı hündürlüyə qədər artdığını müəyyən etmək mümkün olmur. Məsələn, Dağıstanda Andi və Avar Koysu çaylarının hövzələrində *minimal qış axımı* 2700 m hündürlüyə qədər artır, sonra isə azalmağa başlayır (şəkil 6.4).



ŞƏKİL 6.4. Minimal qış (1,2,4) və yay-payız (3) axımının sutopayıcının orta hündürlüyündən (N,m) asılılığı [13]. 1-Sulak çayının hövzəsi; 2-Arpa çayının hövzəsi; 3,4-Mazımta çayından Macarka çayına kimi.

Ümumiyyətlə, minimal axımın hündürlüyə görə artıb-azalması bu istiqamətdə ərazinin rütubətlənmə şəraitinin dəyişməsindən asılıdır. Məsələn, Qafqazın bütün rayonlarında *minimal yay-payız axımı* hündürlüyə görə artır. Bu, yağıntılardan istədiyi dövrdə yüksəkliyə görə çoxalmasından başqa, həm də buxarlanmanın azalması ilə əlaqədardır.

Qafqazın çox hissəsində minimal qış axımının modulu da hündürlüyə görə artır. Yalnız iki rayon istisna təşkil edir: Qafqazın Qara dəniz sahili və Lənkəran. Bu rayonlarda minimal qış axımının hündürlüyə görə azalmasının iki əsas səbəbi var: birinci, ilin soyuq dövründə düşən yağıntıların miqdarı hündürlük artdıqca azalır və ikinci, qrunt suları yer səthinə, başlıca olaraq, cayların aşağı axınında çıxır.

#### 6.4. MİNİMAL AXIMIN ƏMƏLƏGƏLMƏ ŞƏRAİTİNİN YÜKSƏKLİK QURŞAQLARINA GÖRƏ DƏYİŞMƏSİ

Dağlıq ərazilərdə minimal axımın əmələgəlməsinin təbii şəraiti həm şəquli, həm də üfüqi istiqamətdə dəyişir.

Hər bir dağ cayının hövzəsini üç zonaya bölmək olar: *axım əmələgələn, tranzit və təbii axımın pozulduğu zonalar*. Bu zonalar minimal axım dövründə daha aydın secilir. Onlar iqlim və hidrogeoloji xüsusiyyətlərinə, yeraltı və səth sularının əlaqələrinin xarakterinə görə fərqlənilir.

Minimal axım öyrəniləndə tranzit zona çox vaxt müstəqil olaraq ayrılır, çünki yağış yağdıqda o, axım əmələgələn zonaya cevrilir. Bundan əlavə, tranzit zona cay hövzəsinin, adətən, kicik hissəsini tutur.

Axım əmələgələn zona cay hövzəsinin dağlıq hissəsini əhatə edir. Burada, çox vaxt, yeraltı suların formalaşma və boşalma sahələri üst-üstə düşür. Yeraltı sular cayları iki yolla qidalandırır: sulu horizontların mənfi relyef formaları ilə kəsişdiyi yerlərdə bulaqlar şəklində və bilavasitə cay məçrasında. Beləliklə, minimal axımın iki əsas toplananı var: bulaq suları və *drenaj olunan sular*. Bunların nisbəti hündürlüyə görə dəyişir. Adətən, ərazinin hündürlüyü artdıqca bulaqların sayı və çəm debiti də coxalır. Buna görə də cayların minimal axımının əsas hissəsini bulaq suları təşkil edir. Lakin qeyd etmək lazımdır ki, bulaqların sayı və debiti müəyyən hündürlüklərə qədər artır.

Axım əmələgələn zonanı susaxlayan süxurların sululuğunu, bulaqların sayını və debitini, habelə geomorfoloji

xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla üç hissəyə bölmək olar: yüksək, orta və alçaq dağlıq hissələr.

Yüksək dağlıq hissə ( $N > 2500$  m) suyu pis keçirən qayalardan təşkil olunmuşdur və böyük meyliyə malikdir. Çay dərələri dərin, onların yamaclarının dikliyi böyükdür. Allüvial çöküntülər demək olar ki, yoxdur və bütün bunlar səth axımının formalaşması üçün əlverişlidir. Bu ərazidə düşən illik yağıntıların cəmi 15%-i yeraltı axımın yaranmasına sərf olunur. Burada bulaqlar az, onların debitləri kiçik, dinamikliyi (maksimal və minimal debitlərin nisbəti) çox böyükdür. Bəzi rayonlarda bulaqlar heç yoxdur.

Axım əmələgələn zonanın yüksək dağlıq hissəsi orta dağlıq hissə ilə müqayisədə kiçik ərazi tutur.

Orta dağlıq hissə (1000-2500 m) nisbətən hamar relyef formaları ilə səciyyələnir. Burada dellüvial, allüvial və prolyüvial çöküntülər geniş yayılmışdır və meyliklər yüksək dağlıq hissə ilə müqayisədə azdır. Buna görə də yeraltı suların formalaşma şəraiti xeyli yaxşılaşır. Minimal axım dövründə çayların qidalanmasında iştirak edən bulaqların əksəriyyəti buradadır. Bu bulaqların dinamikliyi nisbətən azdır. Onların rejimi bir qədər hamarlanmış şəkildə və bir aydan üç aya qədər gecikməklə atmosfer yağıntılarının gedişini təkrarlayır.

Orta dağlıq hissədə drenaj olunan axımın payı artır.

Alçaq dağlıq hissəyə yağıntı az düşür, buxarlanma isə kifayət qədər böyükdür. Burada bulaqlar və onların debiti azdır. Buna görə də yağışlar olmadıqda axım əmələgələn zonanın bu hissəsi *tranzit zonaya* çevrilir.

Minimal axımın təbii rejiminin pozulduğu zona çayın aşağı axınındakı bütün düzən və qismən də dağətəyi əraziləri əhatə edir (1000-1200 m-ə qədər). Məsələn, Azərbaycanda bu zonanın yuxarı sərhəddi *gətirmə konuslarının* zirvələrindən keçir. Gətirmə konuslarında çökmə süxurların qalınlığı 300-500 m, bəzən 1000 m-dir.

Gətirmə konuslarının zirvəyə yaxın hissələri suyu yaxşı keçirən çay daşı, çınqıl, qum və s. təşkil olunmuşdur.

Buna görə də çay axımının 30-50%-i, bəzi illərdə isə hamısı udulur və qrunt sularını qidalandırır. Burada qrunt suları xeyli dərində yerləşir. Gətirmə konuslarının mərkəzindən kənarlara doğru getdikcə suyu yaxşı və pis keçirən süxur layları növbələnir, qrunt sularının səviyyəsi yer səthinə yaxınlaşır, bulaqlar yaranır. Lakin bu bulaq sularının az bir hissəsi çayların qidalanmasında iştirak edir. Suyun çox hissəsi isə "qarasu" əmələ gətirir və ya ətraf əraziləri bataqlaşdırır. Yay-payız dövründə bu suların əsas hissəsi buxarlanmaya sərf olunur.

Yay-payız mövsümündə gətirmə konuslarında qrunt sularının səviyyəsi aşağı düşür və bulaqların çoxu quruyur. Yalnız axım əmələgələn zonadan əlavə qida alan bulaqlar fəaliyyət göstərir.

### 6.5. Çayların quruması və donması

Çay məcrasının quruması və donması iqlim və hidrogeoloji amillər kompleksinin müəyyən nisbətində müşahidə olunur. Axımın olmaması yalnız müəyyən fiziki-coğrafi rayonların çayları və ya çay hissələri üçün səciyyəvidir.

Çayda axımın olmaması sudan istifadəni məhdudlaşdırır və buna görə də bu hadisənin davamiyyəti haqqında məlumatlar böyük praktiki əhəmiyyət kəsb edir. Çayların quruması və donması, müvafiq olaraq ilin isti və soyuq dövrlərində, epizodik (bəzi illərdə) və ya hər il baş verir. İsti dövrdə çayların quruması onları qidalandıran sulu horizonların ehtiyatlarının tükənməsi nəticəsində müşahidə olunur. Bu isə öz növbəsində yeraltı su ehtiyatlarının az olması, onların yaz mövsümündə zəif qidalanması ilə bağlıdır. Uzun müddət yağıntılarının düşməməsi, havanın yüksək temperaturu və rütubət çatışmazlığı, həmçinin intensiv buxarlanma da çayların qurumasına təsir göstərir. Payız mövsümündə axım əmələgətirən yağıntılar olmadıqda çayların quruması qışa qədər davam edə bilər. *Çaylarda quruma hadisəsi* bilavasitə meteoroloji quraqlıqla bağlıdır.

Qış mövsümündə havanın temperaturu uzun müddət çox aşağı olduqda çayda su kütlələri kəskin soyuyur və hövzənin torpaq-süxur təbəqəsi böyük dərinlikdə donur. Bunun nəticəsində yeraltı axım kəskin azalır və tez tükənir. Çox şaxtılı illərdə donma hadisəsi çay boyu böyük məsafədə müşahidə olunur. Bu hadisə daimi donuşluq zonası çayları üçün daha səciyyəvidir.

Quruma və donma hadisələrinin hər ikisi çayda axımın olmaması ilə nəticələnsələr də, mənşəcə fərqlidirlər. Quruma zamanı yeraltı su ehtiyatları tükənir, donma vaxtı isə onlar tükənmir və buzəmələgəlməyə sərf olunurlar.

Quruma və donma hadisələrinin müşahidə olunma vaxtları sutoplayıcının coğrafi mövqeyindən, ölçülərindən, ərazinin hündürlüyündən, hövzənin tənzimləyici rolundan asılıdır.

Volqa, Ural, Kuma çaylarının hövzələrində sutoplayıcılarının sahəsi  $200 \text{ km}^2$ -dən  $10000 \text{ km}^2$ -ə qədər, minimal 30-günlük axım modulu isə  $0,1-0,2 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$ -ə qədər olan çaylar hər il quruyur. Şimali Qazaxıstanda bu hadisə sutoplayıcının sahəsi  $900-1000 \text{ km}^2$  olan çaylar üçün səciyyəvidir. Mərkəzi Yakutiya da Lena, Aldan çayları hövzələrində də minimal 30-günlük axım modulu  $2 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$ -ə qədər olan çaylar sistemətlilik olaraq quruyur.

Qərbi Sibirin şimal və şimal-şərq hissələrində sutoplayıcının sahəsi  $5000 \text{ km}^2$ -ə qədər olan çaylar hər il donur.

*Çayların epizodik quruması* və donması, müvafiq olaraq ən quraq və ən sərt, şaxtılı illərdə müşahidə olunur. Çaylarda axımın epizodik olmamasının davamiyyəti, sistemətlilik quruma və donmanın davamiyyəti ilə müqayisədə qısa olur, lakin bəzən daha geniş ərazini əhatə edir. Məsələn, Sibirdə Şilka çayı hövzəsində sutoplayıcı sahəsi  $5000 \text{ km}^2$ -dən az olan çaylar hər il donur, ancaq *epizodik donma* isə sutoplayıcının sahəsi  $175000 \text{ km}^2$  olan çayda qeydə alınmışdır. Daimi donuşluq zonasının şimal hissəsində sutoplayıcının sahəsi hətta  $200000 \text{ km}^2$  və daha çox olan çaylar da epizodik donur.



Qafqaz çaylarının da bir hissəsində quruma hadisəsi müşahidə olunur. Belə çaylar Şərqi Azərbaycanın Abşeron-Qobustan və Lənkəran təbii rayonlarında, Göycə gölü və Kuban çayı hövzələrində (Supsa çayından qərbdə) daha çoxdur.

Abşeron-Qobustan rayonu Qafqazın ən quraq hissəsidir. Çayların qar suları ilə qidalanması cüzidir, Sumqayıt və Ceyrankeçməzin axımının formalaşmasında isə qar suları ilə qidalanma demək olar ki, yoxdur. Bu çayların axımının 78-98%-ni yağış suları təşkil edir. Qrunt sularının payı isə 2-10%-dir. Burada çayların yeraltı sularla zəif qidalanması atmosfer yağıntılarının az, buxarlanmanın isə yüksək olması ilə əlaqədardır. Torpaq örtüyünün suyu zəif filtrasiya etməsi də çaylara yeraltı axımı azaldır. Bu rayonun çaylarında bütün il boyu az sayda qısamüddətli yağış daşqınları müşahidə olunur. Daşqından bir neçə gün sonra çay, adətən, quruyur. Çayın quruması növbəti axım əmələgətirən yağışa qədər davam edir. Bu səbəbdən, Abşeron-Qobustan rayonu çaylarında quruma hadisəsi ilin istənilən mövsümündə baş verir. Ceyrankeçməz-Sanqaçal və Sumqayıt-Pirəküşkül məntəqələrində qurumanın orta davamiyyəti, müvafiq olaraq 280 və 106 gün təşkil edir. Ən quraq illərdə bu çaylarda 209-259 gün ərzində axım olmur. Bu çayların ikisi də hər il quruyur. Yalnız çoxsulu 1963-cü ildə Sumqayıtçay (Pirəküşkül məntəqəsində) qurumamışdır. Qeyd olunan iki çaydan fərqli olaraq Ataçay Altıağac məntəqəsində yalnız bəzi illərdə quruyur. Bu çayın axımının formalaşma şəraiti nisbətən əlverişlidir: qar suları ilə qidalanma 10%, yeraltı suların payı isə 12% təşkil edir.

Lənkəran təbii vilayətində Burovar silsiləsindən axan quruyan çayların qidalanmasında qar suları çox cüzi iştirak edir, qrunt sularının payı isə 10-15%-dir. Bu çaylar iyul-avqust aylarında quruyur və yalnız ən quraq illərdə bu proses dekabr ayına qədər davam edir. Bu rayonda ilin soyuq aylarında gur yağışlar yağdığına görə, çaylarda quruma dövrü

Abşeron-Qobustan çaylarına nisbətən qısadır. Burada Viravulçaydan başqa qalan çaylar epizodik quruyur.

Burovar silsiləsindən axan çaylardan fərqli olaraq, Viləşçay və Lənkərançay hövzələri çaylarının qidalanmasında 6%-ə qədər qar suları da iştirak edir. İllik çay axımında qrunut sularının payı isə 27%-ə çatır. Buna görə də bu hövzələrdə yalnız kiçik çaylar və yalnız ən quraq illərdə quruyur.

Hövzənin orta hündürlüyü artdıqca çaylarda quruma hadisəsinin davamiyyəti azalır və bu, baxılan istiqamətdə ərazinin ümumi rütubətlənmə şəraitinin yaxşılaşması ilə izah olunur.

### Yoxlama suallar

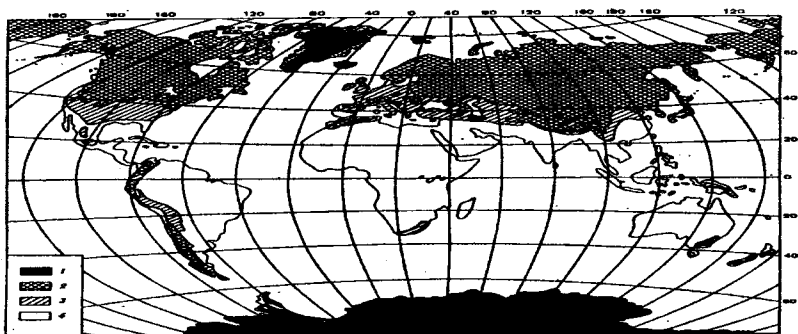
1. Azsulu dövrdə çay axımının əsas xarakteristikaları hansılardır?
2. Minimal axım anlayışı və onun xarakteristikalarının davamiyyəti.
3. Minimal axımın müxtəlif xarakteristikaları arasında əlaqələr.
4. Zəif axım və hidroloji quraqlıq anlayışları. Oxşar və fərqli cəhətləri.
5. Aralıq fazaların hidroqrafda seçilməsi.
6. Aralıq fazanın tipləri və zaman xarakteristikaları.
7. Dağ çaylarında aralıq faza axımının formalaşma xüsusiyyətləri.
8. Minimal axımın əsas fiziki-coğrafi amilləri.
9. Minimal axımın əmələ gəlməsində yeraltı suların rolu.
10. Karstın minimal axıma təsiri.
11. Minimal axımın yüksəklik qurşaqlarına görə dəyişməsi.
12. Çayların qurumasının səbəbləri.
13. Minimal axım haqqında məlumatların praktiki əhəmiyyəti.

## 7. GURSULULUQ DÖVRÜNÜN AXIMI

### 7.1. QAR ÖRTÜYÜ, ONUN ƏRİMƏSİ VƏ SU VERMƏSİ

Qarın əriməsi nəticəsində yaranan *gursululuq dövrü* geniş əraziləri əhatə edir. Düzən rayonlarda bu dövr, adətən yazda, dağlıq ərazilərdə isə yaz-yay mövsümündə müşahidə olunur. Ümumiyyətlə, gursululuq dövrü mülayim və yüksək enlik cayları üçün seçiyəvidir (Avrasiyanın şimalı, Kanada və s.). Dağ caylarının da əksəriyyətinin illik axımının çox hissəsi qar sularının payına düşür. Məsələn, ABŞ-ın qərbində Qayalı dağlardan mənbəyini götürən cayların qidasının 90%-nə qədəri qar sularından ibarətdir.

Mövcud məlumatlara görə, qar yer səthinə düşən atmosfer yağıntılarının təqribən 5%-ni təşkil edir. Planetimizdə *qar örtüyünün* qlobal paylanma sxemi şəkil 7.1-də göstərilmişdir.



ŞƏKİL 7.1. Qar örtüyünün qlobal paylanması [10] 1-daimi qar və buzlaqlar; 2-hər il müxtəlif müddət ərzində əmələ gələn dayanıqlı qar örtüyü; 3-demək olar ki, hər il müşahidə olunan dayanıqsız qar örtüyü; 4-qar örtüyü olmur.

Şəkildən görüldüyü kimi, mövsümi qarlar Avropada, Asiyada və Şimali Amerikada, xüsusilə geniş ərazi tutur.

Qar örtüyünün qalınlığı (hündürlüyü) onun səthindən torpaq-süxur təbəqəsinə qədər olan şaquli məsafədir. Lakin hidroloqları, çox zaman, qar örtüyünün hündürlüyü yox, onda olan su ehtiyatının miqdarı maraqlandırır. Bu isə təkcə qarın hündürlüyündən deyil, həm də onun sıxlığından asılıdır. Təzə qarın sıxlığı  $10 \text{ kq/m}^3$ -a yaxın olur. Qarın maksimal sıxlığı  $100 \text{ kq/m}^3$ , orta sıxlığı isə  $40 \text{ kq/m}^3$ -dur. Praktikada qar örtüyündə olan suyun miqdarı aşağıdakı düstura görə hesablanır:

$$H_w = \frac{H_{sm}}{H_{ss}} H_{ws}, \quad (7.1)$$

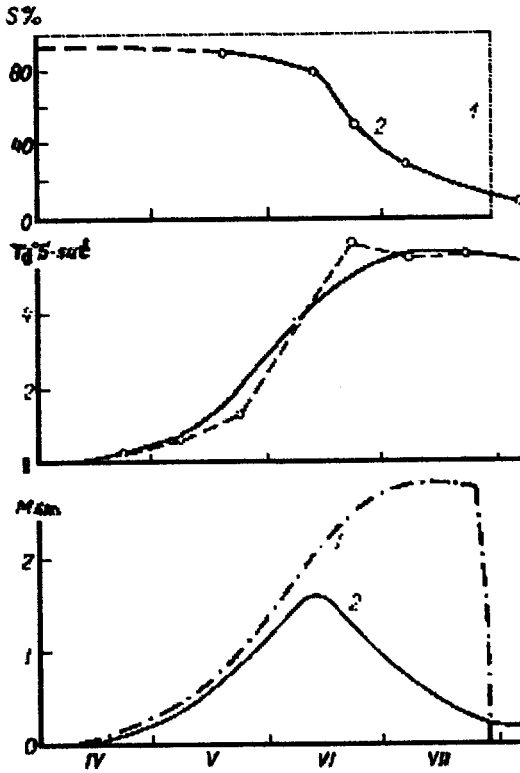
burada  $N_w$ -müşahidə aparılan yerdə qar örtüyünün su ehtiyatı, sm;  $H_{sm}$ -qar örtüyünün hündürlüyünün orta hesab qiyməti, sm;  $H_{ss}$ - marşrut və ya marşrutlar üzrə qar örtüyünün orta hündürlüyü, sm;  $H_{ws}$ -götürülmüş qar nümunəsində (sütununda) su ehtiyatı, sm.

Qar örtüyünün cəm su ehtiyatı *hidravliki yastığın* köməyi ilə də ölçülə bilər. O, antifrizlə doldurulmuş və diametri bir neçə metr olan yastı silindrik təbəqədir. Yastığın üzərindəki qarın çəkisinin təsiri altında antifrizdə təzyiq artır və bu təzyiq ölçülür.

Çay hövzəsində qar örtüyünün orta hündürlüyündən başqa, onun ərazi üzrə paylanma qanunauyğunluqlarını da bilmək vacibdir. Qar örtüyünün mövsümi xarakter daşdığı rayonlarda, qısa müddət ərzində hövzənin qarla örtülülük dərəcəsi 100%-dən sıfıra qədər dəyişə bilər. Aydın ki, qar örtüyünün əriməsi nəticəsində əmələ gələn su layı onun tutduğu ərazidən asılıdır.

Şəkil 7.2-də lizimetrdə və kiçik dağ çayı hövzəsində səthin qarla örtülülük dərəcəsinin ərinti sularının əmələ gəlməsinə təsiri göstərilmişdir. Qarın bütün ərimə müddətində (aprel-iyul) lizimetrin səthinin hər yerində qar örtüyü müşahidə olunur (100%). O, yalnız axır bir neçə gün yoxdur (qar əriyib qurtarmışdır). Əgər qar örtüyünün hər bir gün ərzində əriyən hissəsinin havanın temperaturuna mütənəssib

olduğunu qəbul etsək, onda lizimetrin səthindən daxil olan axımın rejimi temperaturun gedişinə uyğun olar.



ŞƏKİL 7.2

Səth qarla örtülük dərəcəsinin lizimetdə (1) və dağ çayı hövzəsində (2) ərinti sularının əmələ gəlməsinə təsiri [10].

Dağ çayının hövzəsində isə qar əriməyə başlayan gündən qar örtüyünün sahəsi tədricən azalır. Buna görə də axımın dinamikası burada bir qədər başqadır və temperatur maksimum qiymətinə çatmamış, artıq axım azalmağa başlayır.

*Qar örtüyünün tükənmə əyrisi* aşağıdakı tənliklə approksimasiya oluna bilər:

$$S = \frac{100}{1 + e^{b(t_{50}-t)}}, \quad (7.2)$$

burada  $S$ -суюплајычынын сәтһинин гарла өртүлүлүк дәрәчәси, %;  $t_{50}-S=50\%$  олдугда заман;  $t$ -ixtiyari andan hesablanan заман;  $b$ -әmsal;  $e$ -natural loqarifmin әsasi.

Yaz gursululuq dövrü axımın әmәlә gәlmәsi qışın axırında hövzәdәki qar örtüyündә olan su ehtiyatlarından və yaz mövsümündә qarın әrimә intensivliyinin gedişindən asılıdır. İkinci amil gursululuq dövrünün maksimsal su sәrf-lәrinә daha böyük тәsir göstәrir. Qarın әrimәsi çox mürәkkәb prosesdir və çoxsaylı meteoroloji, һәм dә hövzә sәthinin amillәrindән asılıdır. *Qar örtüyünün әrimә prosesinin әsas kәmiyyәt göstәricilәri onun intensivliyi və davamiyyәtidir.*

Yazda qarın әrimә prosesini üç sәciyyәvi dövrә bölmәk olar:

- 1) başlangıç (qar bütöv örtük әmәlә gәtirir);
- 2) qar örtüyünün әsas hissәsinin әridiyi dövr (qar lәkәlәр şәklindәdir);
- 3) qarın әrimәsinin sonu (qalan qar lәkәlәri әriyir).

Bu üç dövrün һәр birinin özünәmәxsus xüsusiyyәtlәri var və onlar yaz gursululuğunun elementlәрinin formalaş-masına müxtәlif тәsir göstәrir.

Birinci dövrдә qar örtüyü әrinti sularını pәrdәli və ka-pilyar su şәklindә müvәqqәti olaraq özündә saxlayır. Xırda-dәнәli qarın susaxlama qabiliyyәti 40%, iridәнәlininki isә 20%-dir.

*Qarın susaxlama qabiliyyәti* onda olan su ehtiyatının artıq hansı hissәsinin әridiyini sәciyyәlәndirir:

$$\alpha = \frac{h_m}{h} \times 100\%, \quad (7.3)$$

burada  $\alpha$ -qarın susaxlama qabiliyyəti əmsalı;  $h_m$ -baxılan qar həcmində ərimə nəticəsində əmələ gəlmiş suyun miqdarı;  $h$ -baxılan qar həcmində ümumi su ehtiyatının miqdarı.

Qarın əriməsinin birinci dövrü üçün  $\alpha=30\%$ , yəni bu dövrdə qar örtüyünün təqribən  $30\%$ -i əriyir. Birinci dövrdə su qar örtüyünün aşağı hissəsində yığılır və suvermə müşahidə olunmur. Ərinti suları torpağın səthinə çatmadığından, bu dövr yaz gursululuq prosesində əhəmiyyətli rol oynamır.

İkinci dövrdə artıq qar örtüyü su verməyə başlayır. Getdikcə qardan azad olan sahələr böyüyür. Qar örtüyünün daha  $50\%$ -i əriyir, lakin cəm suvermə  $80\%$  təşkil edir, çünki birinci dövrdə yaranmış ərinti suları da ( $30\%$ ) axıma çevrilir. Beləliklə, bu dövrün çox hissəsində qarın suvermə intensivliyi, onun ərimə intensivliyindən yüksəkdir. Gursululuq dövrünün axımının əsas hissəsi və maksimal su səfləri bu dövrdə formalaşır.

Üçüncü dövrdə qar örtüyünün qalan  $20\%$ -i də əriyir. Lakin bu ərinti suları maksimal su səflərinin formalaşmasında iştirak etmir, yalnız gursululuq dövrünün davamiyyətini və axımının həcmi artırır.

Qarın ərimə müddətində yağan yağışlar da bu prosesə təsir göstərir. Əgər qar örtüyünün səthinə düşən yağış sularının temperaturu aşağıdırsa, onda onların gətirdiyi istilik də azdır və bu, nəzərə alınmaya bilər. Lakin temperaturun nisbətən böyük qiymətlərində yağışın rolu nəzərə alınmalıdır. ABŞ-da bu məqsədlə aşağıdakı empirik düsturdan istifadə olunur:

$$h_s = 0,007 P_s (T_{dh} - 32), \quad (7.4)$$

burada  $h_s$ -ərinti sularının sutkalıq layı, düym;  $p_s$ -sutka ərzində yağış layı, düym;  $T_{dh}-10$  fut hündürlükdə ölçülmüş doymuş havanın orta sutkalıq temperaturu ( $^{\circ}\text{F}$ )-farongeyit.

Qarın suverməsi dedikdə ərinti sularının torpağın səthinə çatması başa düşülür. Bu andan başlayaraq torpağın

səthində axım müşahidə oluna bilər. Xortonun fikrincə, ərinti suları torpağın səthinə çatdıqda üç hal yaranabilir

Birinci halda *qarın orta ərimə intensivliyi* torpağın infiltrasiya qabiliyyətinə nisbətən azdır. Bundan başqa, torpaqda aşağı yönəlmiş kapilyar qüvvələr və ağırlıq qüvvəsi birlikdə, qarda suyu saxlayan qüvvələrdən üstündür. Ərinti suları bilavasitə torpağa daxil olur. Torpağın səthində su ilə doymuş qar təbəqəsi yaranmır.

İkinci halda da, torpağın infiltrasiya qabiliyyəti qarın orta ərimə intensivliyindən yüksəkdir, lakin qarın cəm kapilyar qüvvələri torpağın kapilyar qüvvələri ilə ağırlıq qüvvəsinin birgə təsirindən üstündür. Qar örtüyünün torpağa yaxın aşağı hissəsində kapilyar su yığılır. Bu proses, yuxarı və aşağı yönəlmiş qüvvələr bir-birini tarazlaşdırana qədər davam edir. Nəticədə su ilə doymuş qar təbəqəsi əmələ gəlir.

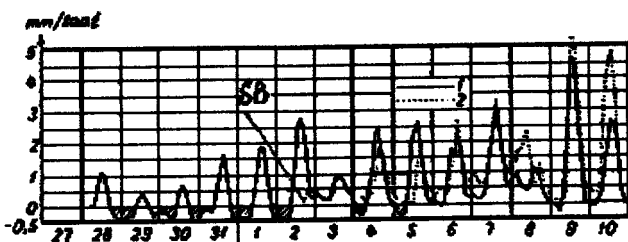
Bu təbəqəyə daxil olan ərinti suları infiltrasiyaya sərf olunur.

Üçüncü hal qarın ərimə intensivliyi torpağın infiltrasiya qabiliyyətindən yüksək olduqda müşahidə edilir. Yəni də su ilə doymuş qar təbəqəsi əmələ gəlir və buradan torpağın infiltrasiya qabiliyyətinə müvafiq miqdarda su torpağa süzülür. İfiltrasiya olunmağa macal tapmayan sular isə yer səthinin meyilliyinə uyğun istiqamətdə səth axımı yaradır. Əgər isti hava şəraiti dəyişmirsə, ərimə prosesi qar örtüyü tam yox olunca davam edir.

Şəkil 7.3-də Valdai hidroloji stansiyasında qarın ərimə və suvermə intensivliyinin gedişi göstərilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, qar əriməyə başladıqdan sonra təqribən ilk 5 gün ərzində suvermə müşahidə olunmamışdır. Suvermə başladıqdan sonra da bir neçə gün qarın ərimə intensivliyi suvermə intensivliyindən böyükdür. Lakin aprel ayının 6-dan başlayaraq, artıq əks nisbət müşahidə olunur. Axırıncı gün isə suvermə intensivliyi ərimə intensivliyindən təqribən iki dəfə çoxdur.



Oxşar nəticələr başlanğıclarını Alp dağlarından götürən Dışma və Modri-Dyul (İsveçrədə) çaylarının hövzələrində aparılan eksperimental tədqiqatlar zamanı da alınmışdır.



ŞƏKİL 7.3. Qarın ərimə (1) və suvermə (2) intensivliklərinin gedişi [23] SB-suvermənin başlanğıcı.

Bu kiçik dağ çaylarının axımının və rejiminin formalaşmasında mövsümi qarların ərinti suları böyük rol oynayır. Cədvəl 7.1-də hər iki representativ çay hövzəsinin xarakteristikaları verilmişdir.

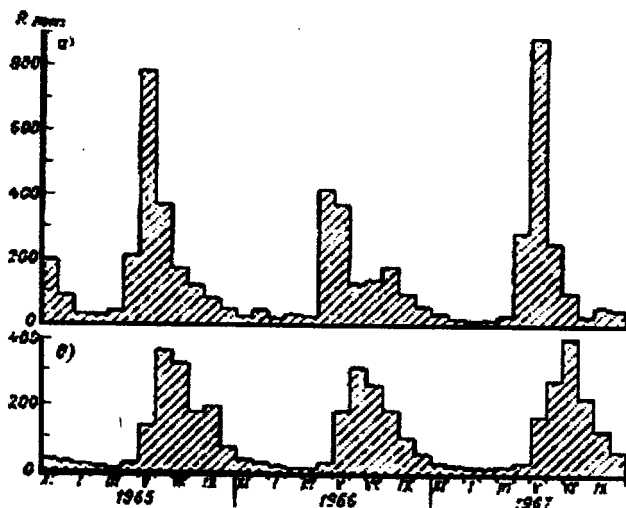
Cədvəl 7.1

### ÇAY HÖVZƏLƏRİNİN XARAKTERİSTİKALARI [10]

Hövzə	Koordinatlar	F, km <sup>2</sup>	Mütləq hündür. diapozon u, m	Orta meylik
Modri-Dyul	15°43ş.u.,50°43 ş.e.	2,65	1000-1054	0,32
Dışma	9°53ş.u.,46°47ş.e.	43,3	1668-3146	0,56

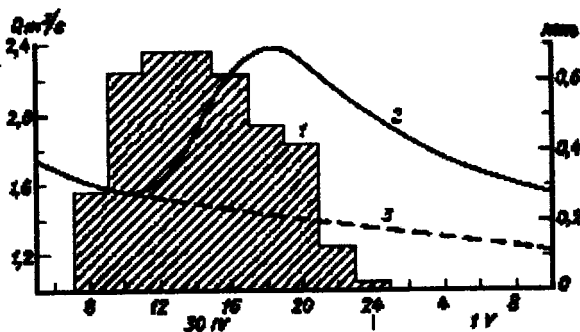
Şəkil 7.4-də hər iki çay üçün axımın il ərzində paylanma sxemləri göstərilmişdir. Bu şəkildən görünür ki, Modri-Dyul çayı hövzəsində qar örtüyü Dışma çayı hövzəsi ilə müqayisədə daha tez əriyir. Bu onunla izah olunur ki, Modri-Dyul çayının həm hövzəsinin sahəsi, həm hövzəsinin

orta hündürlüyü, həm də hövzədə hündürlüklərin dəyişmə diapozonu nisbətən kiçikdir.



ŞƏKİL 7.4. Kiçik dağ çaylarının axımının il ərzində paylanması [10].  
a-Modri-Dyul çayı; v-Dışma çayı.

Şəkil 7.5-də Dışma hövzəsində qarın əriməsinin çay axımına transformasiyası göstərilmişdir. Bu şəkildən görüldüyü kimi, çayda su sərfinin ən böyük qiyməti qarın ərimə intensivliyi maksimal qiymətini aldıqdan 6-7 saat sonra müşahidə olunur.



ŞƏKİL 7.5. Dışma çayı hövzəsində qarın əriməsinin çay axımına transformasiyası [10]. 1-qarın əriməsi nəticəsində əmələ gələn su layı; 2-hidroqraf; 3-bazis axımının tükənmə əyrisi.

{ Qeyd etmək lazımdır ki, çöl zonası və dağlıq rayonların çay hövzələrindən məcraya daxil olan ərinti sularının kəmiyyəti qiymətləndirildikdə küləyin yarğanlara, qobulara, dərələrə və başqa mənfi relyef formalarına sovurub gətirdiyi əlavə qar həcmliəri də nəzərə alınmalıdır. Belə qalın qar örtüyü qısa müddət ərzində əridikdə yüksək daşqın dalğaları və su səfləri müşahidə olunur. }

{ Qarın ərimə və suvermə intensivliyini hesablamaq üçün müxtəlif üsullar var. Lakin bu məsələlər hidrofiziki tədqiqatların obyektidir və buna görə də "Hidrofizika" və "Ümumi hidrologiya" kurslarında tədris edilirlər.

## 7.2. HÖVZƏ SƏTHİ AMİLLƏRİNİN GURSULULUQ AXIMINA TƏSİRİ

Hövzənin səth amilləri sutoplayıcıda qarın paylanmasına, onun səthində ərinti sularının akumulyasiyasına, bu suların infiltrasiyasına, yamaclarda və məcrada qaçış müddətinə təsir göstərir.

Qar örtüyünün paylanmasında və ərimə prosesində *relyef* böyük rol oynayır. Çöl zonasında və dağlıq rayonlarda

qar örtüyü çox qeyri-bərabər paylanır: ən az qar örtüyü suayırıcı hissədə və yamaclarda, ən çox isə yarıqlarda, qobularda və dərələrdə formalaşır. Lakin səthində müxtəlif ölçülü çökəkliklər olan yastı relyefli sutoplayıcılarda ərinti sularının böyük hissəsi yığılır və məcraya çatmır.

Hövzənin müxtəlif *ekspozisiyalı* yamaclarında qar eyni vaxtda ərimir. Cənub yamaclar şimal yamaclara nisbətən qar örtüyündən daha tez azad olur. Beləliklə, yamacların ekspozisiyası nə qədər müxtəlif və sutoplayıcının səthi nə qədər çox parçalanmış olarsa, qarın ərimə müddəti bir o qədər çox çəkir.

Gursululuq axımının əmələ gəlməsinə *göllər və bataqlıqlar* böyük təsir göstərir. Onlar maksimal axımın başlıca akumuliyatorlarıdır. Buna görə də sutoplayıcılarında göl və bataqlıqlar olan çayların maksimal axımı azalır, gursululuğun davamiyyəti isə artır. Maksimal axımın modulunun azalması xüsusi əmsalların vasitəsilə nəzərə alınır. Bu əmsalları hesablamaq üçün müxtəlif empirik düsturlar var. Onlardan birini G.A.Alekseyev təklif etmişdir:

$$\delta_1 = (1 - f_{\text{göl}})/(1 + 25f_{\text{göl}}), \quad (7.5)$$

burada  $\delta_1$ -göllərin maksimal axım moduluna təsirini nəzərə alan əmsal;  $f_{\text{göl}}$ -*göllük əmsalı*.

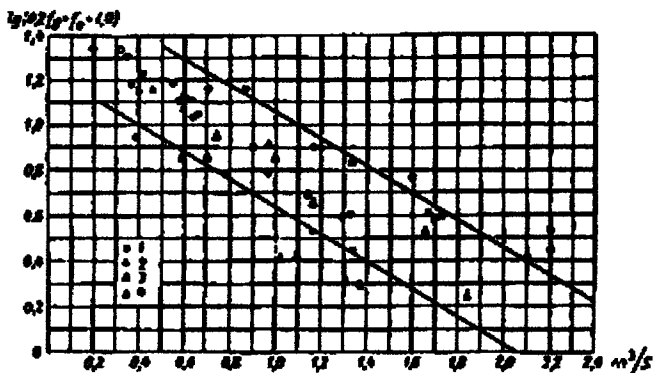
Bataqlıqların maksimal axıma təsiri, adətən, göllərin və ya meşələrin təsiri ilə birlikdə nəzərə alınır. Bu məqsədlə D.L.Sokolovski aşağıdakı düsturu təklif etmişdir:

$$\delta_1 = 1,0 - k \lg(f_{\text{göl}+0,20} f_{\text{bat}+1}). \quad (7.6)$$

Bu düsturda  $k$  əmsalı, gölün sutoplayıcıda mövqeyindən asılı olaraq 0,7-0,9 arasında dəyişir və göl müşahidə məntəqəsinə yaxın yerləşdikdə onun qiyməti daha böyük olur.

Düstur (7.6)-dan görünür ki, gursululuq axımının maksimal qiymətinə bataqlıqların təsiri göllərə nisbətən 5 dəfə azdır. Bu onların tənzimləyici prizmalarının həcmnin kiçikliyi ilə izah olunur.

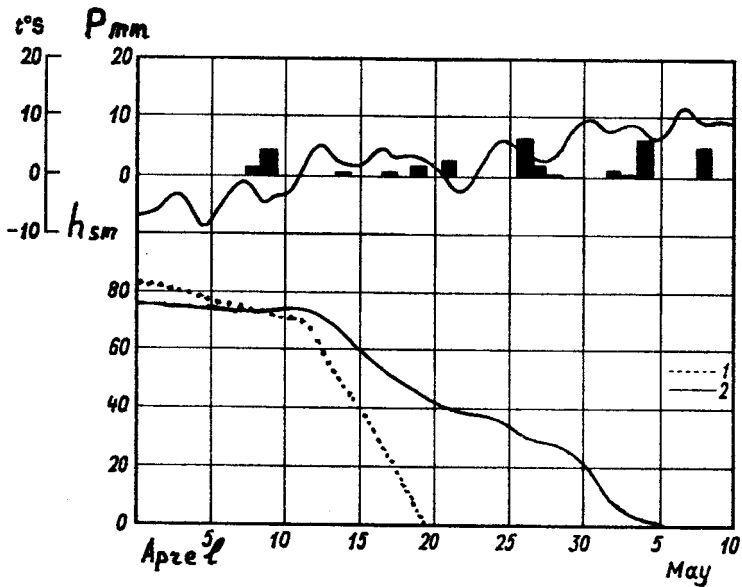
Düstur (7.6) şəkil 7.6-da göstərilmiş əlaqə qrafikinə görə alınmışdır.



ŞƏKİL 7.6. Yaz kursululuq dövrünün 1% təminatlı maksimal su sərfələrinin azalmasına göl və bataqlıqların təsiri [23]. 1-Leninqrad vilayəti; 2-Kareliya; 3- Belorusiya; 4-Yuxarı Volqa.

*Meşə* də maksimal axımın modulunu azaldır. Bu, torpaq-süxur qatında ərinti sularının akumulyasiyası və qarın ərime müddətinin uzanması ilə izah olunur. Meşədə, xüsusilə, iynəyarpaqlı meşədə ağacların çətirləri kölgə əmələ gətirdiyindən və havanın turbulentiyyəti azaldığından qar açıq sahələrə nisbətən gec əriyir. Meşə zonasının qrunut suları dərinədə yerləşən rayonlarında suyu yaxşı keçirən meşə torpaqları səth axımının torpaq daxili və yeraltı axıma çevrilməsi üçün əlverişli şərait yaradır.

Meşədə qarın açıq ərazilərə nisbətən gec ərimeəsi şəkil 7.7-də aydın görünür.



ŞƏKİL 7.7. Meşə qırılmış sahədə (1) və iynəyarpaqlı meşədə (2) qarın əriməsinin gedişi [9].  
 R-yağıntılar; t-havanın temperaturu; h-qar örtünün hündürlüyü.

Meşə, göl və bataqlıqların birgə təsiri aşağıdakı düsturla nəzərə alın bilər:

$$\delta = 1 - 0,6 \lg(f_{\text{göl}} + 0,2f_{\text{bat}} + 0,05_{\text{meşə}} + 1). \quad (7.7)$$

Bu düsturdan görüldüyü kimi, gursululuq axımının maksimal su sərfələrinə göllərin təsiri ən böyük, meşələriniki isə ən azdır.

Yaz gursululuq axımının formalaşmasına hövzənin torpaq-qrunt təbəqəsi, xüsusilə, karst əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. Ərinti sularının bir hissəsi bu təbəqədə akumulasiya olunur və gursululuq fazasında torpaq daxili axım formasında çayları qidalandırır. Meşə zonasında gursululuq

axımının 40 %-dən çoxu torpaq-qrunt təbəqəsində əmələ gəlir.

Karstlaşan süxurlar, adətən, suyu udaraq maksimal axımı azaldır. Kiçik çay hövzələrinə qonşu hövzələrdən yeraltı yolla əlavə qida daxil ola bilər. Karst süxurları hövzənin bütün səthində yayıldıqda maksimal axım 40%, hövzənin təxminən yarısında yayıldıqda isə 10-20% azalır.

Yaz gursululuq axımının amilləri arasında ərinti sularının *axın sürətini* və *qaçış müddətini*, *sutoplayıcının ölçülərini* və *formasını* da qeyd etmək lazımdır.

Sutoplayıcının ölçüləri, forması və parçalanma dərəcəsi ərinti sularının axın sürətinə və qaçış müddətinə, həmçinin gursululuğun ümumi davamiyyətinə və hidroqrafının formasına təsir göstərir. Sutoplayıcının sahəsi və parçalanma dərəcəsi böyüdükcə qaçış müddəti artır. Bu isə gursululuq dövrünün uzanması və maksimal su sərfələrinin azalması ilə nəticələnir.

*Hövzə qaçış müddəti yamac və məcra qaçış müddətlərinin cəmi kimi təyin olunur:*

$$\tau_h = \tau_y + \tau_m = \left( \frac{l_y}{V_y} + \frac{l_m}{V_m} \right) \times k. \quad (7.8)$$

burada  $\tau_h$ ,  $\tau_y$ ,  $\tau_m$ -müvafiq olaraq, hövzə, yamac və məcra qaçış müddətləridir;  $l_y$  və  $l_m$  müvafiq olaraq yamac və məcranın uzunluğudur;  $V_y$  və  $V_m$  -müvafiq olaraq, yamacda və məcrada suyun hərəkət sürətidir;  $k$ -mütənəsiblik əmsalındır və düstura daxil olan parametrlərin ölçü vahidlərindən asılıdır ( $\tau$  dəqiqə ilə ifadə olunduqda  $k=16,67$ , saatla- $k=0,28$ , sutka ilə- $k=0,0116$ ).

Qarın əriməsinin birinci mərhələsində yamacdakı qarın altında suyun hərəkət sürəti çox zəifdir (0,001-0,005m/s). Lakin ikinci mərhələdə bu sürətlər 0,1-0,2m/s-yəyə, üçüncü mərhələdə isə 0,5 m/s-yəyə qədər böyüyür.

Qarın ərıməsinin birinçi mərhələsində yamaçdakı qarın altında suyun hərəkət sürəti çox zəifdir (0,001-0,005m/s). Lakin ikinci mərhələdə bu sürətlər 0,1-0,2m/s-yəyə, üçüncü mərhələdə isə 0,5 m/s-yəyə qədər böyüyür.

Qarın ərıməsinin başlanğıcında məçrada da axının sürəti kicikdir, lakin sonra bu sürətlər 0,5-1,0 m/s -yəyə qədər artır.

Böyük cay hövzələrində yamaç qacış müddəti məçra qacış müddəti ilə müqayisədə çox kicikdir. Meşə zonasında kicik və orta cayların hövzələrində yamaç qacış müddəti yamaçın uzunluğundan asılı olaraq 20-40 saatdan ( $l_u = 200-400m$ ) 3-4 günə qədər ( $l_u = 1 km$ ) dəyişir.

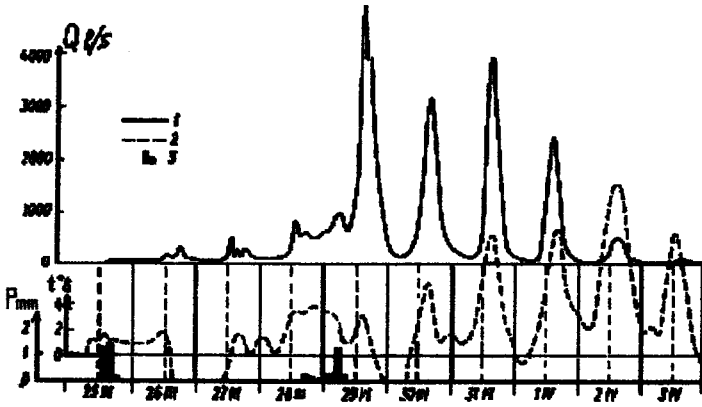
Yamaçların və məçranın meyल्ली axınların sürətinə və qacış müddətinə böyük təsir göstərir. Buna görə də sürət hesablandıqda meyellik nəzərə alınır, məsələn, *Şezi-Manning düsturunda* olduğu kimi:

$$V = \frac{1}{n} \cdot h_{or}^{0.67} \cdot I^{0.5}, \quad (7.9)$$

burada  $h_{or}$ -məçranın orta dərinliyi və ya yamaçda su layının hündürlüyü;  $n$ - kələkötürlük əmsalı;  $I$ - yamaçın və ya məçranın meyल्ली.

Kicik cay hövzələrində gursululuq bir necə sutkalıq dalğa şəklində keçir (şəkil 7.8). Qarın ərımə və suvermə intensivliyinin gedişi, adətən, sutkadaxili tərəddüdlərlə səçiyələnir. Su səřflərinin maksimumu saat 14 radələrində və ya sutka ərzində hava temperaturunun ən yüksək qiyməti müşahidə olunduqdan 1-2 saat sonra keçir. Belə kicik caylarda ən kicik su səřfləri geçə və ya səher tezdən müşahidə olunur. Səviyyənin qalxması və axının arması təqribən saat 10-da başlayır.





ŞƏKİL 7.8. Dubovskaya stansiyasının Qabunka qobusunda yaz kursululuq dövründə axımın (1), havanın temperaturunun (2) və yağıntılardan (3) gedişi [9].

İri çaylarda qaçış müddəti böyük (1 sutkadan çox) olduğuna görə sutkalıq piklər hamarlanır və gursululuq dalğasının qalxma və enmə fazalarında su sərfləri tədricən dəyişir.

### 7.3. AXIM İTKİSİ

Gursululuq axımı formalaşanda *ərinti sularının itkisini* müəyyən edən amillər mühüm rol oynayır. Onlar həm iqlim şəraitindən, həm də hövzənin səth amillərindən asılıdır. Ərinti sularının əsas itkiləri infiltrasiya, buxarlanma və səthi saxlamadır (*akumulyasiya*). İnfiltrasiya ilə əlaqədar itkilər torpaq-qrunt təbəqəsinin yazqabağı nəmliyindən və onların qış ərzində donmasından asılıdır. Torpağın nəmliyi nə qədər çox olarsa və o, nə qədər böyük dərinliyə qədər donarsa, onun sukeçirməsi mexaniki tərkibdən asılı olmayaraq, bir o qədər zəif olar. Bu halda axım əmsalı vahidə yaxınlaşır. Lakin payız mövsümü quraq keçdikdə və torpaq zəif donduqda axım əmsalı 0,1-ə qədər azalır.

Torpaq-qrunt təbəqəsinin temperaturu çox aşağı olduqda, infiltrasiya olunmuş su iri məsamələrdə donur və torpağın sukeçirmə qabiliyyəti azalır. Sukeçirən məsamələrin hamısında su donduqda filtrasiya baş vermir və sukeçirməyən lay yaranır. Bu, axım əmsalını artırır. Belə sukeçirməyən lay yer səthinə yaxın dərinliklərdə və əsasən, gillicələrdə əmələ gəlir. Qumlu torpaqlar üçün belə layın yaranması səciyyəvi deyildir. Sukeçirməyən layın əmələ gəlməsinin mümkünlüyü torpağın temperatur və nəmlik profillərinin təhlili əsasında müəyyən olunur.

Torpağın yazqabağı nəmlik dərəcəsi bütün çay hövzələrində axım itkisi qiymətləndirildikdə nəzərə alınmalıdır. Lakin meşəli çay hövzələrində torpağın donma dərinliyinin təsiri nəzərə alınmaya bilər. Belə hövzələrdə axım itkisi başlıca olaraq torpağın rütubət çatışmazlığından asılıdır.

Qar əriməyə başladıqdan sonra onun səthindən buxarlanmaya sərf olunan itkilər kəskin artır. Buxarlanma cənub rayonlarda daha böyük əhəmiyyət kəsb edir, çünki orada radiasion qarərimə üstünlük təşkil edir. Lakin buxarlanmaya sərf olunan itkini təyin etdikdə, kondensasiya prosesi nəticəsində əmələ gələn rütubətin miqdarı da nəzərə alınmalıdır.

#### 7.4. MAKSİMAL AXIMIN FORMALAŞMASININ GENETİK NƏZƏRİYYƏSİ

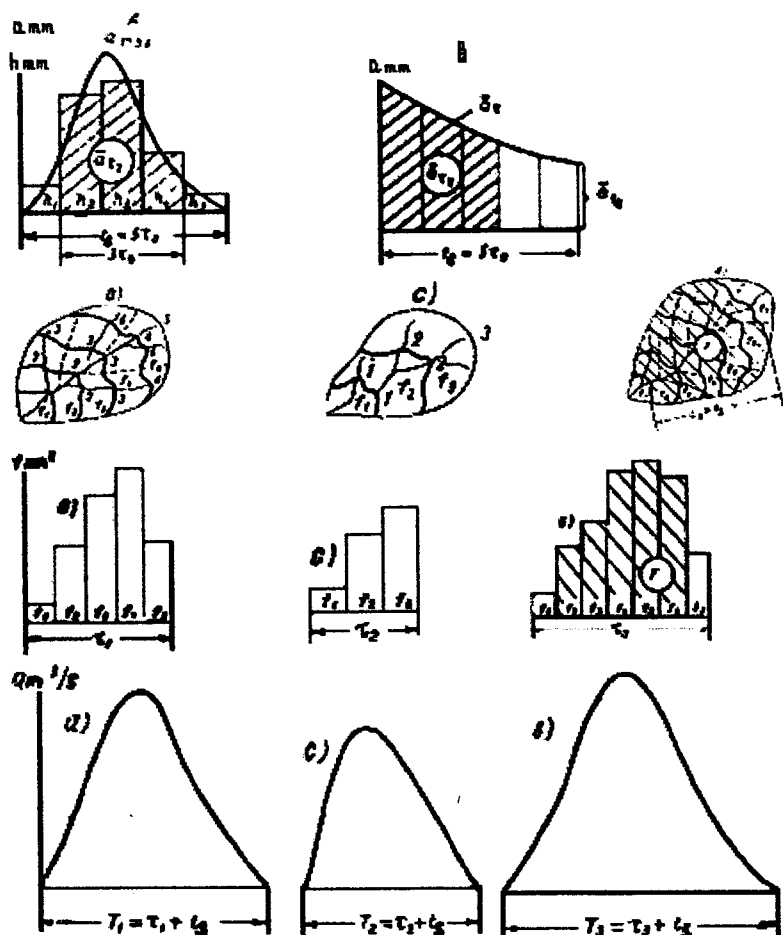
Yaz gursululuğu və yağış daşqınlarının maksimal axımını hesablamaq üçün istifadə olunan düsturların əksəriyyəti səth axımının formalaşmasının genetik nəzəriyyəsinə və axımın genetik formulasına əsaslanır. Genetik nəzəriyyə çay sutoplayıcısında səth axımı əmələ gələrkən yaranan səbəb-nəticə əlaqələrini əks etdirir. O, qarın əriməsi və ya yağışın yağması nəticəsində sutoplayıcıdan suvermənin gedişini, çay hövzəsinin bəzi fərdi xüsusiyyətlərini nəzərə almağa və bunların nəticəsində gursululuq və ya daşqının sxematik hidroqrafını tərtib etməyə imkan verir.

*Maksimal axının formalaşmasının genetik nəzəriyyəsi* ilk dəfə N.Y.Dolqov tərəfindən 1916-cı ildə təklif olunmuşdur.

Yaz gursululuğu və yağış daşqınları ərinti və yağış sularının sutoplayıcının yamacları ilə axması, onların hidroqrafiki şəbəkəyə gəlib çatması və qapayıcı məntəqədə elementar su sərfələrinin cəmlənməsi nəticəsində formalaşır. Buna görə də gursululuq və daşqınların əmələgəlmə sxeminin əsasını suyun qapayıcı məntəqəyə qədər qaçış müddətinin nəzərə alınması təşkil edir. Sutoplayıcıda suyun əmələgəlmə intensivliyi (qarın əriməsi və ya yağışın yağması) zamana görə sabit qəbul olunur.

Sutoplayıcının səthində formalaşan suyun qapayıcı məntəqəyə qədər qaçış müddəti ( $\tau$ ) onun yamaclarda və məcrada keçdiyi yolun uzunluğundan ( $l$ ) və axının sürətindən ( $v$ ) asılıdır. Beləliklə,  $\tau = l/v$ .

Qaçış müddətinin ( $\tau$ ) davamiyyətindən asılı olaraq, hesablama zaman intervalı  $\tau_0$  təyin olunur. Bu zaman intervalı 10, 20, 30, 60 dəq, 2 saat və s. bir necə mislinə bərabər olur. Adətən,  $\tau/\tau_0$  nisbəti 10-20 arasında dəyişir. Sonra suyun  $\tau_0$  zaman intervalı ərzində keçdiyi çay uzunluğu hesablanır, yəni  $l_0 = v\tau_0$ . Sutoplayıcının planında qapayıcı məntəqədən başlayaraq hidroqrafik şəbəkə boyu və yamaclarda  $l_0$  məsafələri qeyd edilir. Beləliklə, sutoplayıcıda qapayıcı məntəqədən qaçış müddətinə görə eyni məsafədə yerləşmiş nöqtələr sistemi alınır. Bu nöqtələr əyri xətlə birləşdirilir və alınan xətlər *izoxronlar* adlanır. İzoxronlar sutoplayıcını bir neçə ( $\tau/\tau_0$ ) hissəyə bölür. Qonşu izoxronlar arasında məsafə  $l_0$ -dir. İzoxronları keçirdikdə belə hesab olunur ki, su yamaclardan ən yaxın məcraya relyefin horizontallarına perpendikulyar istiqamətdə daxil olur. Buna görə də *изохронларын* istiqaməti, ümumi halda, horizontalların istiqamətinə uyğun gələcək (şəkil 7.9).



ŞƏKİL 7.9. Qaçış müddəti və suvüermənin davamiyyətinin müxtəlif nisbətlərində daşqının ömələgəlmə sxemi [9].

A-yağıntıların gedişi; B- $a_{\max \tau} = \Psi(\tau)$  asılılığı; S-müxtəlif sahəli çay hövzələri (a,s,b) və izoxronlar; E-vahid axım sahələrinin paylanma qrafikləri (a,s,b); D-hesablanmış daşqın hidroqrafları (a,s,b); I-yağıntıların fəal hissəsi  $a_{\max \tau} = \Psi(\tau)$  ( $\tau < t_0$  olduqda); II-fəal sahə (F) ( $\tau < t_0$  olduqda).

Beləliklə, genetik nəzəriyyəyə görə daşqın əmələ gəldikdə sutoplayıcının müxtəlif hissələrində formalaşan elementar su həcmələri (sərfələri) cəmlənir və qapayıcı mövqeyə doğru hərəkət edir. Əgər daşqının formalaşma prosesinə mərhələ-mərhələ baxılırsa, axımın genetik nəzəriyyəsini riyazi formada ifadə etmək olar. Qar əridikdə və ya yağış yağdıqda əvvəlcə sutoplayıcının səthi islanır, sonra isə axım başlayır. Axım başladıqdan sonra birinci hesablama zaman intervalında qapayıcı mövqedə ən yaxın meydançadan (hövzə hissəsindən) axım müşahidə olunur və elementar su sərfi aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$Q_1 = h_1 f_1.$$

Eyni vaxtda hər bir meydançada elementar su sərfi əmələ gələcək. İkinci zaman intervalının sonunda müşahidə məntəqəsinə həm birinci və həm də ikinci meydançadan su gəlib çatacaq:

$$Q_2 = h_1 f_2 + h_2 f_1.$$

Lakin yuxarıda qeyd olunduğu kimi, maksimal axımın formalaşmasının baxılan sxemində yağışın yağma intensivliyi zamana görə dəyişməz (sabit) qəbul edilir. Buna görə də  $h_1 = h_2 = \dots$ , və  $Q_2 = h(f_1 + f_2)$ . Üçüncü zaman intervalının axırında:

$$Q_3 = h \sum_1^3 f_i$$

və ümumi halda:

$$Q_i = h \sum_1^i f_i \quad \text{və} \quad \text{ja} \quad Q_i = \tau \int_0^{\tau} h \frac{\partial f}{\partial \tau} d\tau, \quad (7.10)$$

burada  $Q_i$ -daşqın və ya gursululuq başlanandan zaman anında su sərfiləri;  $h$ -i-zaman anında yamac axımının layı;  $\tau$ -qaçış müddəti;  $f$ -qonşu izoxronlar arasında sahə.

Tənlik (7.10) *axımın genetik formulu* adlanır və adətən səth axımının formalaşma prosesinin nəzəri təhlilində istifadə olunur. Bu onun praktiki tətbiqinin və vahid axım layının (modulunun) təyininin mürəkkəbliyi ilə əlaqədardır. Təbii çay sutoplayıcılarında axımın bir hissəsi müxtəlif növ itkilərə sərf olunur və buna görə də tənlik (7.10) aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$Q_i = \int_0^i (x - p) \frac{\partial f}{\partial t} dt, \quad (7.11)$$

burada  $x$ - $t$  zamanı ərzində yağış və ya ərinti sularının layı;  $r$ -həmin zamanda axım itkisi.

Hər iki tənliyə (7.10 və 7.11) dəyişən kəmiyyətlər və bir-biri ilə əlaqəli parametrlər daxildir. Bunlar isə təbii çay sutoplayıcısı üçün qeyri-müəyyən funksiyalardır. Buna görə də bu tənlikləri müəyyən sadələşmələrsiz həll etmək qeyri-mümkündür. Əgər yağış zamanı əmələ gələn suyun hərəkət sürəti bütün daşqın üçün sabit, sutoplayıcının müxtəlif hissələri üçün eyni qəbul edilərsə və axım itkisi nəzərə alınarsa, onda axımın genetik formulu aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$Q_i = h_1 f_1 + h_2 f_{i-1} + h_2 f_{i-1} + \dots + h_i f_1. \quad (7.12)$$

Axımın genetik formulu (7.12) daşqının məcrada hərəkəti zamanı yastılaşmasını və ona məcrə şəbəkəsinin tənzimləyici rolunu nəzərə almır. Kiçik çayların məcrə şəbəkəsi zəif olduğuna görə daşqın az yastılanır. Bu səbəbdən, axımın genetik formulu praktikada kiçik çaylar üçün daha yaxşı nəticələr verir.

Daşqın və ya gursululuğun formalaşması öyrənildikdə qaçış müddəti ( $\tau$ ) ilə suvermənin davamiyyətinin ( $t_s$ ) nisbətindən asılı olaraq üç hala baxılır:

1. Qaçış müddəti və suvermənin davamiyyəti (yağışın yağma və ya qarın ərimə davamiyyəti) bir-birinə bərabərdir, yəni  $\tau = t_s$ ;

2. Qaçış müddəti suvermənin davamiyyətindən böyükdür, yəni  $\tau > t_s$ . Bu, kifayət qədər böyük sutoplayıcılar üçün səciyyəvidir;

3. Qaçış müddəti suvermənin davamiyyətindən qısadır, yəni  $\tau < t_s$ . Bu, adətən kiçik sutoplayıcılarda müşahidə olunur.

Hər üç hal üçün daşqın hidroqrafının ordinatlarının hesablanması aşağıdakı kimi yerinə yetirilir.

Birinci halda  $\tau = t_s = 5\tau_0$  və yağış çayın bütün səthinə eyni intensivliklə düşür. Birinci zaman intervalının axırında ( $\tau_0$ ) qapayıcı mövqedən ona ən yaxın meydanaçada yaranmış axım keçəcək (şəkil 7.9). İkinci zaman intervalında ikinci meydanaçadan  $h_1$ , birinci meydanaçadan isə artıq  $h_2$  yağış layından əmələgələn axım qapayıcı mövqedə müşahidə olunacaq və s. Beləliklə, hər bir zaman intervalının axırında müşahidə olunan su sərfələri aşağıdakı bərabərliklərlə hesablanır:

$$Q_1 = h_1 f_1,$$

$$Q_2 = h_2 f_1 + h_1 f_2,$$

$$Q_3 = h_3 f_1 + h_2 f_2 + h_1 f_3,$$

$$Q_4 = h_4 f_1 + h_3 f_2 + h_2 f_3 + h_1 f_4,$$

$$Q_5 = h_5 f_1 + h_4 f_2 + h_3 f_3 + h_2 f_4 + h_1 f_5.$$

Yağış dayandı. Artıq birinci meydanaçadan axım yoxdur, lakin qalan (nisbətən uzaq) meydanaçalardan axım davam edir və su sərfələri getdikcə azalır:

$$Q_6 = h_5 f_2 + h_4 f_3 + h_3 f_4 + h_2 f_5,$$

$$Q_7 = h_5 f_3 + h_4 f_4 + h_3 f_5,$$

$$Q_8 = h_5 f_4 + h_4 f_5,$$

$$Q_9 = h_5 f_5,$$

$$Q_{10} = 0.$$

Beləliklə, birinci halda ən böyük su sərfinin ( $Q_5$ ) formalaşmasında sutoplayıcıya düşən bütün yağış layı və sutoplayıcının bütün sahəsi iştirak edir.

Daşqının davamiyyəti isə qaçış müddəti ilə suvermənin davamiyyətinin cəminə bərabərdir:  $T = \tau + t_s = 10\tau_0$

İkinci halda  $\tau > t_s$ . Əgər  $t_s = 5\tau_0$  və  $\tau = 7\tau_0$  olarsa, onda birinci halda olduğu kimi:

$$Q_1 = h_1 f_1,$$

.....

$$Q_5 = h_5 f_1 + h_4 f_2 + h_3 f_3 + h_2 f_4 + h_1 f_5$$

Yağış dayandı, lakin hələ sutoplayıcının altıncı və yeddinci meydançalarından birinci intervalın yağışından əmələgələn axım qapayıcı məntəqəyə gəlib çatmamışdır:

$$Q_6 = h_5 f_2 + h_4 f_3 + h_3 f_4 + h_2 f_5 + h_1 f_6,$$

$$Q_7 = h_5 f_3 + h_4 f_4 + h_3 f_5 + h_2 f_6 + h_1 f_7.$$

Artıq, su sərfələri azalmağa başlayır:

$$Q_8 = h_5 f_4 + h_4 f_5 + h_3 f_6 + h_2 f_7,$$

$$Q_9 = h_5 f_5 + h_4 f_6 + h_3 f_7,$$

$$Q_{10} = h_5 f_6 + h_4 f_7,$$



$$Q_{11} = h_5 f_7,$$

$$Q_{12} = 0.$$

Bu halda, daşqının davamiyyəti  $T=12 \tau_0$  olur. Əgər meydançaların sahələri eyni və elementar sərfərlərin qiymətləri sabitdirsə, onda  $Q_5 = Q_6 = Q_7$ , çünki bunların hər biri beş eyni toplanandan ibarətdir.

Əgər meydançaların sahələri fərqli olarsa, onda maksimal su sərfi sutoplayıcının daha böyük hissəsinin iştirakı ilə formalaşar. Baxılan misalda (şəkil 7.9)  $Q_{\max} = Q_6$ .

Beləliklə, ikinci halda maksimal su sərfinin formalaşmasında sutoplayıcıya düşən bütün yağış layı və sutoplayıcının yalnız bir hissəsi-fəal hissəsi iştirak edir.

Üçüncü halda  $\tau < t_s$ , məsələn  $\tau = 3 \tau_0$  və  $t_s = 5 \tau_0$  olduqda:

$$Q_1 = h_1 f_1,$$

$$Q_2 = h_2 f_1 + h_1 f_2,$$

$$Q_3 = h_3 f_1 + h_2 f_2 + h_1 f_3.$$

Artıq birinci zaman intervalında düşən yağışın əmələ gətirdiyi axım sutoplayıcının bütün səthindən qapayıcı mövqeyə gəlib çatmışdır. Lakin yağış və sutoplayıcıdan axım hələ davam edir:

$$Q_4 = h_4 f_1 + h_3 f_2 + h_2 f_3,$$

$$Q_5 = h_5 f_1 + h_4 f_2 + h_3 f_3.$$

Yağış dayandı və axım yalnız hövzənin nisbətən uzaqda yerləşən hissələrindən daxil olur:

$$Q_6 = h_5 f_2 + h_4 f_3,$$

$$Q_7 = h_5 f_3,$$

$$Q_5 = 0.$$

Bu halda daşqının davamiyyəti  $T=8\tau_0$  olur. Üç su sərfinin ( $Q_3, Q_4$  və  $Q_5$ ) formalaşmasında bütün sutoplayıcı, lakin müxtəlif zaman intervallarında düşən yağışlar iştirak etmişlər. Buna görə də maksimal su sərfi yağışın ən şiddətli hissəsinin iştirakı ilə əmələ gəlir. Şəkil 7.9-dan görünür ki, ikinci, üçüncü və dördüncü zaman intervallarında yağış layı ən böyük olmuşdur. Bununla əlaqədar,  $Q_{\max}=Q_4$ .

Beləliklə, üçüncü halda maksimal su sərfinin formalaşmasında bütün sutoplayıcı sahə və suvermənin ən şiddətli hissəsi iştirak edir.

Əgər qaçış müddəti suvermənin davamiyyəti ilə müqayisədə çox kiçikdirsə və onu hesablama zaman intervalına bərabər qəbul etmək mümkündürsə, yəni  $\tau = \tau_0 \ll t_s$ , onda bərabərliklər aşağıdakı kimi yazılır:

$$Q_1 = h_1 F,$$

$$Q_2 = h_2 F,$$

---


$$Q_n = h_n F.$$

Bu bərabərliklər onu göstərir ki, hər bir zaman intervalında su sərfinin formalaşmasında bütün sutoplayıcı sahə və müvafiq zaman intervalında düşən yağış layı iştirak edir.

Qaçış müddəti suvermənin davamiyyətindən 5-10 dəfə çoxdursa, onda axırıncını hesablama zaman intervalına bərabər qəbul etmək olar, yəni  $\tau \gg t_s = \tau_0$ . Belə olduqda daşqının su sərfi, hər bir meydançaya düşən yağış layından (vahid yağıntı) əmələ gəlir:

$$Q_1 = h f_1,$$

$$Q_2 = h f_2,$$

$$-----$$

$$Q_n = h f_n.$$

Vahid yağıntıların vahid sahəyə düşməsi nəticəsində daşqının formalaşma prosesini əks etdirən bu tənliklər *vahid hidroqrafın tənlikləri və ya elementar daşqının tənlikləri* adlanır.

Bəzi məlum şərtlərə (axın sürətlərinin dəyişməməsi, izoxronların stasionarlığı) baxmayaraq, axımın genetik formulu yağışın və qardan suvermənin gedişini, habelə yamacların və məcranın uzunluğunu, hidroqrafiki şəbəkənin sıxlığını, sutoplayıcının formasını, qaçış müddətinin vasitəsilə nəzərə almağa imkan verir. Buna görə də axımın genetik formulunun istifadəsi ilə hesablanmış su sərfələrinin cəmi daşqının ümumi həcmi verir:

$$W = \tau_o \sum_{i=1}^{i=\tau+t_s} Q_i = 1000HF, \quad (7.13)$$

burada  $\tau_o$ -hesablama zaman intervalında saniyələrin sayı; H-suvermənin ümumi layı;  $H = \sum h_i$ ; F-sutoplayıcının ümumi sahəsi; 1000-keçid əmsalındır ( $W \text{ m}^3$ ,  $N \text{ mm}$  və  $F \text{ km}^2$ -lə ifadə olunduqda).

## 7.5. MAKSİMAL AXIMIN REDUKSİYASI

Axımın genetik nəzəriyyəsinə görə daşqın və ya gursululuğun davamiyyəti qaçış müddəti ilə suvermənin davamiyyətinin cəminə bərabərdir:  $t = \tau + t_s$ . Onda, axımın maksimal modulu daşqın axımının layı ilə ifadə edilərsə  $q_{\max} = h/t = h/(\tau + t_s)$  olar. Bu ifadədən görünür ki, qaçış

müddəti nə qədər böyük olarsa, maksimal axım modulu bir o qədər kiçik olar. Qaçış müddətinin kəmiyyəti sutoplayıcının sahəsindən asılıdır: sutoplayıcı sahə böyüdükcə, qaçış müddəti də artır. Beləliklə, sutoplayıcının sahəsi böyüdükcə, *maksimal axım modulunun azalması (reduksiyası)* müşahidə olunur. Bunu axım və suvermənin maksimal intensivliklərinin nisbətinin təhlili də təsdiqləyir. Suvermənin maksimal intensivliyi ( $A_{\max}$ ) suvermə layının zamana nisbətinə bərabərdir, yəni  $A_{\max} = h_s / t_s$ . Əgər axım layı suverməyə bərabər olarsa, yəni  $h = h_s$ , onda  $h = A_{\max} t_s$  və:

$$q_{\max} = A_{\max} t_s / (t_s + \tau) = A_{\max} / (1 + \tau / t_s) = \varphi A_{\max}, \quad (7.14)$$

burada  $\varphi$ - maksimal axım modulunun *reduksiya əmsalidir*.

Bu düsturdan görünür ki, maksimal axımın reduksiya əmsalı həmişə vahiddən kiçikdir. Axımın maksimal intensivliyi də həmişə suvermənin maksimal intensivliyindən azdır ( $q_{\max} < A_{\max}$ ). Suvermənin davamiyyəti sabit qalarsa ( $t_s = \text{const}$ ), qaçış müddəti və ya sutoplayıcı sahə böyüdükcə  $q_{\max}$  və  $A_{\max}$  arasında fərq də artır. Qeyd etmək lazımdır ki, sutoplayıcı sahə böyüdükcə də maksimal axım modulunun reduksiyası müşahidə olunur.

Maksimal axım modulunun mümkün qiymətlərinin həddləri qaçış müddətindən asılıdır:  $\tau \rightarrow 0$  olduqda  $q_{\max} \rightarrow A_{\max}$  və  $\tau \rightarrow \infty$  olduqda isə  $q_{\max} \rightarrow 0$ .

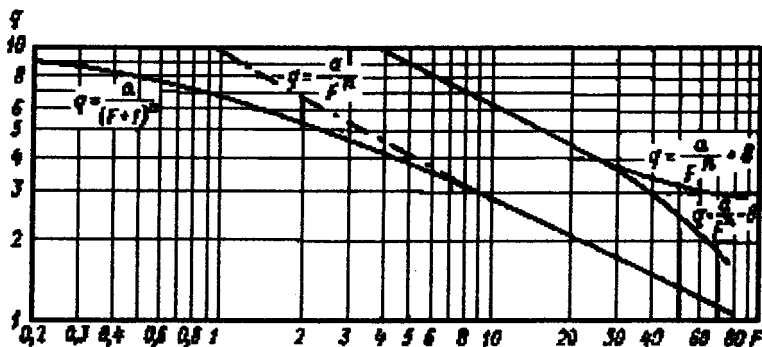
Yağış daşqınlarının maksimal modulunun reduksiyası yaz gursululuğu ilə müqayisədə daha qabarıq şəkildə müşahidə olunur, çünki leysan yağışları zamanı suvermənin davamiyyəti qarın ərime müddətinə nisbətən xeyli azdır. Axımın maksimal modulunun azalma sürəti,  $\tau < t_s$  olduqda, kiçik sutoplayıcılar üçün böyük sutoplayıcılarla müqayisədə azdır.

Daşqın və gursululuğun maksimal axım modulunun reduksiyası haqqında yuxarıda qeyd olunanlar axımın torpağın səthində müşahidə olunduğu rayonlarda tətbiq edilə bilər. Meşəli çay hövzələrində yamac axımı əsasən, torpaq qatında

baş verir. Belə hallarda kiçik çaylar üçün  $\tau/t_s$  nisbəti çox kiçik olur, reduksiya əmsalı vahidə yaxınlaşır və maksimal axımın modulu sutoplayıcının sahəsi artdıqca nəinki azalmır, bəzən dəyişməz qalır və ya artır. Yerli şəraitdən asılı olaraq, maksimal axım modulunun müttəmadi azalması sutoplayıcının sahəsinin 100-300 km<sup>2</sup>-dən böyük qiymətlərində müşahidə olunur.

Geniş ərazilərdə daşqın və gursululuq sularının rəngarəng formalaşma və axım şəraiti maksimal axım modulunun sahəyə görə reduksiyasının müxtəlif xarakterli olması ilə nəticələnir.

Şəkil 7.10-da reduksiya əyrilərinin müxtəlif tipləri göstərilmişdir. Bu əyrilər empirik məlumatlar əsasında qurulduğuna görə *empirik reduksiya əsılılıqları* adlanır. Bu əsılılıqların analitik ifadələri müvafiq əyrilərin yanında yazılmışdır.



ŞƏKİL 7.10. Maksimal axımın reduksiya əyriləri [9].

## 7.6. GURSULULUQ ÜNSÜRLƏRİNİN PAYLANMASININ COĞRAFİ QANUNAUYĞUNLUQLARI

*Düzən ərazilərdə.* Avrasiyanın düzən rayonlarında gursululuğun başlanğıcının orta tarixi cənubdan şimala doğru fevraldan iyuna qədər dəyişir. Gursululuğun maksimal su

sərfləri isə mart-iyul aylarında müşahidə olunur. Gursululuğun bu zaman göstəriciləri həm də qərbdən şərqə doğru dəyişir: fevral-martdan maya qədər.

*Gursululuq axımının həcmi* soyuq və mülayim iqlim qurşaqlarında arktik zonadan yarımsəhra zonası istiqamətində 200-250 mm-dən 3-5 mm-ə qədər azalır. Bu, qar örtüyünün ərazi üzrə zonal dəyişmələrini əks etdirir.

Gursululuğun həcmi meşə zonasında qərbdən şərqə doğru əvvəlcə artır (Şərqi Avropa düzənliyi), sonra azalır (Qərbi Sibir), daha sonra artır (Orta Sibirin qərb yarısı) və nəhayət, azalır (Orta Sibirin şərq yarısı). Bu qanunauyğunluq, su balansının əsas elementlərinin yağıntılar, havanın temperaturu, relyef və s. təsiri nəticəsində dəyişmələri ilə əlaqədardır.

Gursululuq axımının illik axımda payı arktik zonadan meşə zonasına doğru 100%-dən 50%-ə qədər azalır, meşə zonasından yarımsəhra zonası istiqamətində isə 50%-dən 100%-ə qədər artır. Gursululuq axımının payı meşə zonasında qərbdən şərqə doğru 35%-dən 70%-ə qədər çoxalır. Bu, şərq istiqamətində iqlimin kontinentallığının artması və yağışların azalması ilə əlaqədardır.

*Gursululuğun maksimal su sərfələri* hövzələrinin sahəsi 1000km<sup>2</sup>-dən böyük olan çaylarda arktik zonadan çöl zonasına qədər artır, sonra isə yarımsəhra zonası istiqamətində azalır. Hövzələrinin sahəsi 100-200 km<sup>2</sup> olan kiçik çaylar üçün isə qar sularının maksimal su sərfələri arktik zonadan yarımsəhra zonasına doğru artır. Bu qanunauyğunluqlar qar ehtiyatının şimaldan cənuba doğru azalması və göstərilən istiqamətdə cəm günəş radiasiyası çoxaldığına görə qarın ərimə intensivliyinin artması ilə bağlıdır.

Gursululuğun maksimal su sərfələri meşə zonasında qərbdən şərqə doğru əvvəlcə böyüyür (Şərqi Avropa düzənliyi), sonra azalır (Qərbi Sibir) və nəhayət, yenə də artır. Bu qanunauyğunluq göstərilən istiqamətdə iqlim şəraiti və relyefin dəyişməsi ilə bağlıdır.

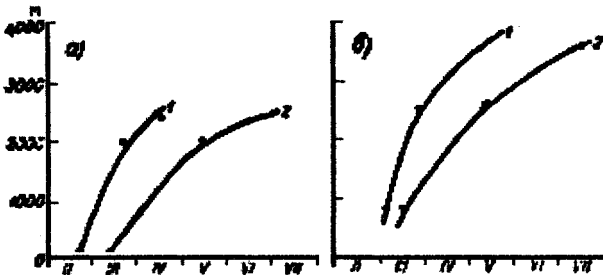
Meşə zonasının iki vilayətində çayların gursululuq rejimində zonal qanunauyğunluqlardan kəskin fərqlər müşahidə olunur: 1) Baltikyanı ərazilər. Buranın çaylarında gursululuqdan başqa, qış daşqınları keçir. Bu, Atlantik okeanın təsiri nəticəsində qışın yumşaq keçməsi ilə izah olunur; 2) Uzaq Şərqi rayonu. Burada gursululuq əvəzinə daşqınlar müşahidə olunur. Bu, qar ehtiyatlarının azlığı və maye yağıntıların üstünlüyü ilə əlaqədardır.

*Dağlıq ərazilərdə.* Keçmiş SSRİ məkanının bəzi dağlıq ölkələrində gursululuğun əsas elementlərinin zonal qiymətləri cədvəl 7.2-də verilmişdir. Bu cədvəldən göründüyü kimi, ərazinin hündürlüyü artdıqca gursululuğun başlanğıc tarixi və maksimal su sərfinin müşahidə olunma vaxtı gecikir, gursululuğun davamiyyəti və axım həcmi isə artır. Dağ çaylarında gursululuğun uzun müddət davam etməsi dağlarda qarın ərimə xarakteri ilə əlaqədardır. Dağlıq ərazilərdə qar sutoplayıcı sahənin hər yerində eyni vaxtda ərimir və bu proses hövzənin alçaq hissələrində başlayır. Hündürlük artdıqca yağıntıların miqdarı və bununla əlaqədar illik axımın, gursululuq axımının həcmi və axım əmsalının kəmiyyəti də artır. Buzlaqların üzərində hava temperaturunun maksimal qiymətləri iyul və ya avqust aylarında qeydə alınır. Buna görə də qidasında buzlaqlar iştirak edən dağ çaylarında ən böyük su sərfələri də iyulda və ya avqustda müşahidə olunur.

MÜXTƏLİF DAĞLIQ ÖLKƏLƏRDƏ GURSULULUQ ELEMENTLƏRİNİN  
ZONAL QIYMƏTLƏRİNİN HÜNDÜRLÜYƏ GÖRƏ DƏYİŞMƏSİ [14]

Hündürlük, m	Başlanma tarixi	Maksimumun keçmə tarixi	Davamiyyət, gün	Həcm, mm
<b>Tyan-Şan</b>				
3500	8/V	15/VII	150	580
2500	27/III	11/V	125	300
800	5/III	16/III	50	50
<b>Altay, Qərbi və Şərqi Sayan</b>				
2500	8/V	9/VII	130	450
1500	13/IV	20/V	95	310
350	6/IV	3/V	70	45
<b>Qafqaz</b>				
2400	16/IV	4/VII	165	720
2000	21/III	12/V	125	600
150	24/II	11/III	45	15
<b>Ural</b>				
600	1/V	24/V	65	420
500	8/IV	24/IV	50	175
400	10/IV	1/V	55	170

Gursululuğun başlanğıcının və maksimal su sərfələrinin orta tarixləri *şaquli zonallıq qanununa* uyğun dəyişir. Bu, şəkil 7.11-də aydın görünür.



ŞƏKİL 7.11.

Kursulu dövrün başlanğıcının orta tarixinin hündürlüyə görə dəyişməsi [14].

a) Qafqaz çayları üçün;

b) Mərkəzi Asiya çayları üçün.



Dağ çaylarında gursululuğun davamiyyəti də zonal xarakterə malikdir və hündürlüyə görə artır, çünki qar ehtiyatı çoxalır və qarın ərimə intensivliyi azalır. Gursululuğun davamiyyəti bircins hidroloji qurşaq daxilində qərbdən şərqə doğru azalır. Məsələn, dağ tundra zonasının çaylarında yay gursululuğunun davamiyyəti Qafqazda orta hesabla 165 gün, Orta Asiyada (Alay) 150 gün və Altayda 130 gün təşkil edir.

Gursululuq axımının həcmi də hündürlüyə görə artır, qərbdən şərqə doğru isə azalır. Bu qanunauyğunluqlar baxılan istiqamətlərdə ərazinin ümumi rütubətlənmə şəraitinin dəyişməsi ilə bağlıdır. Doğrudan da, gursululuq axımının həcmi Qafqazın dağ-tundra zonası çaylarında 720 mm, Orta Asiyada 560 mm və Altayda 450 mm-dir.

Ərinti suları ilə formalaşan maksimal axımın modulu böyük diapozonda dəyişir. Ən böyük qiymətlər ( $3000-5000l/(s \cdot km^2)$ ) kiçik çaylar üçün səciyəvidir. Sutoplayıcısının sahəsi  $1000 km^2$ -ə qədər olan Şimali Ural, Altay çaylarında maksimal axım modulu  $1000-1500l/(s \cdot km^2)$ -dir.

Yağışlar və axımın hündürlüyə görə artdığı dağlıq rayonlarda maksimal axım modulu da yüksəklik üzrə artır.

Rütubətli hava kütlələri daxil ola bilməyən dağarası çökəkliklərdə quraq iqlim şəraitində dağ-çöl və dağ-yarımsəhra landşaft tipləri üstünlük təşkil edir və burada çayların maksimal axım modulu kiçikdir. Belə azsulu rayonlara Qafqazda (xüsusilə Kiçik Qafqazda), Orta Asiyada (şərqi Pamir, Tyan-Şan), Altayda, Qərbi və Şərqi sayanda rast gəlinir.

### Yoxlama suallar

1. Qar örtüyünün paylanma xüsusiyyətləri
2. Qar örtüyündə olan suyun miqdarı necə hesablanır?
3. Qarın ərimə prosesinin səciyyəvi dövrləri və onalırın xüsusiyyətləri
4. Qarın suverməsinin gedişi
5. Göl və bataqlıqların gursululuq axımına təsiri

6. Suyun qaçış müddəti anlayışı və onun hesablanması
7. Gursululuq dövrü axım itkisi
8. Axımın genetik nəzəriyyəsinin prinsipləri
9. İzoxron anlayışı və onların qurulması
10. Axımın genetik formulu və onun tipləri
11. Vahid hidroqraf və elementlər daşqın anlayışları
12. Maksimal axım modulunun reduksiyaçı anlayışı
13. Empirik reduksiya əyrilərinin tipləri
14. Gursululuq elementlərinin təbii zonalara görə dəyişməsi.
15. Dağ çaylarının gursululuq elementlərinin paylanması coğrafi qanunauyğunluqları.
16. Gursululuq axımının öyrənilməsinin praktiki əhəmiyyəti.

## 8. YAĞIŞ DAŞQINLARI

Yağışlar nəticəsində formalaşan daşqınların maksimal su sərfələri dağlıq rayonlar və musson iqlim tipinin hakim olduğu ərazilər üçün daha seçiyəvidir: Çənub və Çənub-Şərqi Asiya, Çənubi Avropa, Qərbi Qafqaz, Sayan və s. Bu regionlarda yağış maksimumları qar maksimumlarından böyükdür.

Şiddətli yağışların əsas xüsusiyyətlərindən biri, onların nisbətən kiçik ərazini tutmasıdır. Buna görə də yağış maksimumları kiçik caylar üçün daha böyük əhəmiyyət kəsb edir. Belə caylarda yaranan daşqınlar böyük dağıdıcı qüvvəyə malik olur, avtomobil və dəmir yollarını yuyur, körpüləri dağıdır və s. 1978-ci ildə Hindistanın şimal hissəsində baş verən daşqınlar zamanı 1300 nəfər həlak olmuş, 15 milyon adam evsiz-eşiksiz qalmışdır.

*Yağış daşqınlarının* formalaşması həm genezisinə, həm də fiziki-coğrafi şəraitinə görə yaz gursululuğundan fərqlənir. Yağış daşqınları qısa müddət ərzində formalaşır, səviyyə kəskin qalxır və axının sürəti böyük olur. Daşqınlar qəfildən yaranır, ərazi üzrə diskret paylanır, kiçik sahələri tutur. Bütün bunlar daşqınlar, xüsusilə onların maksimal su sərfələri üzərində müşahidələri cətinləşdirir və cox zaman qeyri-mümkün edir.

Yağış daşqınlarının əsas fiziki-coğrafi amillərini iki qrupa bölmək olar: meteoroloji və hövzə səthinin amilləri.

### 8.1 METEOROLOJİ AMİLLƏR

Yağış axımının meteoroloji amilləri ilk növbədə yağışın xarakteristikalarıdır: yağışın layı, davamiyyəti, orta və maksimal şiddətliyi, ümumi gedişi, müşahidə olunduğu ərazinin sahəsi.

*Daşqın əmələgətirən yağışlar* üç tipə bölünür:

1. *Leysanlar*-qısa müddətli (2-4 saata qədər) və şiddətli olur (orta şiddətliyi 10-20 mm/saatdan böyük).

2. *Leysan yağışlar*-3-5 günə qədər davam edir, şiddətliyi 2-10 mm/saat olur.

3. *Gur yağışlar*-3-5 gündən çox davam edir və şiddətliyi 2 mm/saata qədər olur.

Yer kürəsinin müxtəlif rayonlarında müşahidə olunmuş ən güclü leysan və leysan yağışlar haqqında məlumatlar cədvəl 8.1-də verilmişdir.

Cədvəl 8.1

**YER KÜRƏSİNİN MÜXTƏLİF RAYONLARINDA MÜŞAHİDƏ OLUNMUŞ ƏN GÜCLÜ LEYSAN VƏ LEYSAN YAĞIŞLAR [9]**

Ölkə, məntəqə	İl	Davamiyyəti		Yağış layı, mm	Şiddətlik, mm/dəq
		Saat	Dəqiqə		
ABŞ, Preston	1893	00	15	31	2,07
ABŞ, Viskonsin	1881	00	15	57	3,80
Fransa, Bordo	1883	00	20	87	4,35
Nepal, Manqalpur	1964	02	00	139	1,16
Avstriya	1904	00	45	194	4,31
ABŞ, Virginiya	1906	00	30	252	8,40
Hindistan, Kəlküttə	1935	03	00	300	1,67
ABŞ, Missuri	1947	01	00	305	5,08
Vyetnam, Txan-Xoa	1963	24	00	630	0,44
ABŞ, Pensilvaniya	1942	06	00	780	2,17
ABŞ	1921	24	00	970	0,67
Filippin	1911	24	00	1207	0,84
Kuba	1964	72	00	2550	0,59
Filippin	1911	96	00	2200	0,38
Hindistan, Çərapunca	1841	30 sutka		10.000	0,23
Hindistan, Andxr-Prodeş	1977	08	00	400	0,83

Yağışın gedişini üç hissəyə bölmək olar: başlanğıc hissə (şiddətlik nisbətən azdır), mərkəzi hissə və ya nüvə (ən şiddətli hissə) və şleyf hissə (yağışın axırı-şiddətlik azdır). Axımın əmələgəlməsində əsas rolu yağışın nüvəsi oynayır. Başlanğıc hissədə sutophycının səthi islanır və mikroçökəklər su ilə dolur. Yağış layının 80-90%-i nüvənin payına düşür. Lakin bu mərkəzi hissənin davamiyyəti azdır və

yağışın ümumi davamiyyətinin 15-20%-ni təşkil edir. Yağışın şleyfi yalnız daşqın dalğasının enmə fazasını uzadır və bu fazada axımı bir qədər artırır. Buna görə də yağış axımını təyin etdikdə yağışın ümumi davamiyyətinin qiymətləndirilməsi kifayət deyildir. *Yağışın effektiv hissəsinin* davamiyyətini, yəni yağışın intensivliyinin infiltrasiyanın intensivliyindən böyük olduğu zaman intervalını müəyyən etmək lazımdır. Bu, düşən yağışların suvermə müddətini təyin etməyə imkan verir. Qeyd etmək lazımdır ki, leysan və gur yağışlar fasiləli və fasiləsiz (aramsız) ola bilər.

Yağışın müxtəlif zaman intervalları üçün hesablanmış şiddətliyi ilə onların davamiyyəti arasında əks əlaqə var: yağışın davamiyyəti artdıqca onun şiddətliyi azalır:

$$a = S / T^n, \quad (8.1)$$

burada  $a$ - $T$  dəqiqə davam etmiş *yağışın orta şiddətliyi*,  $S$ - $a = f(T)$  qrafikinin başlanğıc ordinatıdır ( $T$  sifira yaxınlaşdıqda  $S = a_{\max}$ );  $n$ -yağışın şiddətliyinin onun davamiyyətinə görə reduksiyasının üst göstəricisidir.

Yağışın davamiyyəti artdıqca, əksinə, yağış layının hündürlüyü də artır:

$$H = ST^{1-n}. \quad (8.2)$$

Müxtəlif coğrafi rayonlar və yağış tipləri üçün *yağışın şiddətliyinin zamana görə reduksiyası* aşağıdakı tənliklərlə ifadə oluna bilər:

$$a = S / (T_n + C), \quad (8.3)$$

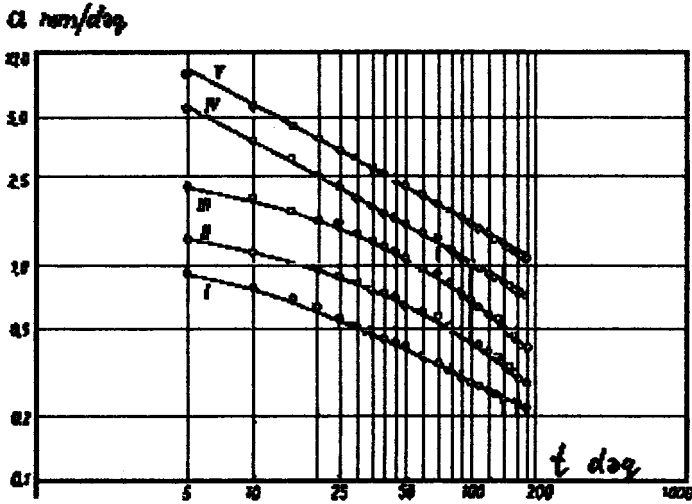
$$a = S / (T + C)^n, \quad (8.4)$$

$$a = S / (CT + 1), \quad (8.5)$$

$$a = S / (T^n - b), \quad (8.6)$$

burada  $a$  və  $b$  sərbəst hədlərdir.

Bavariya (Almaniya) üçün yağışın şiddətliyinin zamana görə dəyişmə qrafikləri şəkil 8.1-də göstərilmişdir.



ŞƏKİL 8.1. Bavariya (Almaniya) üçün yağışın şiddətliyinin zamana görə dəyişmə qrafikləri [23].  
I-V-müxtəlif şiddətlikli leysan tipləri

Yağış layı yalnız yağışın davamiyyətindən yox, həm də onun yağdığı ərazinin sahəsindən asılıdır. Yağış, xüsusilə leysan yağan buludların sululuğu mərkəzdən kənara doğru azalır. Buna görə də yağış layı onun yağdığı ərazinin sahəsi böyüdükcə azalır. Beləliklə, *yağış layının sahəyə görə reduksiyası* müşahidə olunur. Reduksiyanın xarakteri yağışın tipindən asılıdır. Leysanların şiddətliyi mərkəzdən kənara doğru daha sürətlə azalır. Onlar həm də ərazi üzrə mozaik paylanır və kiçik sahələri tutur. Sutoplayıcın sahəsi nə qədər böyük olarsa, bütün hövzədə bir o qədər az leysan müşahidə olunur. Məsələn, Ukraynada sutoplayıcı sahə 100 km<sup>2</sup> olduqda leysan yağışların 60%-i, 500 km<sup>2</sup> olduqda 35%-i və 4000 km<sup>2</sup> olduqda isə yalnız 15%-i bütün çay hövzəsini tutur.

Yağış layının sahəyə görə reduksiyası aşağıdakı tənliklərlə ifadə oluna bilər:

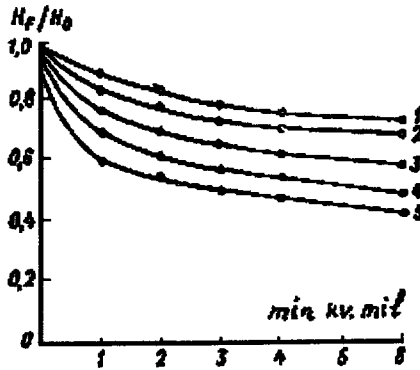
$$H = B / F^m, \quad (8.7)$$

$$H = H_o / (1 + kF^m), \quad (8.8)$$

$$H = H_o \exp(-kF^m) \quad (8.9)$$

burada V, K və m- rəyon əmsalları;  $N_o$ -yağışın mərkəzində maksimal yağış layı.

Şəkil 8.2-də Yer kürəsinin müxtəlif rayonları üçün yağış layının onun müşahidə olunduğu ərazinin sahəsindən asılılıq qrafikləri göstərilmişdir.



ŞƏKİL 8.2. Yer kürəsinin müxtəlif rayonları üçün yağış layının onun müşahidə olunduğu ərazinin sahəsindən asılılıq qrafiki [23]. 1-Mərkəzi Hindistan; 2-ABŞ-in şərq ştatları; 3-Qərbi Avstraliya; 4-Zimbabve; 5-Britan adaları.

ABŞ-da müşahidə olunmuş ən güclü leysanların sahəyə və zamana görə reduksiya əmsalları cədvəl 8.2-də verilmişdir.

## 8.2 HÖVZƏ SƏTHİ AMİLLƏRİ

Hövzə səthi amilləri *yağış axımının itkisinə*, suyun yamaclarda və məcra şəbəkəsində hərəkət sürətinə təsir göstərir.

*Axım itkisi.* Sutoplayıcının səthinə düşən yağış sularının bir hissəsi torpaq və bitki örtüyünün islanmasına, mikroçökəkliklərin dolmasına və infiltrasiyaya sərf olunur. İtkinin kəmiyyəti bitki örtüyünün xarakterindən, torpaq tipindən, süxurların xüsusiyyətlərindən və əvvəlki dövrün rütubətlənmə şəraitindən, yəni hövzə səthi amillərindən asılıdır. Yağış sularının qalan hissəsinin məcra şəbəkəsinə qaçış müddəti də səth amilləri-sutoplayıcının meyliyi, kələkötür-lüyü, ölçüləri və forması ilə müəyyən olunur.

Yağış sularının sutoplayıcının səthində akumulyasiyası, yağışın intensivliyindən asılı olaraq, adətən, 30 dəqiqədən çox çəkmir. Akumulyasiya və səthi islatmaya sərf olunan itkilərin kəmiyyəti isə səthin xarakteri və vəziyyəti ilə əlaqədar olaraq 100 mm-ə çata bilər.

Yağış axımı itkilərinin əsas hissəsi infiltrasiya prosesi zamanı baş verir.

Yağış başladıqdan sonra infiltrasiyanın şiddətliyi kəskin azalır və, əksinə, infiltrasiya olunmuş su layı artır.

Cədvəl 8.2

ABŞ-DA MÜŞAHİDƏ OLUNMUŞ ƏN GÜCLÜ LEYSANLARIN YAĞIŞ LAYININ SAHƏYƏ VƏ ZAMANA GÖRƏ REDUKSIYA ƏMSALLARI [23]

F, km <sup>2</sup>	Davamiyyət, saat			
	6	12	18	24
26	1,0	1,0	1,0	1,0
259	0,83	0,86	0,84	0,90
518	0,80	0,84	0,82	0,87
2590	0,73	0,73	0,70	0,72
5180	0,70	0,65	0,60	0,64
13000	0,60	0,54	0,50	0,52
51800	0,37	0,32	0,34	0,37



İnfiltrasiyanın şiddətliyinin onun davamiyyətindən asılılığı ümumi halda aşağıdakı tənliklərlə ifadə olunur:

$$i = i_0 / t^n + k \quad (8.10)$$

və ya

$$i = i_0 \exp(-ct), \quad (8.11)$$

burada  $i$ -infiltrasiyanın şiddətliyi;  $k$ -filtrasiya əmsalı;  $n$  və  $c$ -torpaq-süxur qatının xarakterindən asılı olan əmsallar.

Təbii şəraitdə infiltrasiya prosesi Befaninin düsturunda daha dolğun əks olunur:

$$i = i_{\min} (1 + ah_o^m) + Ah_o^{m_1} / t^n, \quad (8.12)$$

burada  $h_o$ -yağışın şiddətliyi;  $i_{\min}$ -yağışın şiddətliyi sıfıra yaxınlaşdıqda ( $h_o \rightarrow 0$ ) infiltrasiyanın minimal qiyməti;  $A$ -əvvəlki dövrün rütubətlənmə indeksindən asılı olan parametr. Qalan əmsallar torpaq-süxur qatının xarakterindən asılı olaraq təyin edilir.

*Yağış daşqınlarının axım əmsalı.* İnfiltrasiyanın təyini üsullarının başlıca nöqsan cəhəti, onun konkret bir nöqtə üçün ölçülmüş (və ya hesablanmış) qiymətinin bütün sutoplayıcı sahəyə şamil edilməsidir. Buna görə də daha integral göstərici olan *axım əmsalından* istifadə məqsədəuyğundur. Böyük daşqınlar üçün onun qiyməti ərazi üzrə (coğrafi zonalar üzrə) kifayət qədər dayanıqlıdır və analogiya üsulu ilə təyin oluna bilər. Axım əmsalı yalnız yağıntılarının miqdarından deyil, həm də hövzənin əvvəlki dövrdə rütubətlənmə şəraitindən, yağış sularının sutoplayıcının səthində akumulyasiyasından və s. asılıdır.

Axım əmsalı ya bütün yağış layına, ya da yalnız axım əmələgətirən yağış layına olan nisbətə görə hesablanır:

$$\alpha = \frac{h}{H} \quad (8.13)$$

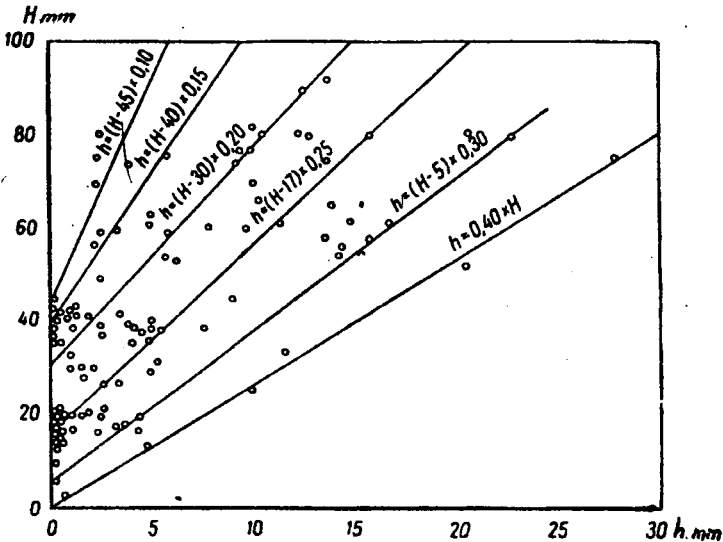
və ya

$$\alpha = \frac{h}{H - H_0}, \quad (8.14)$$

burada  $h$ -yağış daşqınının axım layı;  $N$ -ümumi yağış layı;  $N_0$  başlanğıç (şərtsiz) itkilərə sərf olunan yağış layı (axım yağış layının bu qiymətində başlayır).

Daşqının axım layı ( $h$ ) hidroqrafa görə, hövzəyə düşən yağış layı ( $N$ ) müşahidə məntəqələrinin məlumatlarına görə hesablanır. Digər iki parametrlər  $N_0$  və  $\alpha$  qrafiki üsulla təyin edilir. (şəkil 8.3).

Yağışdan əvvəl torpağın nəmliyi nə qədər az olarsa,  $N_0$  bir o qədər böyük olar. Müxtəlif təbii zonalarda  $N_0$  qiymətləri fərqlənir. Meşə zonasında nəm torpaqda  $N_0=0-5\text{mm}$ , quru torpaqda isə  $N_0=40-45\text{mm}$ . Meşə-cöl zonasında bu rəqəmlər, müvafiq olaraq,  $10-20\text{mm}$  və  $80-100\text{mm}$ -ə bərabərdir.

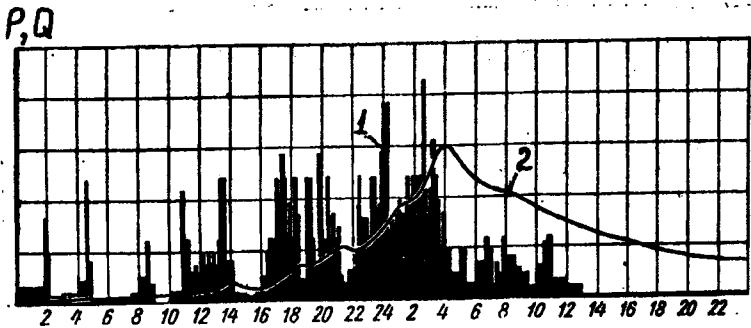


ŞƏKİL 8.3. Yağış axımının ( $h$ ) yağış layından ( $H$ ) asılılıq qrafikləri [23].

Meşə zonasında Uzaq Şərqdə nəm torpaqda  $\alpha=0,5-0,8$ , quru torpaqda  $\alpha=0,2-0,3$  olur. Meşə-cöl zonasında axım əmsali qışda  $\alpha=0,3-0,4$  olur, yayda isə sıfırdan (quru torpaqda)  $0,1-0,2$ -yə (nəm torpaqda) qədər qiymətlər alır.

**Yağış sularının yamaçlarda və məçra şəbəkəsində sürəti və qacış müddəti.** Yağış daşqınlarının formalaşmasının hövzənin səth amillərindən asılılığının növbəti mərhələsi, yağış sularının yamaçlarda hərəkəti və məçra ilə qapayıcı mövqeyə gəlib çatmasıdır.

Yağış sularının hövzənin müxtəlif hissələrindəki yamaçlarda və məçra şəbəkəsində tədricən və müxtəlif zaman intervallarında hərəkəti daşqının davamiyyətini artırır. Bunun nəticəsində coxpikli yağış hamar hidroqrafli daşqına transformasiya olunur (şəkil 8.4). Transformasiyanın dərəcəsi vahid su həcmlərinin hövzə qacış müddətindən və suvermənin davamiyyətindən asılıdır.



ŞƏKİL 8.4. Coxpikli yağışın hamar hidroqrafli daşqına transformasiyası [9].

Yağış daşqınları zamanı yamaçlarda şırımlar şəbəkəsi əmələ gəlir. Suyun hərəkət sürətinə yamaçın səthindəki mikrocökəkliklər də təsir edir. Buna görə də yamaçda səth sularının sürəti böyük diapozonda dəyişir: maksimal sürətlər  $0,4-0,5$ m/san olur. Yamaçda bitki örtüyü olduqda su səthlə

yox, əsasən torpaq qatının daxilində hərəkət edir və sürət 0,001-0,003 m/san olur. Dağ yamaclarında bu sürətlər 0,008-0,010 m/san-yə qədər artır.

Kiçik çaylarda formalaşan daşqınlar üçün yamac qaçış müddəti böyük əhəmiyyət kəsb edir. Onun kəmiyyəti yamacda suyun hərəkət sürətindən və yamacın uzunluğundan asılıdır. Yamacın orta uzunluğu aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$L_y = 1/(2,25\rho), \quad (8.15)$$

burada  $\rho$ -hidroqrafik şəbəkənin sıxlığı ( $\text{km}/\text{km}^2$ ).

*Hidroqrafik şəbəkənin sıxlığı* yarımsəhra və tundra zonalarında 1,20-1,80, çöl və meşə-çöl zonalarında isə 2,72-3,64 arasında dəyişir. Yamacların orta uzunluğu isə 120-370 m-dir.

Bəzi dağlıq rayonlarda hidroqrafik şəbəkənin sıxlığı 8  $\text{km}/\text{km}^2$ , yamacların uzunluğu isə 50-60m olur.

### 8.3. YAĞIŞ DAŞQINLARININ PAYLANMASININ COĞRAFI QANUNAUYĞUNLUQLARI

Daşqınların ərazi üzrə paylanmasında müəyyən qanunauyğunluqlar, ilk növbədə, *zonallıq* müşahidə olunur. Zonallığın pozulması relyefin, geoloji quruluşun və s. təsiri nəticəsində baş verə bilər.

*Düzən ərazilərdə.* Mülayim qurşağın kontinental iqlim şəraitində, ilin isti dövründə daşqınlar Avrasiyada çox geniş ərazidə formalaşır. Qərbdən-Atlantik okeanından gələn rütubətli hava kütlələrinin təsiri Yenisey çayına qədər, şərqdən-Sakit okeandan isə Ural dağlarına qədər hiss olunur. Şimaldan-Kara və Barents dənizlərindən, cənubdan-Aralıq və Qara dənizlərindən, həmçinin Hind okeanından materikə daxil olan rütubətli hava kütlələri də yağış daşqınları əmələ gətirir.

Yayın övvəlindən payızın axırına kimi qərbdən gələn yağışlar Şərqi Avropa düzənliyində daşqınlar yaradır. Burada, meşə zonalarında, xüsusilə enliyarpaqlı meşələrdə yağış daşqınları daha tez-tez müşahidə olunur.

Qış mövsümü başlayanda maye yağıntılar kəskin azaldığından, yağış daşqınları yalnız Qara və Baltik dənizlərinin sahil rayonlarında qeydə alınır.

Qışda yağış daşqınları yanvar ayında havanın orta temperaturu müsbət 2°S-dən yuxarı olan rayonlarda əmələ gəlir.

Müxtəlif təbii zonalarda və rayonlarda daşqınlar, adətən, ilin müəyyən bir mövsümündə müşahidə olunur. Keçmiş SSRİ-nin düzən ərazisinin mülayim qurşaqda yerləşmiş hissəsində daşqınlar yazda, yayda və payızda mümkündür. Çox vaxt gursululuq dövrü yaz mövsümünə və yayın birinci yarısına təsadüf etdiyi üçün, yağış daşqınları gursululuq dalğası ilə qarışır. Buna görə də Şərqi Avropa düzənliyinin şərq hissəsində, Qərbi və Orta Sibirdə, Asiyanın şimal-şərqində başlıca olaraq, yay və payız daşqınları qeydə alınır. Qərbi və Cənubi Avropada qış nisbətən isti və rütubətli olduğu üçün həm də qış daşqınları formalaşır.

Musson iqlim tipi üstünlük təşkil edən ərazilərdə (Şərqi Asiya) daşqınlar, əsasən, yayda keçir. Mərkəzi Asiyanın səhraları üçün yaz yağışları və daşqınları səciyyəvidir. Burada demək olar ki, bütün yay yağışları buxarlanmaya sərf olunur və axım əmələ gətirmir.

Ekvatorial və tropik iqlim qurşaqlarında yağış daşqınları bütün il ərzində müşahidə olunur.

Daşqınların sayı mülayim qurşaqda şimaldan cənuba doğru-arktik zonadan (yay daşqınları) meşə zonaları (yay və payız daşqınları) istiqamətində çoxalır. Sonra meşə zonalarından yarım səhra və səhra zonalarına (yaz daşqınları) doğru azalır. Bu, baxılan istiqamətlərdə atmosfer yağıntılarının və radiasiya balansının dəyişmə qanunauyğunluqları ilə əlaqədardır. Arktik zonanın çaylarında daşqınların olmaması maye yağıntılarının azlığı (illik yağıntılarının cəmi 10%-i) ilə

izah olunur. Səhra və yarımsəhra zonalarında illik yağıntıların 60-100%-ni yağışlar təşkil etsə də, onların ümumi miqdarı azdır və yağış suları, əsasən, buxarlanmaya sərf olunur.

Ən cox yağış daşqını (bir ildə 25 daşqın) Qərbi Qafqaz çaylarında müşahidə olunur və onlar il ərzində nisbətən bərabər paylanır. Ən az daşqın (bir ildə 1-2 daşqın) isə Mərkəzi Qazaxıstanın müvəqqəti axınlarında qeydə alınır (əsasən, yazda).

Avrasiyanın mülayim qurşağında daşqınların sayı Qərbi Avropadan Şərqə-Verxoyan silsiləsinə doğru azalır və sonra Sakit okeana yaxınlaşdıqca çoxalır.

Daşqın axımının illik axımda payı şimaldan cənuba doğru əvvəlcə artır, meşə zonalarında 20-30%-ə çatır, sonra isə azalır və səhra zonasında 5-10% təşkil edir. Bu, yağıntıların və buxarlanmanın dəyişmə qanunauyğunluqları ilə əlaqədardır.

Daşqın axımının illik axımda payı qərbdən şərqə doğru azalır, çünki həmin istiqamətdə iqlimin kontinentallıq dərəcəsi güclənir, maye yağıntıların miqdarı azalır.

Subtropik iqlim qurşağında daşqın axımının payı 80-100%-ə çata bilər.

Yay daşqınlarının maksimal su sərfələri arktik zonadan meşə zonaları istiqamətində əvvəlcə böyüyür, sonra isə səhra zonasına doğru kiçilir. Bu da həmin istiqamətlərdə yağışların intensivliyinin dəyişməsi ilə izah olunur. Maksimal su sərfələri qərbdən şərqə doğru da azalır və bu, maye yağıntıların miqdarının azalması ilə bağlıdır. Məsələn, sutoplayıcısının sahəsi 200-300km<sup>2</sup> olan subtropik qurşağın meşə zonası çaylarında yağış daşqınlarının maksimal su sərfələrinin ən böyük qiymətləri (2500-3500l/san) müşahidə olunur. Ən kiçik qiymətlər isə (500-1200 l/san-yəyə qədər) çöl, yarımsəhra və səhra zonalarının çayları üçün səciyyəvidir.

*Dağlıq ərazilərdə.* Yağış daşqınlarının dağ çaylarında formalaşmasında bir sıra qanunauyğunluqlar aşkar edilmişdir.

Yazda havanın qızması ilə əlaqədar sıfırıncı izoterm tədricən sutoplayıcının nisbətən hündür hissələrinə doğru qalxmağa başlayır. Bu istiqamətdə yağış qurşağı və onunla birlikdə daşqın qurşağı da hərəkət edir. Payızda soyuqlar düşdükdə və xüsusilə, qış gəldikdə yağış və daşqın qurşaqları, əksinə, aşağı enir və yalnız isti dənizlərin sahil rayonlarında qeydə alınır. Buna görə də ilin soyuq dövründə yağış daşqınları dağ çaylarının sutoplayıcısının aşağı hissəsində və ya alçaq dağlıq zonadan başlanğıcını götürən kiçik çaylarda müşahidə olunur (Karpət, Kırım, Qafqaz). Yüksək dağlıq zonada daşqınlar heç yayda da olmur, çünki orada bütün il boyu yağıntılar sülb halda düşür.

Qafqaz çaylarında yağış daşqınları daha tez-tez keçir və onların ərazi üzrə paylanması mürəkkəb xarakter daşıyır. Ən az daşqın Böyük Qafqazın dağ-tundra zonasında və Kiçik Qafqazın dağ-çöl zonasında (ildə 4-5 daşqın), ən çox isə Cənubi Qafqazın qərb hissəsində (ildə 25 daşqın, Kolxida rayonu) müşahidə olunur.

Tyan-Şan dağlarında yağış daşqınlarının sayı Qafqazla müqayisədə azdır (ildə 3-5 daşqın). Kopet-dağ çaylarında daşqınların sayı 8-ə qədər çoxalır.

Ural, Altay və Sayanda daşqınların sayı 6-9-a çatır.

Sutoplayıcısının sahəsi 1000 km<sup>2</sup> olan çaylarda yay daşqınlarının maksimal axım modulu Qafqazda, Şərqi Sayanda, Zabaykalyədə 900-1000 l/san, Karpətdə isə 1200l/san təşkil edir.

Dağlıq rayonların əksəriyyətində yay daşqınlarının maksimal axım modulu payız maksimumlarından 2-4 dəfə böyük olur. Lakin bəzi rayonlarda (Kiçik Qafqaz, Tyan-Şan, Alay) bu maksimumlar bir-birinə bərabərdir. Lənkəran təbii vilayətində, Altayda və Qərbi Sayanda, əksinə, payız maksimumları yay maksimumlarına nisbətən 1,5-2,0 dəfə böyükdür. Atmosfer sirkulyasiyasının xüsusiyyətləri ilə əlaqədar qış daşqınları Kırmda payız daşqınlarından, Bö-yük Qafqazın şimal-qərb ətəklərində isə hətta yay daşqınlarından yüksəkdir.

Kiçik və orta çaylarda müşahidə olunan gursululuq və yağış daşqınlarının maksimal su sərfələrinin nisbətində görə dağlıq ərazilərin hidroloji rayonlarını üç qrupa bölmək olar:

1. Daşqınların maksimal su sərfələri gursululuğun müvafiq sərfələrindən kiçik olan rayonlar (Kiçik Qafqaz, Qərbi Sayan, Şimali Baykal yaylası);

2. Daşqınların və gursululuğun maksimal su sərfələri bərabər olan rayonlar (Mərkəzi Ural, Altay, Kamçatka);

3. Daşqınların maksimal su sərfələri gursululuğun müvafiq sərfələrindən böyük olan rayonlar (Karpət, Krım, Şərqi Sayan).

#### Yoxlama suallar:

1. Yağışların növləri və onların əsas xarakteristikaları.
2. Yağışın şiddətliyinin və layının hesablanması.
3. Yağışın şiddətliyinin zamana görə reduksiyası.
4. Yağış layının ərazinin sahəsinə görə reduksiyası.
5. Yağış daşqınları zamanı axım itkisi.
6. Yağış daşqınlarının axım əmsalı və onun təbii zonalar üzrə dəyişməsi.
7. Yağış sularının hərəkət sürətinə və qaçış müddətinə təsir göstərən amillər.
8. Düzən ərazilərdə yağış daşqınlarının paylanması üçün coğrafi qanunauyğunluqları.
9. Dağlıq ərazilərdə yağış daşqınlarının formalaşma xüsusiyyətləri.
10. Gursululuq və yağış daşqınlarının maksimal su sərfələrinin nisbəti.
11. Yağış daşqınları haqqında məlumatların praktiki əhəmiyyəti.



## 9. SÜLB AXIM VƏ SELLƏR

### 9.1 GƏTİRMƏLƏR AXIMININ TƏBİİ AMİLLƏRİ

Sutoplayıcının səthində axan ərinti və yağış sularının torpaq hissəciklərini hərəkətə gətirməsi *eroziya prosesi* adlanır. Bu hissəciklər çay məcrasına düşdükdə *gətirmələr axımı* əmələ gətirir. Eroziya prosesinin üç əsas növü var: səthi eroziya (sutoplayıcının səthində), dərinlik və yan eroziya (məcrada). Çayın yuxarı axımında dərinlik eroziyası, aşağı axımında isə yan eroziya üstünlük təşkil edir.

Sutoplayıcının səthindən yuyulan gətirmələrin əsas hissəsi yamacların aşağı hissəsindəki mənfi relyef formalarında, yarğan və qobularda, çay şəbəkəsinin ilkin elementlərində yığılır. Gətirmələrin az hissəsi gəlib çaya çatır. Kiçik ölçülü gətirmələr axında asılı vəziyyətdə, nisbətən iri hissəciklər isə məcranın dibi ilə hərəkət edir. Çay suları həm də həll olmuş maddələri (duzları) nəql edir. Asılı və dib gətirmələri həll olmuş maddələrlə birlikdə *sülb axım* adlanır.

Gətirmələr axımı haqqında məlumatlar su anbarları və kanallar layihələndirildikdə lillənmənin hesablanması üçün vacibdir. Külli miqdarda gətirmələr gəmiçilik üçün yararlı çaylarda dərinlikləri dəyişdirir.

Gətirmələr axımının formalaşması iqlim, geomorfoloji və antropogen amillərdən asılıdır. Bu amillərin ən vacibləri aşağıdakılardır:

-atmosfer yağıntılarının xarakteri, miqdarı və şiddətliyi;

-yamacların səmti, meyliyi və uzunluğu;

-geoloji şərait və torpaq tipləri;

-çay şəbəkəsinin sıxlığı.

Eroziya prosesinə təsir göstərən başlıca *iqlim amili* istilik və rütubətin nisbətidir.

Rütubətlik ifrat və kifayət miqdarda olan zonalarda yaxşı inkişaf etmiş bitki örtüyü torpağı bərkidir. Buna görə də bu zonalarda eroziyanın şiddətliyi azdır və gətirmələr,

əsasən məcranın və ya onun yaxınlığında yerləşmiş yamaqların yuyulması nəticəsində formalaşır.

Rütubət kifayət qədər olmayan zonada torpağın nəmliyi azalır, bitki örtüyü seyrəlir və leysanların şiddətliyi, səth sularının sürəti artır. Bütün bunlar gətirmələr axımını çoxaldır.

Dörd müxtəlif iqlim qurşağında iqlimin gətirmələr axımına təsirini öyrənən C.Korbel müəyyən etmişdir ki, eroziyanın sürəti ilə temperatur arasında sıx əlaqə var və ən şiddətli eroziya tropiklərdə müşahidə olunur. N.M.Straxov belə fərziyyə irəli sürür ki, tropik rayonlarda eroziyanın şiddətliyinin yüksək olması fəal kimyəvi aşınma ilə əlaqədardır. Lakin F.Furnye belə hesab edir ki, ən güclü eroziya mövsümi rütubətlənən tropik rayonlarda baş verir. Eroziyanın şiddətliyi mülayim və soyuq qurşaqlara doğru azalır. O, həmçinin göstərmişdir ki, eroziya həm də relyefdən asılıdır və bu asılılıq tropik enliklərdə mülayim qurşağa nisbətən zəifdir. S.Şumm da qeyd edir ki, gətirmələrin illik rejimi əsas çayın meylliyindən asılıdır.

V.Lanqbeyn və S.Şumm eksperimental meydançalarda tədqiqatlar apararaq müəyyən etmişlər ki, eroziyanın ən böyük qiymətləri yağıntıların illik miqdarı 250-350 mm olduqda müşahidə edilir. Yağıntıların miqdarı bu rəqəmlərdən çox olduqda bitki örtüyü daha yaxşı inkişaf edir. Bu isə eroziyanı və gətirmələr sərfini azaldır. Yağıntılar göstərilən miqdardan az olduqda gətirmələr axımı azalır, lakin belə rayonlarda leysanların şiddətliyi çox yüksək olduğundan ani gətirmələr sərfi başqa rayonlarla müqayisədə çox böyük ola bilər.

Gətirmələr axımına çayın illik axımı, onun il ərzində paylanması, gursululuq axımı və yağış daşqınları da təsir göstərir. Gətirmələr axımının formalaşmasında səth axımının rolu daha böyükdür.

*Geomorfoloji amillər* qrupuna ərazinin parçalanmasının morfoloji göstəriciləri (yerli eroziya bazislərinin yüksəkliyi, çay və yarpaqobu şəbəkəsinin sıxlığı, sutoplayıcı və məcranın meyllikləri, sutoplayıcının orta hündürlüyü) və

geoloji quruluşu (dağ süxurlarının tipləri) aiddir. Bu amillər arasında çay şəbəkəsinin sıxlığı, xüsusilə vacib rol oynayır. Dağlıq rayonlarda relyef və ərazinin hündürlüyünün rolu çox böyükdür, çünki gətirmələr axımının kəmiyyəti də hündürlük istiqamətində dəyişir.

Şərqi Avropa düzənliyində də gətirmələr axımı şimaldan cənuba doğru artır və ümumiyyətlə, coğrafi zonallıq qanununa müvafiq paylanır. Burada formalaşmış təbii zonaların çaylarında gətirmələr axımının kəmiyyəti kəskin fərqlənir.

*Meşə zonasında* gətirmələr axımı beş əsas amildən asılıdır: ərazinin ümumi rütubətlənmə şəraitinin göstəricisi olan illik axımdan; gursululuq dövrünün başlanğıcından ən böyük gətirmələr sərfi müşahidə olunan günə qədər torpağın müsbət temperaturlarının cəmindən (torpağın donunun açılma intensivliyini səciyyələndirir); torpağın donma dərinliyindən (torpağın donunun açılma müddətini səciyyələndirir); yazda müşahidə olunan yağıntıların miqdarından və gursululuğun yığıcamlılığından.

*Çöl zonasında* payızda düşən yağıntıların ildən-ilə dəyişkənliyi çox böyükdür. Ona görə də burada yuxarıda göstərilən beş amilə altıncı amil-payız aylarının yağıntılar cəmi də əlavə olunur.

*Yarımsəhra zonasında* payızda torpağın nəmliyi çox az olur, yeraltı sular dərinədə yerləşir, torpağın donunun açılması üçün az istilik tələb olunur. Buna görə də torpaq örtüyünün vəziyyəti səthi yuyulmaya demək olar ki, təsir göstərmir. Bu zonada başlıca amillər orta illik su sərfi, yaz yağıntıları və *gursululuğun yığıcamlılığıdır*.

Yuxarıda qeyd olunan amillər konkret təbii zonada gətirmələr axımının kəmiyyətinin zamana görə (ildən-ilə) dəyişməsinə təsir göstərir. Təbii zona daxilində gətirmələr axımının əraziyə görə dəyişməsi ləng dəyişən amillərdən asılıdır: sutoplayıcının sahəsi, sutoplayıcı və məcranın meyllikləri, sutoplayıcının orta hündürlüyü, çay şəbəkəsinin

sıxlığı, torpaq və süxurların tipi, sutoplayıcının meşələrlə örtülülük və şumlanma dərəcəsi.

Kiçik çayların gətirmələr axımına yerli amillər güclü təsir göstərir. Orta çayların gətirmələr axımı zonal amillərin təsiri altında formalaşır. Böyük çaylarda ayrı-ayrı landşaft zonalarının təsiri nivelirlənir və orta illik gətirmələr sərfinin dəyişkənliyi daşqının yüksəkliyi və gursululuq dövrü su sərfələrinin artmasının şiddətliyi ilə təyin olunur.

Gətirmələr axımının formalaşma şəraitini öyrəndikdə çayın uzununa profilində ölçmələr yerinə yetirilən kəsiyin mövqeyi nəzərə alınmalıdır. Çayın uzununa profilinin forması çay boyu eroziya prosesinin şiddətliyinin göstəricisidir. Uzununa profilin sınma nöqtələrində gətirmələr axımı kəskin dəyişir, çünki axının nəql etmə qabiliyyəti dəyişir. Müəyyən edilmişdir ki, çayın sutoplayıcısında və məcrada eroziya prosesinin şiddətliyi və axının gətirmələri nəql etmə qabiliyyəti meyliyə mütənəsbidir.

## 9.2 . GƏTİRMƏLƏR AXIMININ NÖVLƏRİ VƏ İL ƏRZİNDƏ PAYLANMASI

Gətirmələr nəql olunma üsulundan asılı olaraq iki növə bölünür: *asılı və dib gətirmələr*. Lakin gətirmələrin bu təsnifatı müəyyən mənada şərtidir, çünki axının hidravliki xarakteristikaları (sürət, dərinlik və s.) dəyişdikdə, gətirmələrin hərəkət rejimi də dəyişə bilər. Məsələn, eyni ölçülü hissəciklər axının sürətindən asılı olaraq asılı vəziyyətdə və ya dibdə hərəkət edə bilər. Gursululuq və daşqın zamanı axının sürəti böyüdüyündən dib gətirmələrinin bir hissəsi hərəkətə gəlir. Azsulu dövrlərdə isə, əksinə, sürət azaldığından asılı gətirmələrin bir hissəsi çökərək dib gətirmələrinə çevrilir.

Asılı gətirmələr, adətən, kiçik ölçülü mineral hissəciklərdir və onlar su ilə eyni sürətlə hərəkət edir. Hissəciklərin asılı vəziyyətdə olmasının səbəbi axının turbulent-

liyidir. Asılı hissəciklərin miqdarı onların mənbələrindən asılıdır.

Dib gətirmələri qum, çınqıl, çay daşından ibarət olur. Onlar yalnız axının sürəti müəyyən bir böhran qiymətdən böyük olduqda hərəkətə gəlir.

Azərbaycanın bəzi çayları üçün asılı və dib gətirmələrin illik gətirmələr axımında payı cədvəl 9.1-də verilmişdir.

Cədvəl 9.1

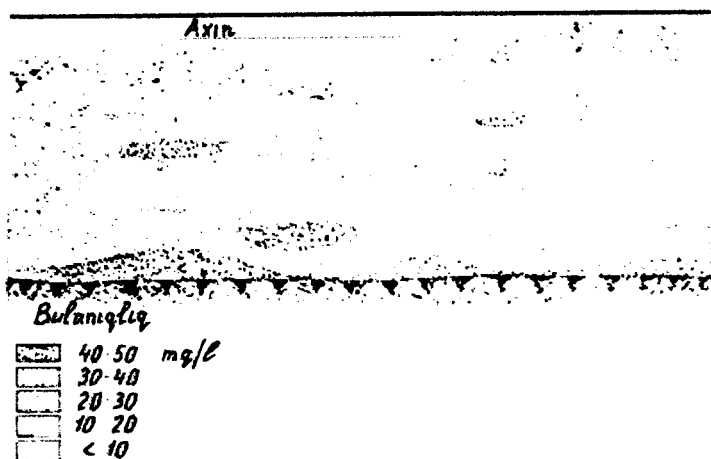
ASILI VƏ DİB GƏTİRMƏLƏR AXIMININ NİSBƏTİ  
[S.A. AXUNDOV, 1978]

№	Çay-məntəqə	Asılı gətir., %	Dib gətir., %
1	Qusarçay-Quzun	80	20
2	Kürmükçay-İlisu	74	26
3	Göyçay-Göyçay	94	6
4	Gəncəçay Zurnabad	83	17
5	Təngərud-Vaço	84	16

Bu cədvəldən göründüyü kimi, Azərbaycan çaylarının gətirmələr axımının əsas hissəsi asılı gətirmələrin payına düşür. Dib gətirmələrinin axımı daşqınlar zamanı 20-30%, aralıq fazada isə 10%-ə yaxındır (Axıncaçay, Xaçınçay, Qoşqarçay). Digər dağlıq rayonların çaylarında da dib gətirmələrin payı asılı gətirmələrlə müqayisədə çox azdır. Düzən ərazi çayları üçün bu nisbət daha kiçikdir və 1-10% təşkil edir.

Asılı gətirmələr axımının ərazi üzrə paylanması, adətən, *suyun orta bulanıqlığının* dəyişməsi şəklində göstərilir. *Bulanıqlıq* çayın canlı en kəsiyində, onun uzunluğu boyu və zamana görə dəyişir. Bir qayda olaraq, bulanıqlıq səthdən dibə doğru çoxalır (şəkil 9.1). Bu, dibə yaxın hissədə gətirmələrin iri fraksiyalarının hesabına baş verir. Kiçik fraksiyalar isə (0,001 mm-dən kiçik) dərinlik boyu bərabər paylanır.

Axının turbulentliyi gücləndikcə asılı gətirmələrin dərinlik üzrə paylanmasıdakı qeyri-bərabərlik azalır.



ŞƏKİL 9.1. Bulanıqlığın çayda paylanma sxemi [2].

Gətirmələrin çayın eni boyu paylanması çox mürəkkəb xarakter daşıyır və bu barədə müəyyən bir qanunauyğunluq qeyd etmək qeyrimümkündür.

Çayın uzunluğu boyu gətirmələr sərfi və bulanıqlıq dəyişir. Adətən, çay boyu gətirmələr axımı çoxalır. Lakin, bəzən bu qanunauyğunluq pozulur, məsələn Amu-Dərya çayında. Gətirmələrin bir hissəsi tədricən subasarda, qollarda və deltalarda çökür.

Şərqi Avropa düzənliyində şimaldan cənuba axan çayların bulanıqlığı mənəb istiqamətində artır (Volqa, Don). Bu, qeyd olunan istiqamətdə eroziya prosesinin şiddətliyinin çayın suluğuna nisbətən daha sürətlə artması ilə izah olunur. Cənubdan şimala doğru axan Sibir çaylarında (Ob, Yenisey, Lena), əksinə, mənəb istiqamətində bulanıqlıq azalır.

Bulanıqlıq və asılı gətirmələr axımının il ərzində paylanması çay şəbəkəsinə daxil olan eroziya materiallarından və çayın su rejimindən asılıdır. Yaz gursululuğu müşahidə

olunan çaylarda sutoplayıcının səthindən yuyulan gətirmələr su rejiminin bu fazasının birinci yarısında çay şəbəkəsinə daha çox daxil olur. Bu zaman gətirmələrin tərkibində xırda fraksiyalar üstünlük təşkil edir ( $<0,005$  mm). Müəyyən bir vaxtdan sonra hövzədə aşınma məhsullarının miqdarı və çaya daxil olan gətirmələrin miqdarı azalır, lakin su sərfələri isə hələ artmaqda davam edir. Gursululuğun ən böyük sərfi keçdikdə gətirmələrin iriliyi artır. Bu, eroziya materiallarının yağın və qobulardan, habelə çay məcrasının yuyulması ilə bağlıdır. Lakin axının bu eroziya fəaliyyəti sutoplayıcının səthindən gətirmələrin azalmasını kompensasiya etmir. Bu səbəbdən, yaz gursululuğu müşahidə olunan çaylarda, adətən, asılı gətirmələr sərfinin maksimumu su sərfinin maksimumundan əvvəl qeydə alınır. Kiçik, çaylarda hər iki maksimum eyni vaxtda müşahidə olunur. Bəzən isə gətirmələr sərfinin maksimumu su sərfinin maksimumundan bir qədər sonra müşahidə olunur. Bu, kiçik çaylarda fəal məcrə prosesləri ilə əlaqədardır.

Buzlaqların ərinti suları ilə qidalanan çaylarda da bu iki maksimum çox zaman üst-üstə düşür. Eyni hadisə əsasən yağış suları ilə qidalanan dağ çaylarında keçən daşqınlar üçün də səciyyəvidir.

Çay axımı başlıca olaraq yeraltı sularla formalaşan dövrlərdə gətirmələr axımı az olur.

Şərqi Avropa düzənliyinin meşə zonasının çaylarında gətirmələr axımının 50-95%-i yaz, 1-30%-i yay-payız, 0-30%-i isə qış mövsümünün payına düşür.

Çöl zonasında yaz mövsümünün gətirmələr axımı qərbdən şərqə doğru artır. Zonanın qərbində yaz axımı illik axımın 45-70%, şərqində isə 70-95%-ni təşkil edir. Yay-payız və qış mövsümlərində gətirmələr axımı qərbdə 30-45%-dən, şərqdə 0,5-1,0%-ə qədər azalır.

Sibir çaylarında, kəskin kontinental iqlim şəraitində, yaz gursululuğu dövrü illik gətirmələr axımının 80-95%-i keçir.

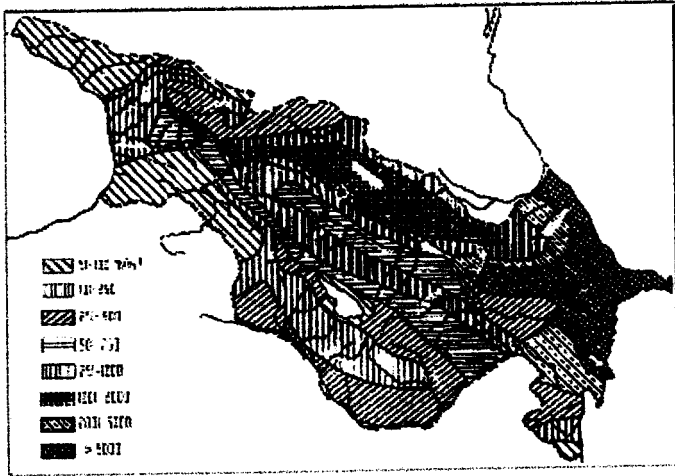
Başlıca olaraq qar suları ilə qidalanan Amu-Dərya çayında yaz gursululuğu zamanı gətirmələr axımının 75%-i müşahidə olunur. Sır-Dərya çayında da gursululuq dövrü gətirmələr axımı illik axımın 75%-ni təşkil edir. Lakin bu çayın qidasında qar suları ilə yanaşı buzlaq suları da iştirak etdiyinə görə, gətirmələr axımının əsas hissəsi yayda müşahidə olunur. Payız-qış mövsümündə gətirmələr axımı azdır və orta hesabla 5% təşkil edir.

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi, çay gətirmələrinin formalaşması zonal və azonal amillərdən asılıdır.

*Zonal amillərin* təsiri nəticəsində çayların bulanıqlığı ərazi üzrə *enlik zonallığı* qanununa müvafiq dəyişir. Lakin bəzən azonal amillərin təsiri nəticəsində *zonallıq* pozulur. *Azonal amillərin* təsiri dağlıq ərazi çaylarında daha aydın hiss olunur. Bu, dağ süxurlarının mozaik paylanması və onların litoloji tərkibi ilə əlaqədardır.

Tyan-Şan çaylarının bulanıqlığı azdır və mənbəyə yaxın hissələrdə  $100\text{q/m}^3$  təşkil edir. Altayda çayların bulanıqlığı  $1000\text{q/m}^3$ -dan azdır. Amu-Dərya çayının sağ qollarının bulanıqlığı yüksəkdir və  $2500\text{--}4000\text{ q/m}^3$  təşkil edir. Atrek çayında asılı gətirmələrin miqdarı  $20\text{ kq/m}^3$ -a çatır.





ŞƏKİL 9.2. Cənubi Qafqazın çay sularının bulanılıq xəritəsi [8].

Cənubi Qafqaz çaylarının orta bulanılıq xəritəsi şəkil 9.2-də göstərilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, bulanılığın qiyməti çox böyük diapozonda dəyişir. Regionun şərq hissəsində bulanılıq daha böyükdür (2500-5000 q/m<sup>3</sup>). Bu, ərazidə asan yuyulan süxurların (gil, qum, əhəngdaşı, gilli şistlər) geniş yayılması ilə izah olunur. Ən az bulanılıq isə Cənubi Qafqazın qərb hissəsinin çayları (Kodori, İnquri) üçün səciyyəvidir (51-100 q/m<sup>3</sup>).

### 9.3. HƏLL OLMUŞ MADDƏLƏR AXIMI

Asılı və dib gətirmələri ilə yanaşı, sülb axımının tərkib hissələrindən biri də həll olmuş maddələrdir. Belə maddələrin hissəciklərinin ölçüsü 10<sup>-5</sup>mm-dən kiçikdir. Həll olmuş maddələr üzvi və qeyri-üzvi (mineral) mənşəli olur. Mineral mənşəli hissəciklər böyük əksəriyyət təşkil edir və öz növbəsində üç qrupa bölünür:

1. Əsas ionların ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ) duzları;
2. Biogen maddələr ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , P, Fe, Si);
3. Mikroelementlər (Cu, Zn, Mn, B, Co və s.)

Çay sularında həll olmuş mineral maddələrin ümumi kütləsinin 90-95%-dən çoxu əsas ion duzlarının payına düşür.

Suyun vahid həcmində həll olmuş mineral maddələrin miqdarı *minerallaşma* adlanır. Hidroloji praktikada suyun minerallaşması dedikdə, adətən, əsas ion duzlarının cəmi nəzərdə tutulur. Çay sularının minerallaşması əksər halda 35-1000 mq/l arasında dəyişir. Məsələn, Neva çayının orta illik minerallaşması 35 mq/l, Ob, Yenisey, Lena, Amurda 40-80 mq/l, Volqa, Dnepr, Don, Kubanda 150-180 mq/l, Kür, Ural, Terekdə 150-300 mq/l, Amu-Dərya və Sır-Dəryada isə 420-430 mq/l təşkil edir.

Çay sularının kimyəvi tərkibinin formalaşmasında çayların qida mənbələrinin rolu böyükdür. Yeraltı sularla qidalanma çay sularının minerallaşmasını artırır, yağış və qar suları ilə qidalanma isə, əksinə, onu azaldır.

İfrat rütubətli zonadan arid zona istiqamətində çayların minerallaşması artır. Bu, həmin istiqamətdə atmosfer yağıntılarının azalması və torpaqda asan yuyulan duzların miqdarının çoxalması ilə əlaqədardır. Beləliklə, çay sularının minerallaşmasının dəyişməsində də zonallıq müşahidə olunur.

Çayların minerallaşması il ərzində də dəyişir. Gursuluq və daşqınlar zamanı minerallaşma az, azsulu dövrlərdə isə çox olur.

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi, həll olmuş maddələr başlıca olaraq əsas ionlardan ibarətdir. Buna görə də *həll olmuş maddələr axımı* dedikdə, elə əsas ionların axımı və ya sadəcə olaraq, *ion axımı* başa düşülür.

İon axımı çay sularının minerallaşmasından və çay axımından asılıdır. O, aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$R_i = A \cdot m \cdot Q, \quad (9.1)$$

burada Q-orta illik su sərfi, m<sup>3</sup>/s; m-suyun mineralaşması (əsas ionların cəmi), mq/l; A-əmsal (ion axımı il üçün tonla hesablandıqda A=31,54).

İon axımının mütləq qiymətindən başqa, onun başqa göstəricisindən-ion axımın modulundan da istifadə olunur:  $M_i=R_i/F$ , (t/(km<sup>2</sup>·il)) (F-sutoplayıcının sahəsidir).

İon axımı çay axımının həcmindən asılı olduğu üçün, il ərzində su sərfələri ilə sinxron dəyişir.

İon axımın (həll olmuş maddələr axımının) asılı gətirmələr axımına nisbəti kimyəvi denudasiyanın (eroziyanın) mexaniki denudasiyaya nisbətini səciyyələndirir. Dağ çayları üçün bu nisbət 0,2-0,7, düzən çayları üçün isə 0,6-1,2 arasında dəyişir.

Bəzi çaylar üçün asılı gətirmələr və həll olmuş maddələr axımının qiymətləri cədvəl 9.2-də verilmişdir.

Cədvəl 9.2

**ÇAYLARIN ASILI GƏTİRMƏLƏR VƏ HƏLL OLMUŞ MADDƏLƏR AXIMININ MODULLARI [9]**

Çay	Asılı gətir., t/km <sup>2</sup>	Həll olmuş maddələr, t/km <sup>2</sup>	Çay	Asılı gətir., t/km <sup>2</sup>	Həll olmuş maddələr, t/km <sup>2</sup>
Amu-Dərya	960	78,1	Kuban	180	31,4
Sır-Dərya	186	27,8	Don	17,0	147
Kür	205	23,4	Amur	35,8	10,1
Araz	190	28,4	Ob	5,3	12,2
Rioni	600	161	Yenisey	4,2	11,4

#### 9.4 KONTİNETAL YAMAQLARDAN OKEANLARA ASILI GƏTİRMƏLƏR AXIMI

Ayrılıqda hər bir materikdən okeanlara daxil olan gətirmələr axımının qiymətləri cədvəl 9.3-də verilmişdir. Bütün materiklərdən birlikdə hər il Dünya okeanına 15700 mlrd.kq asılı gətirmələr daxil olur (daxili axım rayonları nəzərə alınmır).

Ən çox gətirmələr Asiya qitəsinin çaylarının payına düşür (67%). Bu, Asiyada asan yuyulan lyos süxurların geniş yayılması, çayların ən hündür dağ sistemləri olan Himalay, Kunlun, Pamir, Tyan-Şanın buzlaqları ilə qidalanaraq bolsulu olması ilə izah olunur. Cənubi Amerika materikinın sahəsi Şimali Amerikadan kiçik olsa da, gətirmələr axımı təqribən iki dəfə çoxdur. Şimali Amerika və Afrika çaylarının gətirmələr axımı təxminən bərabərdir.

Bütün gətirmələrin cəmi 3%-i Avropa çaylarının, 1%-i isə Avstraliya və Okeaniya çaylarının payına düşür.

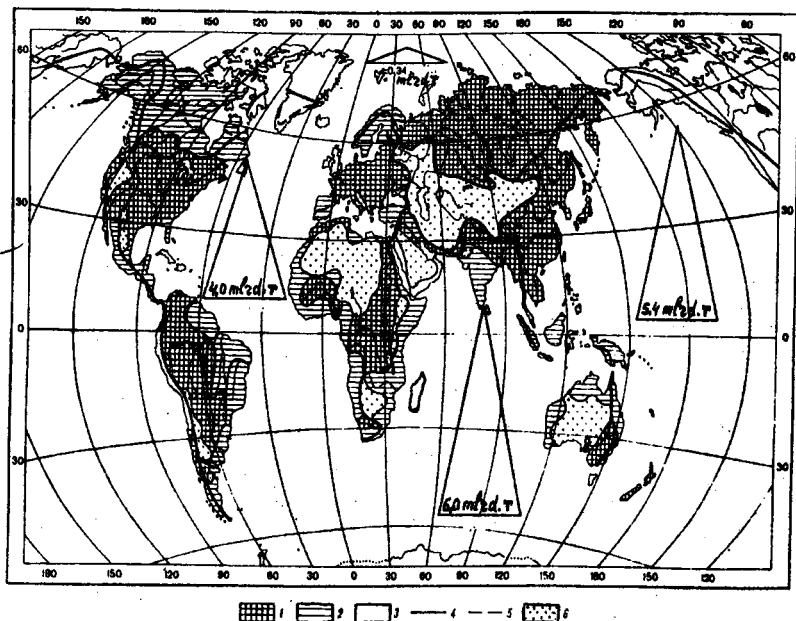
Cədvəl 9.3

#### QURUDAN (MATERİK) OKEANLARA DAXİL OLAN ASILI GƏTİRMƏLƏR AXIMI [24]

Materik	Mlrd. kq/il	%
Asiya	10500	67,0
Cənubi Amerika	2440	15,5
Şimali Amerika	1100	7,2
Afrika	988	6,3
Avropa	439	2,7
Avstraliya və Okeaniya	197	1,3
<b>Cəmi:</b>	<b>15700</b>	<b>100,0</b>

Hər bir okeana ayrılıqda daxil olan asılı gətirmələrin miqdarı şəkil 9.3-də göstərilmişdir. Bu şəkildən görüldüyü kimi, il ərzində ən çox gətirmələr Hind okeanı hövzəsi

caylarının payına düşür (6,0 mlrd. ton/il və ya 38%). Sakit okean hövzəsinin yamaçından hər il 5,4 mlrd. ton (və ya 34%) gətirmələr daxil olur. Atlantik okeanın hövzəsi Hind və Sakit okeanın hövzələrinin çəmindən böyük olsa da, gətirmələr axımında onun payı nisbətən azdır -4,0 mlrd. ton/il və ya 26%. Ən az asılı gətirmələr axımı Şimal Buzlu okean hövzəsi cayları ilə daxil olur (2% və ya 0,34 mlrd. ton/il).



ŞƏKİL 9.3. Dünya okeanına asılı gətirmələr axımı [8].

1-gətirmələr axımı üzərində müşahidələr aparılan ərazilər; 2-gətirmələr axımı hesablama yolu ilə qiymtləndirilən ərazilər; 3-hesablamalarda nəzərə alınmayan ərazilər; 4-okean suayırıcıları; 5-daimi donuşluğun sərhəddi; 6-daxili axım sahələri.

Göründüyü kimi, qlobal miqyasda cayların gətirmələr axımı hesablandıqda yalnız asılı gətirmələr axımı haqqında məlumatlardan istifadə olunmuşdur. Dib gətirmələri axımının nəzərə alınmaması böyük caylar üçün onun kəmiyyətinin asılı gətirmələr axımının çəmi 5%-nə qədərini təşkil etməsi

ilə əlaqədardır. Dib gətirmələri axımı haqqında məlumatlar həm də çox az və keyfiyyətsizdir.

### 9.5. SEL DAŞQINLARI

**Sel**-böyük dağıdıcı qüvvəyə malik və mineral hissəciklərlə zənginləşmiş qısa müddətli daşqındır. Selin adi yağış daşqınlarından başlıca fərqi tərkibində iri daşlarla yanaşı küllü miqdarda müxtəlif ölçülü bərk hissəciklərin olmasıdır. Sel axınının ümumi kütləsinin 80-85%-nə qədərini gətirmələr təşkil edə bilər. Adi daşqınlarda isə bu göstərici 10%-dən çox olmur.

Selin böyük dağıdıcı qüvvəyə malik olmasının səbəbi onun sıxlığının, sürətinin böyük və tərkibində iri sükur qırıntılarının olmasıdır. Sel, hövzələrində böyük miqdarda aşınma məhsulları toplanmış və meyilliyi 0,1%-dən çox olan dağ çaylarında və quru dərələrdə şiddətli leysanlar yağdıqda və ya qar örtüyü intensiv əridikdə müşahidə olunur. Sellər həm də buzlaq və uçqun göllərin dağılması (yarılması) nəticəsində də yaranır.

Sellərin yaranması üçün əlverişli olan təbii amillər aşağıdakılardır:

- 1) dağlıq relyef: hövzə və dərələrin dik yamaqları, çayların meyilliyinin böyük olması;
- 2) yamaqlarda, dərələrdə və məcralarda böyük miqdarda eroziya materiallarının olması;
- 3) şiddətli leysan yağışların yağması və ya qarın intensiv əriməsi.

Beləliklə, sel daşqınları kiçik dağ çaylarında, xüsusilə quraq rayonlarda daha tez-tez baş verir. Onlar sutoplayıcıda bir neçə il ərzində yığılmış aşınma materiallarını çayın mənsəbi istiqamətində hərəkətə gətirir.

Belə rayonlarda ümumi iqlim amilləri, hövzənin geomorfoloji xüsusiyyətləri və yamaqlarda bitki örtüyünün olması eroziyanı gücləndirir. Bəzən iri qırıntı materialları yamaqların bütün səthini örtür və dərənin genişləndiyi yerdə iri

gətirmə konusları əmələ gətirir. Təbiidir ki, belə qırıntı materialları kütləsi dayanıqsız tarazlıq vəziyyətində olur və buna görə də leysanlar bu tarazlığı poza bildikdə aşınma məhsulları hərəkətə gələrək sel daşqını əmələ gətirir.

Sel axınının minimal sıxlığı  $1100 \text{ kq/m}^3$ , maksimal sıxlığı isə  $2000-2300 \text{ kq/m}^3$  təşkil edir. Çox zaman sel axınlarının sıxlığı  $1300-1700 \text{ kq/m}^3$  arasında dəyişir.

Sellər üç tipə bölünür:

1. *Palçıqlı sellər*: axının həcmnin 50%-dən çoxunu bərk faza təşkil edir və hissəciklərin əksəriyyətinin ölçüləri 1 mm-dən kiçik olur;

2. *Daşlı-palçıqlı sellər*: axının həcmnin 50%-dən çoxunu bərk faza təşkil edir və süxur qırıntılarının ölçüləri 1 mm-dən böyük olur;

3. *Sulu-daşlı sellər*: axının həcmnin 50%-dən az hissəsini bərk faza təşkil edir (iri süxur qırıntıları).

Sel axınlarının hərəkət sürəti 2-10m/san arasında dəyişir. Selin sürətini adi hidrometriki üsullarla ölçmək mümkün olmur. Bununla əlaqədar, sürəti təxmini hesablamaq üçün strukturuna görə Şezi düsturuna yaxın düsturlardan istifadə olunur.

Kortəbii hadisələr içərisində dağıdıcı qüvvəsinə və vurduğu ziyanın həcminə görə sellər, xüsusilə seçilir. Sellərin coğrafiyası çox genişdir. Onlar ən çox Qafqaz, Krım, Karpat, Himalay, Tayn-Şan, And, Alp dağ sistemlərində baş verir. 1921-ci ildə Malaya Almatinka çayında baş verən sel zamanı Almatı şəhərinin bir hissəsi dağılmış və çoxsaylı insan tələfatı qeydə alınmışdır. 1939-cu ildə ABŞ-da Los-Anjeles yaxınlığında keçən sel də insan tələfatı və külli miqdarda maddi ziyanla nəticələnmişdir.

Sel Azərbaycanın demək olar ki, bütün dağlıq rayonlarında müşahidə olunur. Lakin Böyük Qafqazın cənub yamacı özünün sel fəaliyyətinə görə dünyanın ən güclü selli rayonları ilə bir sırada durur. Burada, xüsusilə Kiş və Şin çayları hövzələrində, selin əmələ gəlməsinin, güclü və dağıdıcı

enerji potensialına malik olmasının bir neçə təbii və antropogen şərtləri var.

Sellərin mənfi təsirini azaltmaq üçün müxtəlif tədbirlər həyata keçirilir. Xarici ölkələrdə selə qarşı ən səmərəli tədbir kimi dağ yamaqları qorunur və orada əsaslı meşə-meli-orativ işləri aparılır. Dağ yamaqlarında sellə mübarizənin təşkili hər şeydən əvvəl meşə, kol və ot örtüyünün qorunmasını və inkişafını nəzərdə tutur. Bitki örtüyü eroziya prosesini kəskin zəiflədir.

Sel təhlükəsi əleyhinə yönəlmiş vacib tədbirlərdən biri eroziyaya uğramış dağ yamaqlarında mal-qara otarılmasının nizama salınmasıdır. Otarılmadan sonra torpaq örtüyü 2-3 sm dərinliyə qədər boşalır və yuyulmaya məruz qalır.

Buzlaq və moren göllərindən böyük miqdarda su kütləsinin çıxması nəticəsində yaranan selləri aradan qaldırmaq üçün selli dövrün başlanğıcında bu göllərdən suyu buraxmaq lazımdır.

Azərbaycan şəraitində çınqılların bioloji bərkidilməsi üzrə təcrübələr müsbət nəticələr vermişdir. Çınqıllı dik yamaqlarda ağ akasiya, çaytikanı, söyüd əkiləndən 6 il sonra çınqıl materiallarının hərəkəti dayanmışdır.

Çayların daha intensiv yuyulma sahələrini möhkəmlətmək üçün daş və ya betondan hazırlanmış divar və qurşaqlar tətbiq olunur.

Yataq hidrotexniki tədbirləri və qurğuları əsas etibarilə sel axınlarını zəiflətməyə yönəldilmişdir. Bu cür tədbirlər yaşayış məntəqələrini, avtomobil və dəmir yollarını, elektrik stansiyalarını, mədənləri və s. qorumaq işlərində daha zəruridir.

### Yoxlama suallar:

1. Sülb axım anlayışı və onun tərkib hissələri.
2. Eroziya prosesi və onun əsas növləri.
3. Gətirmələr axımının növləri. Asılı və dib gətirmələr axımlarının nisbəti.



4. Gətirmələr axımına təsir edən əsas fiziki-coğrafi amillərin təsnifatı.
5. Gətirmələr axımının formalaşmasında iqlim amillərinin rolu.
6. Geomorfoloji amillərin gətirmələr axımına təsiri.
7. Gətirmələr axımının təbii zonalara görə dəyişməsi.
8. Gətirmələr axımının çayın uzunluğu boyu dəyişməsi.
9. Suyun bulanılıqlığı. Onun çayın canlı en kəsiyində, çayın uzunluğu boyu və zamana görə dəyişməsi.
10. Bulanılıqlığın çayın sululuğundan asılılığı.
11. Həll olmuş maddələr axımının tərkib hissələri.
12. Suyun minerallaşması nəyə deyilir?
13. İon axımı anlayışı, onun amilləri və hesablanması.
14. Çay sularının minerallaşma dərəcəsinə onun qida mənbələrinin təsiri.
15. Asılı gətirmələr və həll olmuş maddələr axımlarının nisbəti.
16. Asılı gətirmələr axımının materiklər üzrə paylanması.
17. Sel daşqınları və onların tipləri.
18. Sellərin yaranması üçün əlverişli olan təbii amillər.
19. Sel və yağış daşqınlarının fərqi.
20. Sellərə qarşı mübarizə tədbirləri.
21. Sülb axımın öyrənilməsinin praktiki əhəmiyyəti.

## TERMINLƏR GÖSTƏRİCİSİ

- Azonal amillər 7, 188  
Azonal rejimli cayılar 7  
Azsulu mövsüm 111  
Azsulu faza 74, 111  
Akumulyasiya 149  
Aralıq faza 76, 111  
Aralıq faza axımı 111  
Aralıq fazanın zaman xarakteristikaları 120  
Artezian suları 121  
Asılı gətirmələr 184  
Atmosfer yağıntıları 25  
Axım əmələgətirən amillər 24  
Axım əmələgətirən zona 129  
Axım əmələgətirən yağışlar 27  
Axım əmsalı 4, 59, 173  
Axım izoxətləri xəritələri 7  
Axım itkisi 59, 172  
Axım layı 3  
Axım meydancası 20  
Axım modulu 3  
Axım norması 73  
Axım həcmi 3  
Axımın il ərzində paylanması 99  
Axımın genetik formulu 154  
Axımın təbii tənzimlənmə əmsalı 107
- Bazis axımı 108  
Bataqlıqlar 95, 100, 125, 144  
Bataqlıqlaşma əmsalı 144, 146  
Bataqlıqların çay axımına təsiri 55  
Biogen maddələr 190  
Birbaşa analogiya 6  
Birçins hidroloji rayon 18

Bitki örtüyünün səthinin islanması 60  
Buzlaq suları 126  
Buzlaqlar 55, 95, 105  
Bulanıqlıq 185  
Buxarlandırıcı qurğular 28  
Buxarlandırıcılar 38  
Buxarlanma 33, 121  
Buxarlanma əmsalı 59

Vahid hidroqrafın tənlikləri 159  
Qar örtüyü 135  
Qar örtüyünün qalınlığı 136  
Qar örtüyünün ərimə prosesi 138  
Qar örtüyünün tükənmə əyrisi 138  
Qarın ərimə intensivliyi 140  
Qarın suverməsi 139  
Qarın susaxlama qabiliyyəti 138  
Qarışıq qidalı cay tipi 92  
Qacış müddəti 147  
Genetik yanaşma 16  
Qış aralığı faza 114

Daimi qrunt suları 121  
Darsi qanunu 67  
Daşqın əmələgətirən yağışlar 167  
Daşlı-palcıqlı sellər 195  
Dib gətirmələri 184  
Dolayı amillər 24  
Dolayı analogiya 6  
Drenaj olunan sular 129

Elementar daşqının tənlikləri 159  
Empirik reduksiya asılılıqları 161  
Enlik zonallığı qanunu 188  
Epizodik donma 132  
Eroziya prosesi 181

Ərinti suları 86  
Ərinti sularının itkisi 149  
Əsas ionların duzları 190

Zəif axım 114  
Zonal amillər 188  
Zonal-lanşaft tədqiqat üsulu 15  
Zonal prinsip 17  
Zonal rejimli caylar 7  
Zonallıq 176, 188

İqlim amilləri 24, 181  
İzogiyet 30  
İzogiyet üsulu 30, 32  
İzoxətlərin addımı 8  
İzoxronlar 151  
İon axımı 190  
İnfiltrasiya 67  
İnfiltrasiya qabiliyyəti 69  
İnfiltrasiya indeksləri 71  
İnfiltrometr 69  
İslatma 67  
İstilik balansı metodu 34  
İtki əmsalı 59

Yağıntılar 62, 120  
Yağış axımının itkisi 172  
Yağış daşqını 76, 167  
Yağış layının sahəyə görə reduksiyası 170  
Yağışın effektiv hissəsi 169  
Yağışın şiddətliyi 169  
Yağışın şiddətliyinin zamana görə reduksiyası 169  
Yay aralıq faza 116  
Yay-payız aralıq faza 116  
Yamaç qacış müddəti 147  
Yamaçların ekspozisiyası 47  
Yer səthi amilləri 24  
Yeraltı axım 89  
Yeraltı sular 121

Yerli amillər 7

Karst 49

Karst suları 122

Kvadratlar üsulu 29

Kəsilmə dərinliyi 127

Genetik yanaşma 16

Genetik təhlil 4

Geoloji quruluş 48

Geomorfoloji amillər 182

Gətirmə konusları 126, 130

Gətirmələr axımı 181

Göllər 94, 99, 122, 144

Göllük əmsalı 144

Gölün tənzimləyiçi prizmasının həcmi 52, 125

Gur yağışlar 168

Gursululuq 75

Gursululuq axımının həcmi 162

Gursulu dövr 135

Gursululuğun başlanğıcının orta tarixi 161

Gursululuğun yığcamlığı 183

Gursululuğun maksimal su sərfələri 162

Landşaft amilləri 24

Leysan yağışlar 168

Leysanlar 167

Ləng dəyişən amillər 24

Maksimal axım modulunun reduksiyası 160

Maksimal axımın genetik nəzəriyyəsi 151

Meteoroloji amillər 24

Məşələr 95, 100, 125, 145

Məşəlik əmsalı 146

Məşənin cay axımına təsiri 50

Məhdudlaşdıran dövr 105

Məhdudlaşdıran mövsüm 105

Mikroelementlər 190

Minerallaşma 190

Minimal axım 111  
Minimal axım dövrü 111  
Minimal qış axımı 128  
Minimal yay-payız axımı 128  
Modul əmsalı 4  
Mövsümi yeraltı sular 121  
Mövsümi tənziqləmə 52  
Mümkün buxarlanma 44

Orta hesabi metod 27

Palçıqlı sellər 195  
Poliqonlar üsulu 27  
Polizonal rejimli caylar 7

Rayonlaşma 16  
Reduksiya əmsalı 160, 161  
Relyef 46, 96, 100, 128, 143

Sel 194  
Səth axımı 89  
Su balansı meydancaları 23  
Su balansı metodu 12, 33  
Su balansı tənliyi 12  
Su rejiminin fazaları 75  
Su sərfi 3  
Su təsərrüfatı ili 105  
Subasar 100, 126  
Suyun bulanıqlığı 185  
Suyun səthdə akumuliyası 63  
Sulu-daşlı sellər 195  
Sutkalıq su sərfələrinin təminat əyriyələri 109  
Sutoplayıcının ölçüləri 147  
Sutoplayıcının forması 105  
Süzülmə 67  
Sülb axım 181

Tez dəyişən amillər 24  
Təbii kolmatasiya 68

Təbii rejimin pozulduğu zona  
Tipoloji yanaşma 16  
Torpaq örtüyü 48  
Tranzit zona 130  
Transpirasiya 40  
Transpirasiya əmsalı 40  
Turbulent diffuziya metodu 36

Faktik buxarlanma 44  
Fərq-inteqral əyriləri 74  
Filtrasiya 67  
Funksional yanaşma 17

Havanın rütubət çatışmazlığı 121  
Havanın temperaturu 121  
Həll olmuş maddələr axımı 190  
Hidravliki yastıq 136  
Hidroqraf 80  
Hidroqrafik şəbəkənin sıxlığı 176  
Hidroqrafın parçalanması 88  
Hidrogeoloji şərait 48  
Hidroloji analogiya 6  
Hidroloji quraqlıq 114  
Hidroloji il 105  
Hidroloji mövsüm 105  
Hidroloji rayonlaşma 17  
Hidroloji sıranın reprezentativliyi 73  
Hidroloji-hidrogeoloji metod 7  
Hövzə qacış müddəti 147  
Hövzə (hidroqrafik) prinsipi 17  
Hövzə səthi amilləri 45  
Hövzənin hidrogeoloji şəraiti 122  
Hövzənin hündürlüyü 109  
Hündürlük qurşaqlığı

Cay axımı 3  
Cay subasarı 126  
Cay hövzəsinin sahəsi  
Cayın su rejimi 75

- Caylarda quruma hadisəsi 131  
Cayların qida mənbələrinə görə təsnifatı 92  
Cayların epizodik quruması 132  
Cayların təsnifatı 77  
Coxillik tənzimləmə 94  
Coxsulu faza 74
- Çəm buxarlanma 43  
Çoğrafi interpolyasiya 6  
Çoğrafi - hidroloji metod 5
- Şaquli qurşaqlıq qanunu 164  
Şezi-Maninq düsturu 148  
Şərti amillər 24



## ƏDƏBİYYAT

1. Azərbaycan SSR atlası. Bakı-Moskva, 1963-213s.
2. Аполлов Б.А. Учение о реках. Изд. МГУ, 1963-423с.
3. Будагов Б.А. Геоморфология южного склона Большого Кавказа. –Баку. –Элм. –1969. 177 с.
4. Виссмен У., Хачбаф Т., Кнэпп Д. Введение в гидрологию.- Л.: Гидрометеоиздат, 1979-467с.
5. Владимиров А.М. Минимальный сток рек СССР.- Л.: Гидрометеоиздат, 1970-214с.
6. Владимиров А.М. Сток рек в маловодный период года.- Л.: Гидрометеоиздат, 1976-295с.
7. Владимиров А.М. Гидрологические расчеты.- Л.: Гидрометеоиздат, 1990-265с.
8. Водные ресурсы Закавказья. Под ред. Сванидзе Г.Г. и В.Ш.Цомае.-Л.: Гидрометеоиздат, 1988-264с.
9. Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты.-Л.: Гидрометеоиздат. 1979-431с.
10. Грани гидрологии. Под ред. Дж. К.Родда.-Л.: Гидрометеоиздат, 1980-448с.
11. Давыдов П.К., Дмитриева А.А., Конкина Н.Г. Общая гидрология. Л.: Гидрометеоиздат, 1973-462с.
12. Əyubov Ə.Ş., Quluzadə V.Ə., Nəbiyev H.L., Məmmədov Ç.H. Kiş və Şin sayları hövzələrinin selləri. Bakı, Elm. 1998-215s.
13. Иманов Ф.А. Минимальный сток рек Кавказа. Баку, Нафта-пресс. 2000-298 с.
14. Кузин П.С. Классификация рек и гидрологическое районирование СССР.-Л.: Гидрометеоиздат, 1960-455 с.
15. Кузин П.С., Бабкин В.И. Географические закономерности гидрологического режима рек. Л.: Гидрометеоиздат. 1979-200с.
16. Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее. М.: Мысль. 1974-448с.
17. Məmmədov M.Ə. Rusça-azərbaycança hidrologiya və hidrometriya terminləri lüğəti. - Bakı, Maarif, 1983-54s.
18. Мамедов М.А. Расчеты максимальных расходов воды горных рек.-Л.: Гидрометеоиздат. 1989-184с.

19. Məmmədov M.Ə. İmanov F.Ə., Məmmədov Ə.S., Hüseynov N.Ş. Quraqlığın meteoroloji əsasları və hidroloji proseslər. Bakı, Ağrıdağ. 2000-177s.
20. Müseyibov M.A. Azərbaycanın fiziki coğrafiyası. Bakı, Maarif. 1998-399s.
21. Рустамов С.Г., Кашкай Р.М. Водные ресурсы Азербайджанской ССР. Баку, Элм. 1989-181с.
22. Самохин А.А., Соловьева Н.Н., Догановский А.М. Практикум по гидрологии. Л.: Гидрометеиздат. 1980-296 с.
23. Соколовский Д.Л. Речной сток. Л.: Гидрометеиздат. 1968-536 с.
24. Сток наносов: его изучение и географическое распределение. Под редакцией А.В. Караушева. Л.: Гидрометеиздат. 1977-240с.
25. Xəlilov Ş.B., Məmmədov V.A. Limnologiya terminləri lüğəti. Bakı, 2000-59s.
26. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. Л.: Гидрометеиздат. 1978-308с.
27. Чеботарев Н.П. Учение о стоке. Изд. МГУ. 1962-406 с.
28. Managing Hydro-Geological disasters in a vulnerable Environment. Edited by Kodwo Andan. Perugia-Italy. 1998-273p.
29. Netopil R. Hydrologie pevnin. Praha. 1972-294 str.

## MÜNDƏRİCAT

Səh.

<b>GİRİŞ</b> .....	3
1. Cay axımının tədqiqi üsulları .....	5
1.1. • Cay axımının xarakteristikaları .....	5
1.2. • Hidroloji məlumatların genetik təhlili .....	7
1.3. Axım xəritələri .....	9
1.4. Cay hövzəsinin su balansı .....	13
1.5. Zonal-landşaft tədqiqat üsulu .....	17
1.6. Hidroloji rayonlaşma .....	18
1.7. • Axım meydanları və su balansı stansiyaları .....	22
Yoxlama suallar .....	25
<b>2. CAY AXIMININ ƏSAS FİZİKİ-ÇOĞRAFİ AMİLLƏRİ</b> .....	<b>26</b>
2.1. • İqlim amilləri .....	27
2.1.1. • Atmosfer yağıntıları .....	27
2.1.2. • Cay hövzəsində yağıntıların orta layının hesablanması .....	29
2.1.3. Torpaqdan və su səthindən buxarlanma .....	35
2.1.4. Buxarlandırıcı qurğuların köməyi ilə buxarlanmanın ölçülməsi .....	40
2.1.5. Transpirasiya.....	42
2.1.6. Cay hövzəsindən çəm buxarlanmanın hesablanması üsulları .....	45
2.2. Hövzə səthinin amilləri .....	47
2.2.1. • Relyef .....	48
2.2.2. • Geoloji quruluş və torpaq örtüyü .....	50
2.2.3. • Bitki örtüyü .....	52
2.2.4. • Göl və bataqlıqlar .....	54
2.2.5. • Buzlaqlar .....	57
Yoxlama suallar .....	60
<b>3. • AXIM İTKİLƏRİ</b> .....	<b>61</b>
3.1. Yağıntıların bitki örtüyünü islatması .....	62
3.2. Suyun hövzənin səthində akumulyasiyası .....	65
3.3. • İnfiltasiya .....	68
Yoxlama suallar .....	74

<b>4.</b>	<b>İLLİK AXIM .....</b>	<b>75</b>
4.1.	Axım norması .....	75
4.2.	Cayların su rejimi və onun əsas fazaları .....	77
4.3.	Cayların qida mənbələri .....	88
4.4.	İllik axım normasının coğrafi paylanmasına təsir göstərən amillər .....	94
	Yoxlama suallar .....	99
<b>5.</b>	<b>AXIMIN İL ƏRZİNDƏ PAYLANMASI .....</b>	<b>101</b>
5.1.	Axımın il ərzində paylanmasına təsir göstərən təbii amillər .....	101
5.2.	Hidroloji mövsüm və dövrlər .....	107
5.3.	Axımın təbii tənzimlənmə əmsali .....	109
	Yoxlama suallar .....	112
<b>6.</b>	<b>MİNİMAL AXIM .....</b>	<b>113</b>
6.1.	Azsulu dövrlərdə cay axımının əsas xarakteristikaları .....	113
6.2.	Aralıq fazaların hidroqrafda seçilməsi .....	117
6.3.	Minimal axımın əmələgəlmə şəraiti və əsas amilləri .....	121
6.4.	Minimal axımın əmələgəlmə şəraitinin yüksəklik qurşaqlarına görə dəyişməsi .....	129
6.5.	Cayların quruması və donması .....	131
	Yoxlama suallar .....	134
<b>7.</b>	<b>GURSULULUQ DÖVRÜNÜN AXIMI .....</b>	<b>135</b>
7.1.	Qar örtüyü, onun əriməsi və su verməsi .....	135
7.2.	Hövzə səthi amillərinin gursululuq axımına təsiri ..	143
7.3.	Axım itkisi .....	149
7.4.	Maksimal axımın formalaşmasının genetik nəzəriyyəsi .....	150
7.5.	Maksimal axımın reduksiyası .....	159
7.6.	Gursululuq ünsürlərinin paylanmasının coğrafi qanunauyğunluqları .....	161
	Yoxlama suallar .....	165

8.	<b>YAĞIŞ DAŞQINLARI</b> .....	167
8.1.	Meteoroloji amillər .....	167
8.2.	Hövzə səthi amilləri .....	172
8.3.	Yağış daşqınlarının paylanması çöğrafi qanunauyğunluqları .....	176
	Yoxlama suallar .....	180
9.	<b>SÜLB AXIM VƏ SELLƏR</b> .....	181
9.1.	Gətirmələr axımının təbii amilləri .....	181
9.2.	Gətirmələr axımının növləri və il ərzində paylanması .....	184
9.3.	Həll olmuş maddələr axımı .....	189
9.4.	Kontinental yamaçlardan okeanlara asılı gətirmələr axımı .....	192
9.5.	Sel daşqınları .....	194
	Yoxlama suallar .....	196
	Terminlər göstərişi .....	198
	Ədəbiyyat .....	205
	Mündəriçat .....	207

F.Ə.İMANOV

## ÇAY AXIMI

Bakı – 2002

---

Çapa imzalanmışdır 11.01.2002. Formatı 84x108<sup>1/32</sup>. Şrifti ədəbi qarnitur. Üla növlü ofset kağızı. Ofset çapı. Tirajı 500 nüsxə. Qiyməti müqavilə ilə.

---

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının mətbəəsi.*