

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI
TƏHSİL NAZİRLİYİ

BAKİ DÖVLƏT UNIVERSİTETİ

MAQBET MƏMMƏDOV, FƏRDA İMANOV

Ümumi hidrologiya

*Azərbaycan Respublikası Təhsil
Nazirliyi Elmi – Metodik şurası
Coğrafiya bölməsinin 15.11.2002-ci il
tarixli 03 sayılı iclas protokolu ilə ali
məktəb tələbələri üçün dərslik kimi
təvsiyyə edilmişdir.
(Əmr № 1060 2002-ci il)*

Bakı 2003

Elmi redaktor: coğrafiya elmləri doktoru
Rza Mahmudov

551.4
* M 52

Rəyçilər: Coğrafiya elmləri doktoru,
prof. Telman Tatarayev;

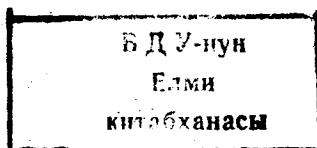
texnika elmlər doktoru,
Xansuvar Cəfərov

Məmmədov Maqbet, İmanov Fərda.
Ümumi hidrologiya, 2003, 329 s.

Dərslikdə hidrosfer sularının qarşılıqlı əlaqələri, çaylarda, göllərdə, bataqlıqlarda, buzlaqlarda, yeraltı sularda, okean və dənizlərdə baş verən hidroloji hadisə və proseslərin fiziki mahiyyəti, ümumi qanunauyğunluqları izah olunur.

Dərslik universitetlərin coğrafiya fakültələrində təhsil alan bakalavr tələbələr üçün nəzərdə tutulsa da, müvafiq ixtisaslı magistr və aspirantlar üçün də faydalı ola bilər.

M $\frac{1801000000}{658(07)007}$ 7 2003



©Bakı Universiteti nəşriyyatı

MÜNDƏRİCAT

	səh.
GİRİŞ	7
1.ÜMUMİ MƏLUMAT	8
1.1. <i>Hidrologiya elminin məqsəd və vəzifələri .</i>	8
1.2. <i>Hidrologiyanın inkişaf tarixi</i>	10
1.3. <i>Suyun Yer kürəsində paylanması</i>	12
1.4. <i>Suyun əsas fiziki xassələri</i>	15
1.5. <i>Hidrologiyanın tədqiqat üsulları</i>	22
1.6. <i>Təbiətdə su dövrəni və</i> <i>dünyanın su balansı</i>	24
1.7. <i>Su obyektlərinin rejimi haqqında anlayış .</i>	31
1.8. <i>Axımın ölçü vahidləri</i>	33
2.YERALTI SULAR	40
2.1. <i>Yeraltı suların mənşəyi</i>	40
2.2. <i>Süxur və torpaqların su-fiziki xassələri.....</i>	45
2.3. <i>Yeraltı suların təsnifatı</i>	48
2.4. <i>Yeraltı suların fiziki xassələri</i>	51
2.5. <i>Yeraltı suların kimyəvi tərkibi</i>	54
2.6. <i>Yeraltı suların hərəkəti</i>	56
2.7. <i>Qrunt sularının rejimi və onların</i> <i>səth suları ilə qarşılıqlı əlaqəsi</i>	58
2.8. <i>Yeraltı suların fiziki-coğrafi</i> <i>proseslərdə rolu</i>	62

3.ÇAYLAR.....	65
3.1. Əsas anlayışlar	65
— 3.1.1.Çay və çay sistemləri	65
— 3.1.2. Çay hövzəsi və onun fiziki-coğrafi xarakteristikaları.....	69
— 3.1.3.Çayların mənbəyi və mənsəbi	76
— (3.1.4)Çay dərəsi və məcrası	79
— 3.1.5.Çayların eninə və uzununa profilləri	83
3.2.Çaylarda suyun hərəkət mexanizmi.....	88
3.2.1.Suyun hərəkətinin iki rejimi	88
3.2.2. Axının orta sürəti. Şezi düsturu	95
3.2.3. Çayda sürətin paylanması. İzotaxlar	104
3.2.4.Çay yataqlarında daxili axıntılar.....	111
3.3.Su rejiminin üsurləri və onlar üzərində müşahidə üsulları	118
— 3.3.1.Səviyyə üzərində müşahidə	118
— 3.3.2.Çayların səviyyə rejimi	120
3.3.3.Çayda suyun sürətinin ölçülməsi	122
3.3.4.Sərf modeli. Sərf ayrıləri	123
— 3.3.5.Su sərfinin təyini üsulları	126
— 3.3.6.Su sərfinin hesablanması	128
3.4.Çayların qidalanması və su rejimi	130
— 3.4.1. Çayların qida mənbələri	130
— 3.4.2. Qida mənbələrinin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi. Hidroqrafın genetik parçalanması	133
3.4.3. Çayların qida mənbələrinə görə təsnifatı	140

3.4.4. Su rejimi fazaları	142
3.4.5. Su rejiminə görə çayların təsnifatı	155
3.5. Çay axımı	157
3.5.1. Çay axımının əmələ gəlməsi	157
3.5.2. İllik axım	173
3.5.3. Axım norması və axım xəritələri	174
3.5.4. İllik axımın tərəddüdü	182
3.5.5. Axımın il ərzində paylanması	196
3.5.6. Çaylarda maksimal və minimal axım	203
3.5.7. Axımın tənzimlənməsi	206
3.5.8. Çayların termik rejimi	208
3.5.9. Çayların buz rejimi	211
3.6. Çay gətirmələri	219
3.6.1. Çayların enerjisi və işi	219
3.6.2. Çay gətirmələrinin əmələ gəlməsi və əsas xarakteristikaları	225
3.6.3. Asılı gətirmələr	233
3.6.4. Dib gətirmələri	239
3.6.5. Gətirmələr axımının rejimi	243
3.6.6. Su anbarları və kanalların lillənməsi	248
3.6.7. Həll olmuş maddələr axımı	254
3.6.8. Sel daşqınları	260
3.6.9. Məcra prosesləri	263
3.6.10. Çay məcralarının illik və çoxillik deformasiyası	270
3.6.11. Çay yataqlarının tənzimlənməsi	274

4. GÖLLƏR.....	279
4.1. Göllərin təsnifatı	276
4.2. Göllərin morfometrik ünsürləri	279
4.3. Gölün su balansı və səviyyə rejimi	282
4.4. Göldə dinamik proseslər	284
4.5. Göllərin termik və buz rejimi	286
4.6. Sututarlarda suyun kimyəvi tərkibi	290
4.7. Göllərin çay axımına təsiri	291
5. BATAQLIQLAR	294
5.1. Bataqlıqların əmələ gəlməsi və təsnifatı	294
5.2. Bataqlıqların hidroloji xüsusiyyətləri	298
6. BUZLAQLAR VƏ ONLARIN HİDROLOJİ ROLU	308
7. OKEANOLOGİYA	314
7.1 Dünya okeanı və onun hissələri	314
7.2. Dəniz suyunun tərkibi, duzluluğu və temperaturu.....	316
7.3. Okean və dənizlərdə səviyyənin tərəddüdü	318
7.4. Okean və dənizlərdə dalgalar.....	319
7.5. Qabarma və axınlar.....	322
8. SU OBYEKTlərİNİN ÇİRKƏNƏMƏSİ VƏ MÜHAFİZƏSİ	325
ƏDƏBİYYAT	328

GİRİŞ

"Ümumi hidrologiya" fənninin əsas vəzifəsi hidrosferdə baş verən hadisə və proseslər, su obyektlərinin xüsusiyyətləri və onların ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqələri ilə tələbələrini tanış etməkdir.

Dərslik universitetlərin coğrafiya fakültələrində təhsil alan tələbələr üçün nəzərdə tutulur və hidrologiyaya coğrafi fənn kimi baxılır. Bu səbəbdən dərslikdəki materiallar elə verilir ki, tələbələr fizika, hidrodinamika, kimyanın qanunlarına əsaslanaraq, coğrafi mühitlə kəsilməz əlaqədə olan hidroloji hadisə və proseslər haqqında təsəvvür əldə edə bilsinlər, təbiət sularına coğrafi landşaftın ayrılmaz hissəsi kimi baxsınlar. Müəlliflər çalışmışlar ki, tələbələr su obyektləri və onlarda baş verən hadisələr haqqında biliklərə yiyələnməklə kifayətlənməsinlər və elmi təhlil bacarığını inkişaf etdirdirsinlər.

Dərslik hazırlanarkən xarici ölkələrdə çap olunmuş dərslik və monoqrafiyalardan geniş istifadə edilmişdir.

"Ümumi hidrologiya" kursu çox əhatəli olduğu üçün dərslikdə baxılan bir sıra məsələlər digər ixtisas fənnləri ilə kəsişir. Tələbələrə ^{realizmə} yol verilməsin deyərək, çox zaman müvafiq kurslara istinadlar edilir.

Dərsləyin 1. 3, 1. 6, 2. 1, 3. 5. 8 və 3. 5. 9 bölmələri **prof: N. A. Vəliyev** tərəfindən yazılmışdır.

1. ÜMUMİ MƏ'LUMAT

1.1 Hidrologiya elminin məqsəd və vəzifələri

Təbiət sularının hərəkət və paylanma qanunlarını, əhatə olunduğu mühitlə qarşılıqlı əlaqəsini, onun keyfiyyət və kəmiyyət dəyişməsini hidrologiya elmi öyrənir.

Hidrologiya sözünün mənası su haqqında elm deməkdir.

Hidrologiya su obyektlərini- okeanları, dənizləri, çayları, gölləri, buzlaqları, bataqlıqları və yeraltı suları öyrənir.

Hidrosferdəki sular iki qrupa bölünür: okean (dəniz) suları və quru suları. Quru sularına çay, göl, bataqlıq və buzlaqların suları aiddir. Okean və dənizlərdə mövcud olan proseslər çay, göl, buzlaq və bataqlıqlardakından çox fərqləndiyindən ümumi hidrologiya iki hissəyə bölünür: okeanalogiya və qurunun hidrologiyası.

Quru sularının hidrologiyası isə öz növbəsində:

- çay hidrologiyasına (patomologiya);

- gölşünaslıq və ya göllərin hidrologiyasına (limnologiya);

- bataqlıqşünaslıq və ya bataqlıqların hidrologiyasına (telmatologiya);

- buzlaqların hidrologiyasına (qlyatsiologiya);

- yeraltı suların hidrologiyasına (hidrogeologiya) bölünür.

Quru sularının öyrənilməsində tətbiq olunan metodlara görə hidrologiya bir neçə hissəyə bölünür:

- ümumi hidrologiya;

- hidrometriya;

- hidroqrafiya;

- mühəndis hidrologiyası.

Ümumi hidrologiya- hidroloji hadisələrin əsas qanunlarını və fiziki mahiyyətini öyrənir.

Hidrometriya- su obyektlərinin rejimini, suyun hərəkət və vəziyyətini səciyyələndirən kəmiyyətləri təyin edən üsul və vasitələri öyrənən bölmədir. Beləliklə, hidrometriya suyun sürətini, səviyyəsini, dərinliyini və s. ölçmə üsullarından bəhs edir.

Hidroqrafiya-müəyyən ərazilərdəki su obyektlərinin təsvirini verir və onların həmin ərazinin fiziki-coğrafi şəraiti ilə qarşılıqlı əlaqəsini və yayılması qanunauyğunluqlarını öyrənir.

Mühəndis hidrologiyası- çayların hidravliki rejimini, su balansını, çay axımının təyini üsullarını, ya-

tağın formalaşma prosesini və s., yeni su təsərrüfatı məsələləri üçün lazım olan hidroloji hesablamalar və proqnoz üsullarını öyrənir.

1.2.) Hidrologiyanın inkişaf tarixi

Hələ 5-6 min il bundan əvvəl, qədim Misirdə, Mesopotamiyada, Çində, Cənubi və Mərkəzi Amerikada hidrotexniki qurğular- irriqasiya kanalları, su anbarları, dambalar və s. inşa edilmişdi. Bunları tikmək üçün çayların rejimi haqqında müəyyən biliklər tələb olunurdu. Eramızdan 3000 il əvvəl Nil çayının daşqın səviyyələri qeydə alınırdı. Buna görə də hidrologiya ən qədim elmlərdən biri sayıla bilər.

Elmi hidrologiyanın vətəni Fransa hesab olunur və onun tarixi XVII əsrdən başlayır. 1674-cü ildə fransız alimi P.Perro "Bulaqların mənşəyi haqqında" adlı kitabını çap etdirmişdir. Müasir hidrologiyanın formalaşmasında digər fransalı alimlərin (F.E.Belqran, A.Şezi, J.Sen-Venan, L.Farq) rolu böyük olmuşdur.

1694-cü ildə Almaniya E.Melxior "Hidrologiya üç hissədə" adlı kitab çap etdirmişdir. " Hidrologiya" termininə ilk dəfə məhz bu kitabda rast gəlinir. Rus ədəbiyyatında bu termin ilk dəfə XVIII əsrdə işlənmişdir.

Yuxarıda göstərilənlərə baxmayaraq, XIX əsrin axırlarına qədər hidrologiya fiziki coğrafiyanın bir

sahəsi hesab olunurdu. Onu bəzən hidrotexnika və hidravlikaya aid edirdilər. Yalnız XX əsrin əvvəllərində hidrologiya müstəqil elm sahəsi kimi formalaşdı.

1904-cü ildə D. Mid (ABŞ) hidrologiya üzrə ilk dərs vəsaitini çap etdirdi. 1914-cü ildə S.P.Maksimovun (Rusiyada) ilk dərsliyi çapdan çıxdı.

XVIII əsrdə Avropanın iri çaylarında hidroloji müşahidə məntəqələri təşkil olunmağa başlandı: Reyn, Dunay, Elba (1727-ci il), Sena (1732), Tibr (1782), Volqa (1792) və s.

XIX əsrdə bəzi Avropa ölkələrində səth sularının öyrənilməsi üzrə xüsusi idarələr yaradıldı: Fransada (1853-cü il), Almaniya (1883), Macarıstanda (1886), İsveçrədə (1891).

1919-cu ildə Rusiyada məşhur Dövlət Hidrologiya İnstitutu təşkil olundu.

İlk hidroloji illiklər Avstriyada (1893), Macarıstanda (1896), Bavariyada (1898), ABŞ-da (1906) və s. çap olunmağa başlandı.

XIX əsrdə hidrologiyanın inkişafında A.Penk (Avstriya), Şrayber, Rixter (Almaniya), Montanari (İtaliya), Qemfis, Abbot, Nyuell (ABŞ), N.Berdmor (İngiltərə), A.İ.Voyeykov (Rusiya) və başqaları böyük rol oynamışlar.

XX əsrdə Ven Te Çou, U. Vissmen (ABŞ), Q. Keller (Almaniya), C.K.Rodda (İngiltərə), Azit K. Bisvas

(Kanada), G.G.Svanidze (Gürcüstan), S.H. Rüstəmov, S.A.Axundov, M.Ə. Məmmədov (Azərbaycan), D.L.Sokolovski, A.İ. Çebotaryov, A.V. Rojdestvenskiy, A.M. Vlədimirov (Rusiya) və başqalarını xüsusilə qeyd etmək lazımdır.

1(3) Suyun Yer kürəsində paylanması

Su, yerin coğrafi təbəqəsindəki canlıların həyatında böyük əhəmiyyətə malikdir. O təbiətdə baş verən fiziki, kimyəvi və bioloji proseslərin demək olar ki, hamısında iştirak edir.

Yerin inkişafının ilk dövründə, yəni onun səthində temperatur bir neçə min dərəcə azaldığı dövrdə oksigen və hidrogendən ilkin su buxarları əmələ gəlmişdir. Yer qabığının sonrakı inkişaf tarixi bilavasitə su ilə əlaqədar olmuşdur. Ərimiş halda olan mineralar kütləsi tədricən soyuduqda suyun bir hissəsi onun kimyəvi tərkibinə keçmiş, bir hissəsi yüksək təzyiq altında bərkiyərək su buxarlarını digər qazlarla birlikdə məhlul şəklində özündə saxlamışdır.

Yer qabığının sonralar daha da soyuması nəticəsində su buxar halından maye halına keçərək planetin səthində əmələ gəlmiş ilkin çökək sahələrə yığılmışdır. Təqribən 2.5 milyard davam edən dövr ərzində sərbəst halda olan suyun miqdarı sabit qalmışdır. Hal-hazırda baş verən bəzi proseslər nəticəsində su

möhkəm birləşmələrə daxil olur və beləliklə bilavasitə su halında mövcud ola bilmir. Lakin yer qabığının dərin qatlarında əks prosesə rast gəlinir. Belə ki, yüksək təzyiq və temperatur şəraitində yenidən müəyyən miqdarda su əmələ gəlir.

Yer kürəsində suyun ümumi miqdarı $1.386 \cdot 10^9$ km³-dir və bu bizim planetin kütləsinin 0.03 %-ni təşkil edir. Bunun təqribən 94%-i dünya okeanında, qalan 6 faizinin bir hissəsi (1%-ə qədər) qurunun səthində olan su, buz və atmosferdə su buxarı, qalan hissəsi isə yer qabığının sülb maddələr tərkibinə aiddir.

Yer kürəsindəki okean və dənizlər vahid dünya okeanını əmələ gətirir.

Ümumi sahəsi 510 mln. km² olan yer kürəsinin 361 mln km² sahəsini dünya okeanı və 149 mln. km² quru təşkil edir. Beləliklə, okean və dəniz sularının sahəsi qurunun sahəsindən 2.4 dəfə çoxdur (cədvəl 1.1).

Quru və su sahələri Yer kürəsində qeyri-bərabər paylanmışdır. Qurunun çox hissəsi şimal yarımkürəsində, yalnız 19.1 faizi isə cənub yarımkürəsindədir.

Yer kürəsinin quru hissəsi axarlı və axarsız sahələrə bölünür: 117 mln. km² axarlı, qalan 32 mln. km² isə axarsız sahələrdir. Çayların axımı bilavasitə okean və dənizlərə tökülən quru hissəsinə axarlı sahə deyilir, okeana axımı olmayan quru hissəsinə isə axarsız sahə deyilir.

Cədvəl 1.1

Okean və qurunun Yer kürəsində paylanması

Okeanlar	Sahə, mln. km ²	Materiklər	Sahə, mln. km ²
Sakit	178.7	Avrasiya	54.0
Atlantik	91.7	Afrika	30.1
Hind	76.2	Şimali Amerika	24.2
Şimal Buzlu	14.8	Cənubi Amerika	17.8
		Avstraliya və Okeaniya	8.9
		Antarktida	14.0

Yer kürəsinin su ehtiyatı çox böyükdür. Okean və dənizlərdə olan suyun ümumi həcmi dəniz səviyyəsindən hündürdə olan qurunun həcmindən 13 dəfə artıqdır. Əgər bu su bərabər şəkildə yer kürəsinə yayılarsa, onda 2.5 km qalınlığında su layı əmələ gətirər.

Son hesablamalara görə Yer kürəsində mövcud olan buzlaqların həcmi 25-26 mln. km³-ə bərabərdir. Bu böyük buz və qar kütləsi əriyərsə, onda okean və dənizlərin səviyyəsi 80 m-dən artıq qalxa bilər. Quru (materik) sularının 230 min km³-i göllərdə, 1.2 min km³ isə çaylardadır.

Axım yer səthində qeyri-bərabər paylanmışdır. Belə ki, çayların ümumi axım həcmnin 98 faizi bila-

vasitə okean və dənizlərə tökülür, qalan 2 faizi isə axarsız sahələrdə qalır.

Axarsız sahələrdə əmələ gələn 700 km^3 axımın 425 km^3 Xəzər, Aral, Balxaş göllərinin hövzələrinin paylarına düşür, digər axarsız sahələrdə olan axım isə 275 km^3 -dir.

1.4. Suyun əsas fiziki xassələri

Təbiətdə tam təmiz su yoxdur. Hətta yağış suyunun tərkibində müəyyən qədər qarışıqlar vardır. Təmiz kimyəvi su oksigenlə hidrogenin birləşməsidir. Onun kimyəvi tərkibi H_2O -dur və hidrol adlanır. Məşhur fransız kimyaçısı A.A.Lavuazye (XVIII əsr) ilk dəfə müəyyən etmişdir ki, suyun 85 faizini oksigen, 15 faizini isə hidrogen təşkil edir.

İki su molekulasının birləşməsi $(\text{H}_2\text{O})_2$ -dihidrol, üç molekulanın birləşməsi $(\text{H}_2\text{O})_3$ - trihidrol adlanır. Buzda trihidrol molekulları daha çoxdur. Su təbiətdə üç agregat halında ola bilər: maye, qaz və bərk halda.

Təbiətdə su maye halında daha çox yayılmaqla əsasən okeanlarda, dənizlərdə, çaylarda, göllərdə, bataqlıqlarda və yer altında olur. Su qaz halında atmosferdə, bərk halda isə (buz və qar şəklində) qütb dənizlərinin buzlarında, materik və dağ buzlaqlarında, qar örtüyündə olur.

[Su başqa mayelərdən fərqli olaraq, anomal (qeyri-adi) xassələrə malikdir.] Bu onun molekullarının quruluş xüsusiyyətlərindən irəli gəlir. XVII əsrdə Q.Qaliley belə bir mülahizə irəli sürmüşdür ki, su donduqda sıxılmaz. Bu mülahizəni R. Boyl təcrübə yolu ilə təsdiq etmişdir. Beləliklə, başqa maddələrdən fərqli olaraq su donduqda sıxılmaz, əksinə genişlənir. Bu zaman onun həcmi 10 faizə qədər artır.

Suyun ikinci anomallığı ondan ibarətdir ki, o, maksimal sıxlığa temperatur $0-4^{\circ}\text{C}$ dərəcədə malik olur. Suyun sıxlığı temperatur 0° -dən 4°C -yə qalxdıqda əvvəlcə artır, sonra isə temperatur artıqca sıxlıq azalmağa başlayır. Bu hadisəni ilk dəfə J.Delyuk XVIII əsrdə müəyyən etmişdir.

Təbiətdə suyun bu anomal xassələrinin böyük əhəmiyyəti vardır. Əgər adi maddələr kimi temperatur azaldıqca suyun sıxlığı artsaydı, onda buz çayın və ya gölün dibinə enər, bu su obyektləri tamamilə donardı. Bu isə çaylarda və sututarlarda olan canlı orqanizmlərin məhv olması ilə nəticələnərdi.

$S / x / / q$. Suyun və ya buz kütləsinin (kq) öz həcmələrinə (V) olan nisbətində sıxlıq (ρ) deyilir..

Suyun sıxlığı 4°C -də maksimum olur -1000 kq/m^3 .

Qarın sıxlığı eyni həcmdə götürülmüş qarın çəkisinin suyun çəkisinə olan nisbətində deyilir.

$$\rho_q = \frac{G}{W} \quad (1.1)$$

Təzə yağmış qarın sıxlığı 100 kq/m^3 olur. Qar qaldıqca onun sıxlığı artır və $150\text{-}200 \text{ kq/m}^3$ -a çatır. Qar əriyərkən sıxlığı $350\text{-}400 \text{ kq/m}^3$ -a çatır. Qarda olan su layını təyin etmək üçün onun sıxlığını (ρ_q) qarın qalınlığına (h_q) vurmaq lazımdır:

$$h_s = \rho_q \cdot h_q \quad (1.2)$$

Qar örtüyünün su saxlamaq qabiliyyəti, məsaməliyi və istilikkeçirmə qabiliyyəti onun sıxlığı ilə əlaqədardır. Suyun, qarın və buzun fiziki xassələrindən biri də suyun buxarlanmasının, qar və buzun əriməsinin gizli istiliyidir.

Suyun buxarlanmasının gizli istiliyi—bir qram suyun normal atmosfer təzyiqində temperaturunu dəyişmədən buxar halına keçməsi üçün lazım olan istiliyin miqdarıdır. 0°C -də suyun buxarlanmasının gizli istiliyi 597.2 kal/q , 100°C -də 538.9 kal/q -dır. Buzun və qarın əriməsinin gizli istiliyi, yəni bir qram buz və qarın maye hala keçdikdə udduğu istiliyin miqdarı müxtəlif temperaturlar üçün hesablanmışdır. Məsələn, 0°C -də təmiz buzun əriməsinin gizli istiliyi 79.4 kal/q bərabərdir.

Suyu bir dərəcə qızdırmaq üçün lazım olan istilik miqdarına suyun istilik tutumu və ya xüsusi istilik tutumu deyilir. 0°C -də suyun istilik tutumu 0.487 kal/q dərəcədir. Suyun istilik tutumu temperaturdan asılı olaraq dəyişir. Temperatur 1°C dəyişdikdə bir sm qalınlığında su layının 1sm^2 sahəsindən 1 saniyədə keçən istilik axınına istilik keçirmə əmsalı deyilir:

$$Q = \lambda \frac{dt}{dy}, \quad (1.3)$$

burada, Q - 1 sm^2 sahədən 1 saniyədə keçən istilik axını (kal); $\frac{dt}{dy}$ -şaquli temperatur qradienti; λ -istilik keçirmə əmsalıdır (0°C -də $\lambda=0.001358 \text{ kal}/(\text{sm}^2 \cdot \text{san} \cdot \text{dərəcə})$).

Qarın istilik keçirmə əmsalı onun sıxlığından asılıdır:

$$\lambda_q = 0.0067 \cdot \rho_q^2, \quad (1.4)$$

burada ρ_q -qarın sıxlığıdır.

Öz l ü l ü k. Suyun hissəciklərinin nisbi hərəkətinə (sürüşməsinə) müqavimət göstərmə xassəsinə suyun

özlülüğü deyilir.] Suyun özlülük xassəsi ancaq hərəkət zamanı meydana çıxır. Tutaq ki, çay axınının bir hissəsini ayrı-ayrı qatlara ayırmışıq.

İndi ixtiyari qatın nisbi hərəkətinə baxaq. Tutaq ki, birinci qatın sürəti U_1 , ikinci qatın sürəti isə U_2 -dir və qatların çayın dibindən olan məsafəsi y_1 və y_2 -dir. Onda iki qatın sürətlər fərqi $dU = U_1 - U_2$, aralarındakı məsafə isə $dU = y_1 - y_2$ olacaqdır və onların nisbəti $\frac{dU}{dy}$ sürət qradiyenti, yəni sürətin U oxu boyu dəyişməsidir.

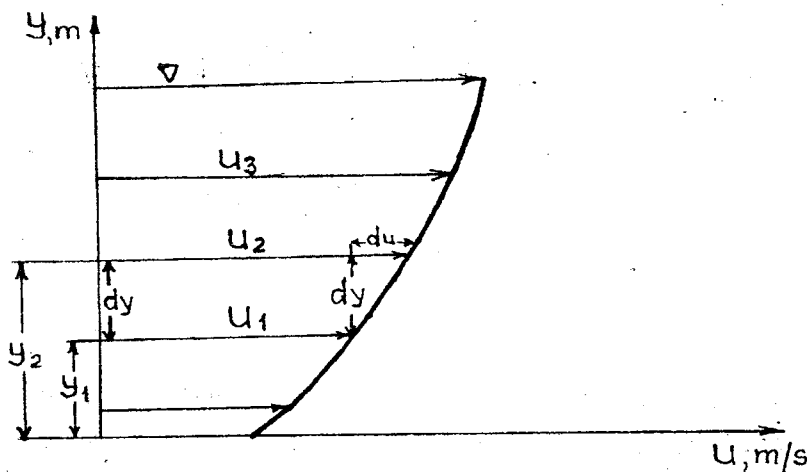
İlk dəfə İsaak Nyuton göstərmişdir ki, sürtünmə qüvvəsindən yaranan toxunma gərginliyi sürət qradiyenti ilə düz mütənasibdir:

$$\tau = \pm \mu \frac{dU}{dy}, \quad (1.5)$$

burada τ -toxunma gərginliyi və ya sürtünmə gərginliyi, kg/m^2 ; μ -mütənasiblik əmsalıdır və onu dinamiki özlülük əmsalı adlandırırlar.]

Toxunma gərginliyi τ həmişə müsbət ədəd olmalıdır, mənfi və ya müsbət işarəsi isə $\frac{dU}{dy}$ -dən asılı olaraq götürülməlidir. Dinamiki özlülük əmsalının μ

ölçü vahidi $\frac{h \cdot \text{san}}{m^2}$ və ya $\frac{kq \cdot \text{san}}{m^2}$ -dir. Dinamika özlülük əmsalı Puazlada göstərilir.



Şək. 1.1. Sürət epyurası

Dinamiki özlülük əmsalı suyun temperaturundan asılıdır və temperatur artıqca o azalır. Əksər hallarda aşağıdakı nisbətdən istifadə edilir:

$$\mu = \nu \cdot \rho \text{ və ya } \nu = \frac{\mu}{\rho}, \quad (1.6)$$

burada ρ - suyun sıxlığı; μ - dinamiki özlülük əmsalı; ν - kinematiki özlülük əmsalıdır $\frac{m^2}{\text{san}}$.

Kinematiki özlülük əmsalı həm də stoksla (st) ifadə

$$\text{olunur: } 1\text{st} = 1 \frac{\text{sm}^2}{\text{san}} = 10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{san}}.$$

Kinematiki özlülük əmsalı da suyun temperaturundan asılı olaraq dəyişir: temperatur azaldıqca kinematiki özlülük əmsalı artır. Göstərilən əmsalların müxtəlif temperaturalara uyğun qiymətləri aşağıdakı cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 1.2

Suyun sıxlığı və özlülük əmsalları

t, °C	ρ , kq/m ³	μ , $\frac{\text{n} \cdot \text{san}}{\text{m}^2}$	ν , m ² /san
0	999.9	17.92	0.0179
4	1000	15.70	0.0152
20	998	10.04	0.0101
30	995	8.00	0.0080

Kapilyarlıq. Suyun sərbəst səthində, yəni suyun hava ilə sərhəddində molekulların cazibə qüvvəsi təsirindən səthi gərilmə baş verir. Səthi gərilmə suyun fiziki xassəsi olub, onun temperaturundan asılı olan səthi gərilmə əmsalı σ ilə səciyyələndirilir. Bu əmsal temperatur artdıqca azalır. Suyun səthi

gərilməsi çox böyük olur. Məsələn, 20 °C-də $\sigma=0.0726 \text{ n/m}=0.0074 \text{ kq/m}$.

[Suyun kiçik diametrli borularda və qruntda səthi gərilmə qüvvəsinin təsiri altında qalxması və enməsi kapilyarlıq adlanır. Qruntlarda suyun süzülmə prosesini öyrəndikdə, kapilyar qalxma hündürlüyü müəyyən edilir. Kapilyar qalxmanın hündürlüyü aşağıdakı ifadəyə görə təyin edilir:

$$h = \frac{2k}{r \cdot \gamma}, \quad (1.7)$$

burada r -kapilyar borunun radiusu; γ -suyun xüsusi çəkisi; k - kapilyarlıq sabitidir.]

Suyun qardan torpağa keçmə prosesinə *suvermə* deyilir. Qarın suvermə qabiliyyəti bu prosesin şiddətliyi ilə səciyyələnir. Vahid zamanda qardan verdiyi suyun miqdarına suvermə şiddətliyi deyilir (mm/dəq).

1.5. Hidrologiyanın tədqiqat üsulları

Hidrologiyada müxtəlif tədqiqat üsullarından istifadə olunur. Bunların ən geniş yayılmışları ekspeditsiya, stasionar və laboratoriya üsullarıdır.

Ekspeditsiya üsulunda geniş ərazilərin suları və ya hidroloji obyektlər kompleks şəkildə, xüsusi ha-

zırlanmış proqramlar əsasında öyrənilir. Bu üsul zamana görə ləng dəyişən, lakin ərazi üzrə, əksinə, kifayət qədər dəyişkən olan hidroloji hadisələrin öyrənilməsində daha çox tətbiq edilir.

Hal-hazırda çöl tədqiqatlarında hidroloji elementlərin (səviyyə, axınlar, dalğalanma, suyun temperaturu, buz hadisələri və s.) ölçülməsinin müasir üsullarından geniş istifadə edilir. Belə tədqiqatların nəticələri yalnız su obyektlərinin regional təsviri üçün deyil, həm də hidroloji proseslərin və onların amillərinin öyrənilməsi üçün vacibdir.

Stasionar müşahidələr üsulu, su obyektlərinin hidroloji rejim ünsürlərinin zamana görə dinamikasını öyrənmək üçün çox əlverişlidir. Hidrometeoroloji məntəqələrdə suyun səviyyəsi və sərfi, dalğalanma, gətirmələrin hərəkəti və s. üzərində mütəmadi müşahidələr aparılır. Bu müşahidələr elmin və praktikanın tələblərinə müvafiq olan vahid proqramla yerinə yetirilir.

Hidrometeoroloji məntəqələrin və çöl ekspeditsiyalarının məlumatları xüsusi informasiya mərkəzlərində toplanır. Orada bu məlumatlar işlənir və coğrafi ümumiləşdirmələrdə, məlumat kitablarının, xəritə və atlasların, hidroloji proqnozların tərtib edilməsində geniş istifadə olunur. Ekspeditsiya şəraitində eksperimental tədqiqatlar da yerinə yetirilir. Məsələn, Elmi-tədqiqat gəmilərində okeanla atmosferin qarşılıqlı

əlaqəsi problemi üzrə elmi eksperiment həyata keçirilir. Ayrı-ayrı ekosistemlərin su balansının dəyişməsini öyrənmək üçün xüsusi stasionarlarda eksperimentlər aparılır.

Laboratoriya üsulu suyun fiziki və kimyəvi xassələrini öyrənməyə, hidrodinamiki prosesləri modelləşdirməyə imkan verir. Laboratoriya modellərində müxtəlif hidroloji hadisələr və torpağa təsir göstərən qüvvələri tədqiq etmək mümkündür. Məsələn, çay yataqlarının modellərində axınların, su sərfinin, dib gətirmələrinin tərkibinin məcra proseslərinə təsiri öyrənilir.

1.6. Təbiətdə su dövrəni və dünyanın su balansı

Təbiətdə su daima hərəkətdədir və bu proses nəticəsində o, bir haldan başqa hala keçir. Bu daimi hərəkətdə yalnız okean və dənizlərin suyu deyil, həmçinin qurunun səth suları, atmosfer və yeraltı sular da iştirak edir.

Suyun təbiətdəki dövrəni yer səthinə düşən günəş radiasiyasının təsiri nəticəsində baş verir. Bunun da ümumi miqdarı $13.4 \cdot 10^{20}$ kkal/il -ə bərabərdir.

Atmosferdə və hidrosferdə baş verən proseslər, yeni buxarlanma, yağıntılar, külək, su cərəyanları və həmçinin yerdəki üzvü və qeyri-üzvi həyatın bütün hadisələrini günəşin istilik enerjisi yaradır. Suyun

buxarlanması, buludların əmələ gəlməsi, yağıntının yağış və qar hallarında yer səthinə düşməsi, buzlaqların əriməsi, çayların axımı, su hövzələrinin quruması kimi təbiətdə müntəzəm baş verən hadisələr yer kürəsində suyun ümumi dövrünün qanunauyğun əlaməti hesab edilir.

Yer kürəsinin səthindən il ərzində buxarlanan suyun miqdarı 577 min km^3 -ə bərabərdir. Təbii dövrandə iştirak edən bütün su kütləsinin buxarlanması üçün $3.0 \cdot 10^{20}$ kkal istilik tələb olunur ki, bu da yer səthinə düşən bütün günəş enerjisinin 24 faizinə bərabərdir.

Günəş istiliyinin təsiri nəticəsində müntəzəm sürətdə okean və dənizlərdən külli miqdarda su buxarlanır. Bu rütubət kütləsi su buxarı şəklində atmosfərə qalxır və hava cərəyanları vasitəsilə min kilometrərlə məsafədə materik üzərinə aparılır.

Buxar atmosfərə qalxaraq onu doydurur və xüsusi şəraitdə sıxlaşaraq (kondensasiyaya uğrayaraq) buludları əmələ gətirir ki, bu da öz növbəsində müxtəlif növ yağıntı verir. Yer səthinə düşən yağıntının bir hissəsi buxarlanır, bir hissəsi səth axımı əmələ gətirərək çaylara tökülür və qalan hissəsi isə torpağı hopur. Torpağa hopmuş suyun çox hissəsi buxarlanır və bitkilər tərəfindən transpirasiyaya uğrayır, qalan hissəsi isə dərin qatlara süzülərək qrunt sularını əmələ gətirir.

Yağıntı suları çaylarla və yeraltı yolla okean və dənizlərə tökülür, onların səthindən yenidən buxarlanır, hava cərəyanları vasitəsilə quru üzərinə qaydır və yağıntı şəklində yerə düşür. Bu qapalı proses aramsız olaraq təkrar olur. Atmosferlə yer səthi arasında mütəmadi davam edən rütubət mübadiləsi prosesinə təbiətdə suyun dövrəni deyilir. Təbiətdə su dövrəni iki şəkildə müşahidə edilir:

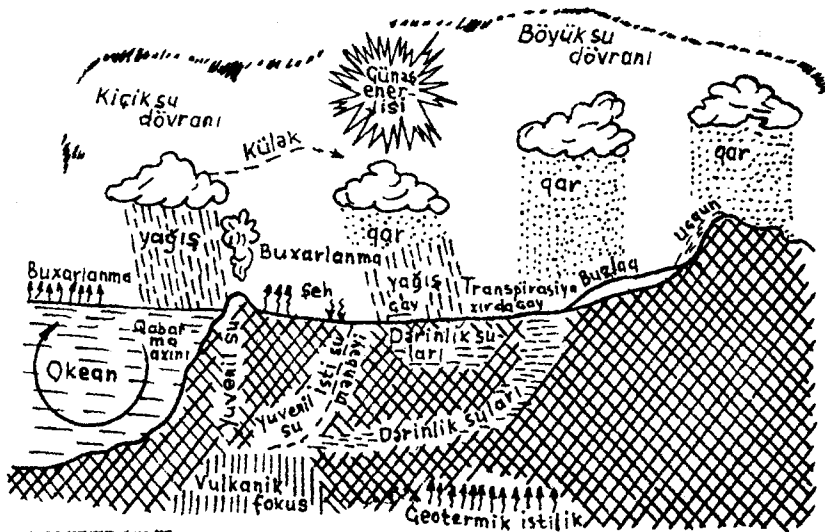
1. Suyun kiçik dövrəni və ya okeanik dövrəni zamanı okean və dənizlərdən buxarlanan su hava cərəyanları vasitəsilə quruya aparılmır və havaya qalxır, kondensiyaya uğrayaraq yenidən yağıntı şəklində okean səthinə düşür;

2. Suyun böyük dövrəni onunla səciyyələnir ki, su buxarının az bir qismi bilavasitə okean və dənizlərin səthinə yağıntı şəklində düşür. Əsas hissəsi isə hava cərəyanları vasitəsilə materiklərin üzərinə aparılır. Yağıntı şəklində quru səthə düşür və sonradan çaylar vasitəsilə və yeraltı yolla okean və dənizlərə qaydır.

Suyun təbiətdə dövrəninə sxemi aşağıdakı şəkildə verilmişdir (şəkil 1.2).

Yerli və ya materik daxili rütubət dövrəni də böyük su dövrəninə bir hissəsini təşkil edir. Yerli rütubət dövrəni bilavasitə quru üzərində baş verir. Belə ki, quru üzərinə düşən yağıntıların bir hissəsi çay axımının əmələ gəlməsində iştirak etməyib, buxarlanır

və yenidən kondensasiyaya uğrayır (buluda çevrilir) və yağış, qar şəklində yer səthinə düşür. Bu rütubət okeana qayıtmazdan əvvəl bir neə dəfə dövr edərək okeandan uzaqlarda olan əraziləri rütubətləndirir.



Şək. 1.2. Təbiətdə su dövrəsinin sxemi.

Rus alimi İ.İ.Kasatkin materikdaxili rütubət dövrəsinə öyrənərək belə bir nəticəyə gəlmişdir ki, bu dövrə nə qədər intensiv gedərsə və nə qədər çox müddət materik üzərində qalarsa, ondan bir o qədər effektiv surətdə müxtəlif təsərrüfat məqsədləri üçün istifadə etmək olar. Materikdaxili su dövrəsinin intensivliyini insanın təbiətə təsiri nəticəsində artırmaq

mümkündür. Əkin sahələrinin və meşələrin genişləndirilməsi, quraq rayonlarda torpaqların suvarılması, iri su anbarlarının tikilməsi və s. kimi böyük miqyasda aparılan işlər materikdaxili rütubət dövrünün tənzimlənmə mexanizmləridir. Materik daxilində rütubətin hərəkətini Şərqi Avropa, Qərbi Sibir və Türkmənistanı əhatə edən ərazidə izləmək olar. Bu rayonlar Atlantik okeanından və Baltik dənizindən gələn rütubətlə təmin olur. Qərb və şimal-qərb istiqamətində əsən hakim küləklər su buxarını cənub-şərq istiqamətində, Aşağı Volqaboyu, Qazaxıstan və şərq istiqamətində Qərbi Sibirə aparır. Hava axınları materik daxilində doğru nə qədər çox gedsə, onların rütubətliyi bir o qədər az olur. Bu zaman yer səthindən gedən buxarlanma, xüsusən meşə və əkin sahələrindən hava axınlarının hesabına rütubətlik dərəcəsi qismən arta bilər.

Materiklərdəki göl və çayların sahəsi quru ərazilərlə müqayisədə çox kiçik olduğundan, yerin su dövründə böyük rol oynamır.

Beləliklə, materiklərin rütubətlik dərəcəsi okean və dənizlərdən gələn rütubətin miqdarından və meteoroloji ünsürlərinin təsiri nəticəsində həmin rütubətin materikin daxilində paylanması, bitki örtüyünün yayılma xarakterindən və su hövzələrinin sıxlığından asılıdır. Okean və dənizlərdən gələn rütubətin azalması ilə əlaqədar olaraq materikdaxili

rütubət dövrünü də zəifləyir: quraqlıq müşahidə olunur, çayların sululuğu azalır.

Qurunun axarsız sahələrində suyun dövrünü yer kürəsinin ümumi rütubət dövrünü ilə əlaqədar olsa da nisbətən müstəqil xarakter daşıyır.

Dünya okeanının səviyyəsi və çayların axımı üzərində aparılmış müşahidələr göstərir ki, onların kəmiyyətində əhəmiyyətli dəyişiklik yoxdur. Buna görə də okean və dənizlərdən quru üzərinə gələn rütubət ilə quru səthindən onlara çaylarla axıdılan suyun miqdarı arasında müvazinət yaranır.

Beləliklə, bir halda ki, hər il okean və dənizlərdən buxarlanma yolu ilə quru üzərinə gələn rütubətin miqdarı okean və dənizlərə çaylarla və yeraltı axımla gələn suyun miqdarına bərabərdir, onda gəlir və çıxar hissəsi bir-birinə bərabər olan aşağıdakı iki tənliyi yazmaq olar:

$$\text{Okean və dənizlər üçün } Z_o = X_o + Y_o, \quad (1.8)$$

və

$$\text{Quru üçün } Z_q = X_q + Y_q, \quad (1.9)$$

burada Z_o -okean və dənizlərin səthindən buxarlanan suyun orta illik miqdarı; X_o -okean və dənizlər üzərinə düşən yağıntının orta illik miqdarı; X_q -quru səthinə düşən yağıntının orta illik miqdarı; $U_o = U_q$ çayların orta illik axımı.

Tənliklərdən (1.8, 1.9) aydın olur ki: 1) orta çoxillik dövrdə okean və dənizlərdən buxarlanan suyun miqdarı onların səthinə düşən yağıntıların miqdarı ilə çay axımının cəminə bərabərdir; 2) çoxillik dövr ərzində quru səthindən buxarlanan suyun miqdarı onun səthinə düşən yağıntıların miqdarı ilə çay axımının fərqinə bərabərdir.

(1.8) və (1.9) tənliklərini tərəf-tərəfə cəmlədikdə yer kürəsi üçün su balansının ümumi tənliyi alınır:

$$Z_o + Z_q = X_o + X_q, \quad (1.10)$$

Deməli, okeanlar, dənizlər və quru üzərində buxarlanan suyun ümumi miqdarı, onların səthinə düşən yağıntıların ümumi miqdarına bərabərdir.

Şərti olaraq, okean və dənizlərdən buxarlanan və küləklərlə quruya gətirilən suyun miqdarı D_o , qurudan buxarlanan və küləklərlə okean və dənizlərə gətirilən suyun miqdarını D_q ilə işarə etsək, onda belə bir əlaqə yazmaq olar:

$$Y = D_o - D_q. \quad (1.11)$$

Bu o deməkdir ki, okean və dənizlərə tökülən çayların orta illik axımı, okean və dənizlərdən quruya gətirilən və qurudan onlara gələn su miqdarının fərqinə bərabərdir.

Su balansı tənliyinə daxil olan kəmiyyətlər həcm (m^3) və ya orta su layı (mm) vahidləri ilə verilir.

Cədvəl 1.3-də Yer kürəsi üçün su balansının əsas üsürlərinin kəmiyyətləri verilmişdir.

Cədvəl 1.3

Yer kürəsinin su balansı (M.İ.Lvoviçə görə -1974)

Yer kürəsinin hissələri	Sahə, mln. km^2	Balans üsürləri	Həcm, min km^3	Lay, mm
Dünya okeanını	361	Yağıntı, axım, buxarlanma	458 47 505	270 130 1400
Qurunun axarlı hissəsi	119	Yağıntı, axım, buxarlanma	110 47 63	924 395 529
Qurunun axarsız hissəsi	30	Yağıntı, buxarlanma	9 9	300 300
Yer kürəsi	510	Yağıntı, buxarlanma	577 577	1130 1130

1.7. Su obyektlərinin rejimi haqqında anlayış

Su obyektlərinin rejimi və ya hidroloji rejimi dedikdə, onların vəziyyətinin zamana görə dəyişmələrinin səciyyəvi xüsusiyyətlərinin toplusu başa

düşülür. Hidroloji rejim aşağıdakı ünsürlərin, çoxillik, mövsümi, sutkalıq tərəddüdlərində təzahür edir:

- *suyun səviyyəsinin (səviyyələr rejimi);*
- *cululuğun (axım rejimi);*
- *buz hadisələrinin (buz rejimi);*
- *suyun temperaturunun (temperatur rejimi);*
- *axının nəql etdiyi gətirmələrin miqdarının və tərkibinin (gətirmələr rejimi);*
- *həll olmuş maddələrin tərkibinin və konsentrasiyasının (hidrokimyəvi rejim);*
- *çay məcrasının dəyişməsinin (məcrə prosesi-nin rejimi).*

Dalğalanma rejimi, axının sürətlər rejimi və s. kimi terminlər də işlədilir.

Səviyyənin və sululuğun zamana görə tərəddüdləri birlikdə su rejimi adlanır. Buz hadisələri müşahidə olunan su obyektlərinin vəziyyətindəki dəyişikliklərin toplusuna qış rejimi deyilir.

Hidroloji rejimə təsir göstərən hidrotexniki qurğuların olub-olmamasından asılı olaraq, tənzimlənmiş və təbii rejim anlayışlarından istifadə edilir. Su obyektlərinin növünə görə çayların rejimi, göllərin rejimi, bataqlıqların rejimi, yeraltı suların rejimi terminləri işlənir.

Hidroloji rejim elementləri dedikdə o hadisə və proseslər (məsələn, səviyyənin, sululuğun, suyun

temperaturunun və s. tərəddüdləri) nəzərdə tutulur ki, onların toplusu su obyektinin hidroloji rejimini səciyyələndirir.

Hidroloji rejimin xarakteristikaları arasında çay axımı daha böyük praktiki əhəmiyyətə malikdir. Ərazinin su ilə təmin olunma səviyyəsi, hidroenerji ehtiyatları və s. oradakı çayların axımının kəmiyyəti ilə müəyyən olunur.

1.8. Axımın ölçü vahidləri

Çay axımının əsas ölçü vahidləri aşağıdakılardır:

1. Axım həcmi çayın və ya su axarlarının en kəsiklərindən müəyyən müddət ərzində (saniyədə, saatda, sutkada, bir fəsildə, ildə və ya bir çox illərdə) keçən su və ya gətirmələrin miqdarıdır. Suyun axım miqdarı (W) kubmetrlə (m^3) və ya kub kilometrə (km^3) ölçülür. Gətirmələr axımı tonla (t) ifadə olunur. Saniyəlik axım sərf adlanır. Deməli, vahid zamanda çayın canlı en kəsiyindən keçən suyun miqdarına (həcminə) su sərfi deyilir və Q ilə işarə olunur. Vahid zamanda çayın canlı en kəsiyindən keçən gətirmələrin miqdarı (çəkisi) gətirmələr sərfi adlanır və R_r ilə işarə olunur.

Su sərfinin ölçü vahidi m^3/s , gətirmələr sərfininki isə kq/s -dir. Gətirmələrin və suda həll olmuş maddələrin birlikdə axım miqdarı sülb axımı, saniyəlik axı-

mı isə sülb sərfi adlanır və kq/s ilə ifadə olunur. Axım həcmi (W) təyin etmək üçün su sərfini (Q) zamana (T) vurmaq lazımdır:

$$W=Q \cdot T. \quad (1.12)$$

Çaylarda və ya su axarlarında su sərfi zamandan asılı olaraq dəyişir. Odur ki, axımı səciyyələndirmək üçün orta sutkalıq, aylıq, illik və çoxillik sərf anlayışlarından istifadə edilir. Orta sutkalıq sərf (Q) sutka ərzində təyin edilmiş sərfərin orta ədədi qiymətidir. Orta aylıq (Q_{ay}) sərfi isə belə hesablamaq olar:

$$Q_{ay} = \frac{\sum_{i=1}^m Q_{i \text{ sut}}}{m}, \quad (1.13)$$

burada m-günlərin sayıdır.

Misal üçün, yanvar ayı üçün orta aylıq sərf:

$$Q_{yan} = \frac{\sum_{i=1}^{31} Q_{i \text{ sut}}}{31}; \quad \text{fevral ayı üçün } Q_{fev} = \frac{\sum_{i=1}^{28} Q_{i \text{ sut}}}{28};$$

$$\text{sentyabr ayı üçün } Q_{sen} = \frac{\sum_{i=1}^{30} Q_{i \text{ sut}}}{30} \text{ və s. təyin edilir.}$$

Simvollar üzərindəki xətt zamana görə orta qiymətləri göstərir.

Orta illik və çoxillik sərfələr müvafiq olaraq aşağıdakı ifadələrlə təyin edilir:

$$Q_{il} = \frac{\sum_{i=1}^{12} Q_{ay}}{12} \quad (1.14)$$

və

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{i,il}}{n}, \quad (1.15)$$

burada n- illərin sayıdır.

Göstərilən sərfələrə müvafiq axım miqdarının (həcmnin) hesablanması cədvəl 1.4-də verilmişdir.

$$W=Q \cdot T, \quad (1.16)$$

burada T-zamandır və $T=k \cdot t$ (k-günlərin sayı; t- bir sutkadakı saniyələrdir- 86400 san.).

Axım həcmnin hesablanması

Axım həcmi, m ³		
Sutkalıq	Aylıq	İllik
Q _{gün} •86400	Q _{ay} •30.86400=2592.10 ³ •Q _{ay} və ya Q _{ay} •31.86400=2678.10 ³ •Q _{ay} və ya Q _{ay} •28.86400=2419.10 ³ •Q _{ay}	Q _{il} •365.86400= 31536.10 ³ •Q _{il} ≈ ≈31.5.10 ⁶ •Q _{il}

2. *A x ı m m o d u l u* - vahid zamanda sutoplayıcı-
nın (F) vahid sahəsindən axıb gələn suyun miqdarına
deyilir. Axım modulunun ölçü vahidi l/(san•km²)-dir.
Axım modulunun ifadəsi belədir:

$$\underline{M} = \frac{Q}{F} [m^3 \text{ s} \cdot km^2], \quad (1.17)$$

və ya

$$M = \frac{Q \cdot 10^3}{F} [l \text{ s} \cdot km^2], \quad (1.18)$$

burada Q- su sərfi, m³/s; F- sutoplayıcının sahəsi,
km²-lə.

3. *A x ı m l a y ı* - müəyyən zaman ərzində sutoplayıcı sahədən toplanıb axan suyun sahədə müntəzəm yayılmasından əmələ gələn su layıdır (mm).

Axım layını tapmaq üçün axım miqdarını sutoplayıcının sahəsinə bölmək lazımdır:

$$\underline{Y} = \frac{W}{F \cdot 10^3}, \quad (1.19)$$

burada W-axım həcmi, m³-la; F- sutoplayıcının sahəsi, km²-la.

İllik axım layı isə belə təyin edilir:

$$Y = \frac{Q_{II} \cdot 31.5 \cdot 10^6}{F} = 31.5M. \quad (1.20)$$

Əgər illik axım layı məlumdursa, onda axım modulu və illik axım həcmi təyin etmək olar:

$$M = 0.0317 \cdot Y \text{ l}/(\text{san} \cdot \text{km}^2), \quad (1.21)$$

və

$$W = Y \cdot F \cdot 10^3 \text{ m}^3. \quad (1.22)$$

4. *A x ı m n o r m a s ı*. Axımın orta çoxillik qiyməti axım norması adlanır:

$$\bar{W} = \frac{\sum_{i=1}^n W_{i,il}}{n}, \quad (1.23)$$

burada $W_{i,il}$ - orta illik axım; n - illərin sayı.

Axım normasını axımın müxtəlif kəmiyyətləri ilə də (su sərfi, axım modulu, axım layı və s.) ifadə etmək olar:

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}; \quad M = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{n}; \quad Y = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}, \quad (1.24)$$

burada Q , M , Y - müvafiq olaraq orta çoxillik sərf, axım modulu və axım layı axım norması kimi qəbul olunur.

5. Modul əmsali. illik, fəsillik, sutkalıq və s. axımın onların orta çoxillik qiymətinə olan nisbətində deyilir:

$$K_w = \frac{W_i}{\bar{W}}; \quad K_Q = \frac{Q_i}{\bar{Q}}; \quad K_Y = \frac{Y_i}{\bar{Y}}. \quad (1.25)$$

6. *A x ı m ə m s a l ı*. Axım layının (həcmnin) sutoplayıcı sahədə düşən və bu axımın əmələ gəlməsinə səbəb olan yağıntı layına (həcminə) olan nisbətinə deyilir:

$$\eta = \frac{X}{Y}; \quad \eta = \frac{W_{ax}}{W_{yag}}, \quad (1.26)$$

burada X- yağıntı layı, mm-lə; Y- axım layı mm-lə;
 W_{ax} -axım həcmi, m³-la, W_{yag} - yağıntıların həcmi, m³-
 la.

Axım əmsalı su rejiminin öyrənilməsində istifadə olunan kəmiyyətdir və hövzəyə düşən yağıntının hansı hissəsinin çaya axmasını səciyyələndirir. Məlumdur ki, yağıntının bir hissəsi buxarlanmaya, bir hissəsi isə yeraltı suların ehtiyatını artırmağa və s. sərf olunur. Odur ki, axım əmsalı vahiddən kiçik olmalıdır, ($\eta < 1$) çünki $Y < X$.

2.YERALTI SULAR

2.1.Yeraltı suların mənşəyi

Yer səthinə düşən yağıntıların torpağa hopan və yerin daha dərin qatlarına süzülən hissələri heç də suyun ümumi dövrənindən kənarda qalmır. Belə ki, onlar ya buxarlanaraq atmosfərə qaydır, ya bulaqlar şəklində yer səthinə çıxaraq çay, göl bataqlıq suları ilə qovuşur və ya yeraltı yollarla bilavasitə dənizə tökülür.

Yeraltı sular maye, sülb və buxar halında olur. O, ya sərbəst halda süxurların çatlarında, məsamələrinə və torpaqda ağırlıq qüvvəsinin təsiri ilə sirkulyasiya edir və ya molekulyar hərəkət qüvvəsi nəticəsində süxur və torpaq hissəcikləri səthində qalaraq, fiziki cəhətdən onlarla bağlı olur. Su bir sıra mineral birləşmələrin tərkibinə daxil olaraq maddələrin kristallik quruluşunun yaranmasında iştirak edir və beləliklə, onlarla kimyəvi cəhətdən əlaqəli olur. Yerində daxilində olan bütün su növləri bir birilə sıx əlaqədə olmaqla və müəyyən şəraitdə bir növdən başqasına

keçməklə, vahid dinamik müvazinət sistemini saxlayır.

(Yer qabığının yuxarı təbəqəsi yeraltı suların yayılma əlamətinə görə iki zonaya ayrılır: aerasiya zonası və su ilə doymuş zona. Adətən su aerasiya zonasında süxur boşluqlarını və məsamələri bütünlüklə doldurmur, əgər doldursa da bu, müvəqqəti xarakter daşımaqla hər yerdə müşahidə edilmir.

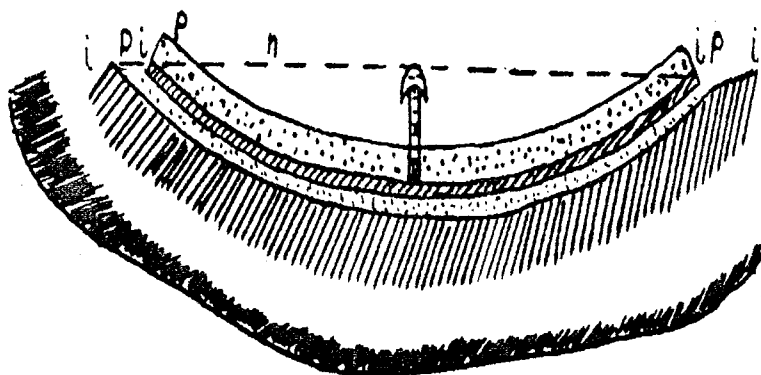
Su ilə dolmamış boşluqlar və məsamələrdə su sirkulyasiya edir. Doymuş zonada süxur məsamələri su ilə tamamilə dolur.)

Aerasiya zonasında, bilavasitə yerin səth hissəsində torpaq suyu olur. Su torpaq daxilində hər üç halda müşahidə edilməklə bir haldan başqasına keçir. Torpaqda olan suyun çox hissəsi torpaq hissəcikləri ilə molekulyar hərəkət qüvvəsi ilə bağlıdır. Bu heç də suyun hərəkət etməsinə mane olmur. Buna görə də su torpağın dərinliklərinə süzülür, səthinə qalxır və buxarlanaraq atmosfərə daxil olur. Doymuş zonanın müəyən dərinliyində qrunտ suları yayılmışdır. Qrunт suları süxurların məsamələrini və boşluqlarını doldurur. (Yeraltı sulara yer qabığının daha böyük dərinlikdə yerləşən laylarında da rast gəlinir. Bunlar layarası sular adlanır.)

(Yeraltı suların əmələ gəlməsi çox mürəkkəb şəraitdə baş verir Yeraltı suların mənşəyi haqqında bir

sıra nəzəriyyələr və fərziyyələr irəli sürülmüşdür. İki nəzəriyyə daha geniş yayılmışdır:

1. *İnfiltrasiya nəzəriyyəsinə* XIII əsrin əvvəlində fransız fiziki Mariotta irəli sürmüşdür. Bir qədər sonra M.V.Lomonosov infiltrasiya nəzəriyyəsinin geo-kimyəvi şərhini vermişdir. Belə ki, o, süxurların kimyəvi tərkibi ilə onların daxilində sirkulyasiya edən yeraltı suların arasındakı əlaqəni müəyyən etmişdir.



Şək. 2.1. Artezian hövzəsinin sxemi: rr-sulu lay; ii-su keçirməyən lay (A.F.Lebedevə görə)

İnfiltrasiya nəzəriyyəsinə görə yeraltı sular yalnız yer səthinə düşən yağıntıların yerə hoparaq su keçirməyən süxur layları üzərində yığılması nəticəsində əmələ gəlir. Bu hopmuş yağıntı suları su keçirən

layda hərəkət edərək bulaqlar şəklində yer səthinə çıxa bilir.

2.Kondensasiya nəzəriyyəsini XIX əsrin ikinci yarısında məşhur alman alimi Folqar vermişdir. O, infiltrasiya nəzəriyyəsini tamamilə inkar edərək göstərir ki, yeraltı sular yalnız atmosferdə olan su buxarının torpaq səthindən müəyyən dərinlikdə kondensasiyaya uğraması nəticəsində yaranır.

Torpaqda su buxarının kondensasiya prosesinin dərk edilməsində rus alimi A.F.Lebedevin xidməti xüsusilə böyükdür. O, özünün şəxsi müşahidəsi və təcrübəsi əsasında sübut etmişdir ki, yeraltı suların əmələ gəlməsi yağıntı sularının infiltrasiya etməsi, həm də su buxarının torpaq-qrunt daxilində kondensasiyaya uğraması nəticəsində yaranır.

Yeraltı suların hər iki qida mənbəyi eyni vaxtda fəaliyyət göstərir. Onların hər birinin rolu, yeraltı suların formalaşmasında iştirak edən fiziki-coğrafi amillərin xarakterindən asılıdır. Belə amillərə misal olaraq, süxurların su keçirmə qabiliyyətini, relyefi, yağışın yağma intensivliyi və davamiyyətini, qar örtüyünün əmələ gəlmə şəraiti və ərimə intensivliyini, havanın temperaturu və rütubətliyini, bitki örtüyünün növünü və onun suya olan tələbatını göstərmək olar.

A.F. Lebedevə görə su buxarının atmosferdən torpağa daxil olması hava kütləsinin hərəkətindən asılı

olmayıb, yalnız su buxarının elastiklik fərqi ilə müəyyən edilir. Onun Odessa yaxınlığında apardığı təcrübələr göstərmişdir ki, çox vaxt gecələr havada olan su buxarının sıxlığı torpaqdakı su buxarının sıxlığından böyük olur və bunun nəticəsində atmosferdəki su buxarının torpağa keçməsi üçün lazımı şərait yaranır. Bu yolla əmələ gələn kondensasiya sularının miqdarı yağıntıların ümumi miqdarının 15-20 faizini təşkil edir. Lakin bəzi hallarda su buxarının kondensasiyası üstünlük təşkil edir. Məsələn, qumlu səhra və yarımsəhralarda gecə havanın kəskin soyuması nəticəsində kondensasiya prosesi daha sürətlə gedir. Burada yağıntılar çox az düşür, demək olar ki, bütünlüklə torpaq səthindən buxarlanmaya sərf olunur. Bunun nəticəsində yeraltı suların qidalanmasında yağıntıların rolu cüzi olur.

A.F. Lebedev göstərir ki, yeraltı suların çox az bir hissəsi yerin nüvəsindən (yuvenil sular) su buxarlarının kondensasiyası hesabına əmələ gəlir.

Beləliklə yeraltı sular torpaq-qrunnt təbəqəsində su buxarının kondensasiyaya uğraması, yuvenil suların və yağıntı sularının infiltrasiyası hesabına yaranır. Bu proses çox zaman təbiətdə eyni vaxtda baş verir.

2.2. Süxur və torpaqların su-fiziki xassələri

Süxur və torpağın sululuq xassəsi, onların məsəməliyi, nəmlik tutumu, nəmliyi, suvermə, sukeçirmə və kapilyarlığı ilə səciyyələnir.

Süxur və torpaqda olan boşluqların ümumi həcmi-nə məsəməlilik deyilir. Bunun miqdarı (n), məsəmələrin həcmnin (V_1) süxurun ümumi həcminə (quru halda) (V_2) faizlərlə olan nisbəti kimi müəyyən edilir:

$$n = \frac{V_1}{V_2} \cdot 100\% . \quad (2.1)$$

Məsəməlilik süxurun təşkil olunduğu hissəciklərin böyüklüyündən, formasından və yerləşmə xarakterindən asılıdır. Süxurlardakı hissəciklər nə qədər bircins, eyni formalı və nə qədər kürəyəbənzər olarsa, məsəməlilik bir o qədər çox olar.

Süxurun və torpağın özündə müəyyən miqdarda su saxlama qabiliyyətinə nəmlik tutumu deyilir. Nəmlik tutumu tam, kapilyar və molekulyar olur.

Süxur və ya torpaqda olan məsəmələrin tamamilə su ilə doldurulması üçün tələb olunan suyun miqdarına tam nəmlik tutumu deyilir. Tam nəmlik tutumu suyun həcmnin süxurun ümumi həcminə faizlərlə olan nisbəti kimi tapıldıqda, o məsəməliyə bərabər olur. Məsələn, əgər tutumu 100 sm^3 olan menzurkanı

quru qumla doldursaq, onda quma $35-40 \text{ sm}^3$ su əlavə etmək olar. Bu miqdarda su, qumun tam nəmlik tutumuna bərabər olur.

Əgər menzurkada olan suyun sərbəst sürətdə axmasına imkan verilsə, suyun hamısı axmayıb, bir hissəsi kapilyar və molekulyar qüvvələr hesabına qumda qalacaqdır. Kapilyar qüvvənin təsiri ilə süxurların saxladıkları müəyyən miqdarda suya mütləq nəmlik tutumu deyilir.

Bu zaman su məsələləri doldurmur, yalnız hissəciklərin səthini örtür.

Təbii şəraitdə vahid zamanda süxur və ya torpağın daxilində olan suyun ümumi miqdarına onun nəmliyi deyilir. Nəmlik, təbii halda olan nəm süxur və ya torpaq nümunəsi çəkisinin, həmin nümunənin $105-110^{\circ}\text{C}$ temperaturda qurudulduqdan sonra çəkisinə olan faizlərlə nisbəti kimi müəyyən edilir.

Su ilə doymuş süxurun ağırlıq qüvvəsi təsiri nəticəsində müəyyən miqdarda sərbəst axım verməsinə suvermə qabiliyyəti deyilir. Süxur və ya torpağın verdiyi suyun həcmnin süxurunun ümumi həcminə olan nisbəti suvermə əmsalı adlanır. Suvermə əmsalının, dənəvər süxurda iri dənəvər süxurlara nisbətən əhəmiyyətli dərəcədə azdır. Məsələn, bu əmsal torflu süxurlarda 40-80%, qumlu və qumsal süxurlarda 25-15%, gilli-qumlu süxurlarda 10-15% təşkil edir. Suvermə əmsalı nə qədər böyük olarsa, suvermə

süreti də bir o qədər çox olar. Süxur və ya torpağın suvermə xassəsinin çayların yeraltı sularla qidalanmasında və torpaqların qurudulması üçün tədbirlərin görülməsində böyük əhəmiyyəti vardır.

Süxur daxilindən keçə biləcək suyun miqdarı onların sukeçirmə qabiliyyəti adlanır. Sukeçirmə qabiliyyəti süxurlarda olan məsamələrin miqdarından, böyüklüyündən və yerləşmə xüsusiyyətindən asılıdır. Bütün süxurlar sukeçirmə qabiliyyətinə görə üç qrupa ayrılır: *sukeçirən (çınqıl, çaydaşı, qum və s.), sukeçirməyən (gil, çatlı olmayan kristallik süxurlar) və zəif sukeçirən (gilli qumlar, gillicə və s.)*.

Süxurların sukeçirmə qabiliyyəti kəmiyyətə süzülmə əmsalı ilə səciyyələnir.

Süxur və ya torpaqda olan kapilyar borularda səthi gərilmə qüvvəsinin təsiri nəticəsində suyun müəyyən hündürlüyə qalxmasına kapilyarlıq deyilir.

Kapilyarlıq kəmiyyətə kapilyarın qalxma hündürlüyü ilə səciyyələnir. Bu göstərici süxur və ya torpaqda olan kapilyar məsamələrin ölçüsü kiçildikcə artır (cədvəl 2.1).

Bitkilərin qrunut suları ilə təmin olunmasında süxur və torpağın kapilyarlığının əhəmiyyəti böyükdür.

Süxurların kapilyarlığı

Süxurlar	Kapilyarın qalxma hündürlüyü, sm
İri dənəli qum	2.0-3.5
Orta dənəvər qum	12-35
Narın qum	35-120
Qumluca	120-350
Gil	350-650
Gillicə	650-1200

2.3. Yeraltı suların təsnifatı

Təbiətdə yeraltı suların yerləşmə şəraiti və onların keyfiyyəti müxtəlif olduğuna görə, ayrı-ayrı tədqiqatçılar yeraltı suların təsnifatını müxtəlif prinsiplərə görə yerinə yetirmişlər. Məsələn, V.İ.Vernadski yeraltı suların kimyəvi tərkibinə, V.S.İlin isə zonal yayılmasına görə təsnifat vermişlər.

Əksər halda yeraltı sular yerləşmə şəraitindən asılı olaraq təsnif edilir. Yeraltı sular üç əsas qrupa ayrılır: torpaq, qrunnt və layarası sular.

Torpaq suları yer səthinə yaxın olan aerasiya zonasında yayılmışdır. Bu sular torpaqdakı məsamə və boşluqlarda əmələ gəlir və bilavasitə torpaq örtüyündə olur. Onlar torpaq hissəciklərinin səthində

yerləşməklə molekulyar qüvvələrin təsiri nəticəsində hərəkət edir. Bu sular başlıca olaraq yer səthinə düşən yağıntıların torpağa hopması və qismən su buxarının məsamələrdə kondensasiyaya uğraması nəticəsində əmələ gəlir. Torpaq suları yer qabığının aerasiya zonasında yerləşdiyi üçün meteoroloji amillərin (yağıntı, temperatur, rütubətlik, külək və s.) təsirinə məruz qalır. Buna görə də onların ehtiyatı və hərəkəti bilavasitə həmin amillərin təsir dərəcəsi ilə müəyyən edilir. Deməli, digər yeraltı sulardan fərqli olaraq, torpaq sularının ehtiyatı fəsillərdən asılı olaraq dəyişir. Buna görə də torpaqda ən çox nəmlik yazda, ən az isə yayda müşahidə edilir.

Qrunt suları yay və qış azsulu dövrlərdə çayların əsas qida mənbəyini təşkil edir. Bunlar çay dərələrində və relyefin nisbətən çökək sahələrində yer səthinə çıxır. Bu sular torpaq sularından aşağıda su keçirməyən süxur layları üzərində yerləşir. Qrunt suları ya hərəkətsiz yeraltı su anbarı, ya da ağırlıq qüvvəsinin təsiri nəticəsində meylik istiqamətində yüksək sahədən alçaq sahəyə hərəkət edən su axını şəklində olur. Onlar sərbəst səthə malik olan basqısız sülardır.

Qrunt sularının temperaturu onların hansı dərinlikdə yerləşməsindən asılıdır. Lakin temperaturun tərəddüdü torpaq sularında olduğu kimi böyük deyildir. Əgər grunt suları bir neçə metr dərinlikdə yerləşirsə,

onda onlar (daimi donuşluq rayonları müstəsna olmaqla) heç vaxt donmur, yayda isə qızdır. Qrunt sularının keyfiyyəti müxtəlifdir. Əksərən bu sular şirin, yumşaq, səhralarda isə çox halda duzlu olur. Cod grunt sularına da rast gəlinir.

Basqısız layarası sular iki su keçirməyən süxur layı arasındakı su keçirən süxur təbəqəsində yerləşir. Qrunt sularından fərqli olaraq layarası suların aerasiya zonası ilə əlaqəsi olmur. Buna görə də bu sular yağıntıların və çay sularının süzülməsi hesabına qidalanmır. Layarası sular sulu süxur laylarının yer səthinə çıxdığı yerlərdən qida alır. Sulu süxur horizontunun dəniz sahili, çay dərəsi və ya dərin yarıq sahələrinin aşınma nəticəsində açılmış yerlərində və çeşmələr şəklində yer səthinə çıxır.

Layarası sular grunt sularına nisbətən yer səthindən daha böyük dərinlikdə yerləşdiyi üçün onların temperaturu demək olar ki, sabit qalır və ya il ərzində çox az təbəddüd edir (1-2⁰C). Suların keyfiyyəti sulu laydakı asan həll olunan duzların miqdarından asılıdır. Layarası sular yumşaq, cod və şirin ola bilər.

Bəzi hallarda layarası sular bilavasitə yer səthinə çıxıb bilmir və sulu lay tamamilə su ilə dolur. Belə layarası sular hidravliki təzyiqə malik olur ki, buna da basqılı və ya artezian suları deyilir. Artezian sularının təzyiq qüvvəsi onların qidalanma sahəsinin suyun səthə çıxdığı yerə nisbətən nə qədər yüksəkdə

olmasından asılıdır. Buruq quyusu vasitəsi ilə sulu horizontun su keçirməyən üst layı açıldıqda hidravliki təzyiq nə qədər çox olarsa, su da bir o qədər çox yuxarı qalxır və hətta bəzən fəvvarə şəklində yer səthinə çıxır.

Layarası sular dərin horizontlarda yerləşdiyinə görə üzvi çirklənməyə məruz qalmır və təmiz olur. Onlardan sənaye və kommunal təsərrüfatında su təchizatı məqsədi üçün istifadə edilir.

2.4. Yeraltı suların fiziki xassələri

Torpağın və süxür təbəqəsinin daxilində su üç aqreqat halda və bir sıra formalarda ola bilər.

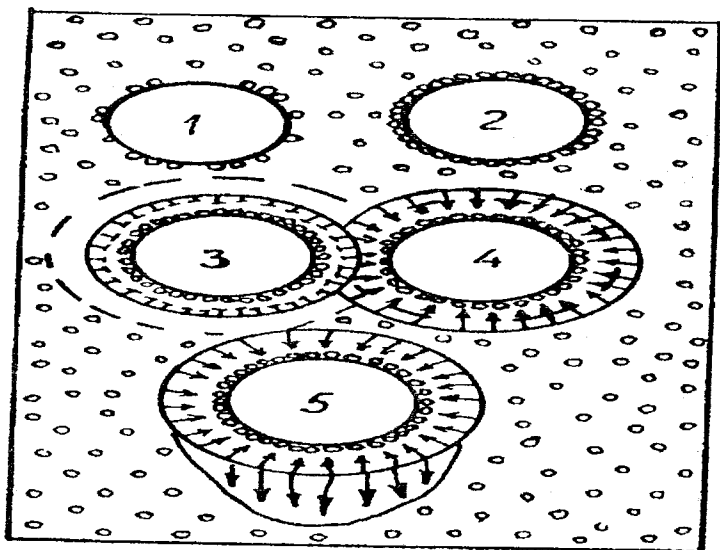
Torpaq və süxur məsamələrində olan müxtəlif kateqoriyalı suların öyrənilməsilə çoxdan məşğul olmağa başlamışlar. Bu sahədə A.F.Lebedevin apardığı tədqiqat işləri xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. O, torpaq və süxurların məsamələrində olan suyu aşağıdakı kateqoriyalara ayırır: buxar, hiqroskopik, pərdə, qravitasion, sülb və kristallaşmış halda olan su. (Sə. 2.2)

Buxar halında olan su süxurların məsamələrində, boşluqlarında və çatlarında yerləşməklə sərbəst halda hərəkət edir. Onun hərəkəti, bütün qazlarda olduğu kimi, su buxarının elakstikliyi çox olan yerdən az olan yer istiqamətində baş verir.

Su buxarının sıxlığını yerin səthində e_1 , hər hansı bir dərinlikdə isə e_2 ilə işarə etsək, onda buxarın hərəkət istiqaməti ($e_1 - e_2$) fərqləndirən asılı olacaqdır. Əgər $e_1 > e_2$ olarsa, buxar yuxarıdan aşağı doğru hərəkət edərək kondensiyaya uğrayır və torpağı nəmləndirir. Lakin $e_1 < e_2$ şəraitində hərəkət əks istiqamətdə baş verir və bu halda torpağın nəmliyi azalır.

Higroskopik su süxur hissəciklərinin səthində ayrı-ayrı molekula şəklində yerləşir və hissəciklərin səthi ilə molekulyar qüvvənin təsiri ilə bağlı olur. Su molekulları süxur hissəcikləri üzərində yığılır və bir-birilə birləşərək bir molekula qalınlığında (10^{-7} sm) nazik pərdə əmələ gətirir. Süxurun belə rütubətlənmə dərəcəsi maksimal higroskopiklik adlanır.

Higroskopik su molekulyar ilişmə qüvvəsinin təsirinə məruz qaldığından maye kimi hərəkət edə bilməyib, buxar halına keçdikdən sonra bir laydan digərinə hərəkət edir. Süxur qızdırıldıqda və ya qurudulduqda higroskopik su ondan ayrılır. Bu əlamət onu süxurlarda olan digər kateqoriyalı sülardan kəskin sürətdə fərqləndirir. Süxurda olan higroskopik suyun miqdarı həmin süxurun olduğu mühitin temperaturundan, nəmliyindən və havanın təzyiqindən asılıdır.



Şək. 2.2. Yeraltı suların formaları. 1.Torpaq hissəciyi natamam hiqroskopikliklə. 2.Torpaq hissəciyi maksimal hiqroskopikliklə. 3, 4. Torpaq hissəcikləri pərdəli su ilə. 5. Torpaq hissəciyi qravitasion su ilə.

Pərdəli su molekulyar ilişmə qüvvəsinin təsiri nəticəsində əmələ gəlir və çox nazik pərdə şəklində süxur hissəciklərini bürüyür. Su pərdəsinin qalınlığı müxtəlif ola bilər, lakin molekulyar hərəkətin radius sferasından (10^{-4} sm) artıq olmur. Pərdəli su maye kimi, qalın pərdəsi olan laydan nazik pərdəyə malik olan laya doğru hərəkət edir. Pərdəli suyun hərəkəti ağırlıq qüvvəsinin təsirindən asılı olmayaraq istənilən istiqamətdə baş verir.

Süxurun nəmliyi, su pərdəsinin maksimal qalınlığına uyğun gəldikdə buna maksimal molekulyar nəmlik tutumu deyilir.

Kapilyar su süxur boşluqlarını doldurur və səthi gərilmə qüvvəsinin təsiri ilə müəyyən hündürlüyə qalxır. Belə su yuxarıya, aşağıya və ətraflara doğru meylik istiqamətində hərəkət edir. Kapilyar suların qalxması üçün lazımı şərait kapilyar boru divarlarının yaş olmasıdır. Kapilyar qalxmanın hündürlüyü süxurlardakı kapilyar boruların diametrindən və mayenin özlülüyündən asılıdır. Suyun kapilyar qalxmasının ən böyük hündürlüyü kiçik dənəvər süxurlarda (gil) müşahidə olunur.

Qravitasion su maye halında olub, süxurların böyük boşluqlarını, çatlarını doldurur və ağırlıq qüvvəsinin təsiri ilə hərəkət edir.

Sülb halında su, nəm süxurun temperaturu 0°S -dən aşağı olduqda buz kristalları şəklində müşahidə edilir.

2.5. Yeraltı suların kimyəvi tərkibi

Suda müxtəlif birləşmələrin həll olma prosesi fərqlidir. Yeraltı suların minerallaşması süxurların xarakterindən asılıdır. Ən asan həll olunan xlorlu, azotlu, karbonlu süxurlar, duzlardan isə kalsium və natrium duzudur. Suda bu duzların miqdarı bəzən 40

faizə çatır. Duzların və qazların həll olması temperaturdan, təzyiqdən və suda olan duz və qazların miqdarından asılıdır. Temperaturun artması ilə suda həll olunan duzların miqdarı artır və əksinə, qazlar azalır. Yeraltı sulara karbon (CO_2), oksigen (O_2), kükürd (H_2S), metan (CH_4), azot (N_2), hidrogen (H_2) qazları olur.

Suda həll olmuş duzlar qazların həll olmasını zəiflədir. Belə ki, az minerallaşmaya malik olan suyun tərkibində oksigen və digər qazlar çox olur. Suda oksigen və karbon qazının artması ilə onun həlletmə qabiliyyəti artır.

Tərkibində 0.25-dən 1 q/l-ə qədər karbon qazı və kükürlü-oksigenli kalsium, maqnezium duzları olan yeraltı sulara cod sular deyilir. Həmin duzların miqdarı 0.25 q/l-ə qədər olarsa, o, yumşaq su hesab edilir. Suda olan bu və ya digər maddələr ona müəyyən dad verir. Suda üstünlük təşkil edən həll olmuş ion maddələri yer səthinə çıxan yeraltı suların və bulaqların dadını müəyyən edir. Məsələn, suda duz qarışıqlarının miqdarı 1-5 q/l olduqda o, az şorlaşmış, 5-10 q/l olduqda çox şorlaşmış, 50 q/l olduqda duzlu və 50 q/l-dən çox olduqda isə çox duzlu hesab edilir.

Bütün mineral bulaqlar, adətən, temperatur və kimyəvi tərkibinə görə təsnif olunur. Bəzi mineral

bulaqlar çox yüksək temperatura (İsti-su) malik olur ki, bu da onların vulkanik mənşəli olmalarını göstərir.

Demək olar ki, bütün mineral bulaqlar müalicə əhəmiyyətinə malikdir.

Yeraltı sulardan istifadə edilərkən onlarda olan bakteriyaların miqdarını nəzərə almaq lazımdır. Müəyyən edilmişdir ki, yeraltı suların çıxdığı dərinlik artdıqca bakteriyaların miqdarı azalır..

Yeraltı suların temperaturu onların çıxdığı dərinliklə müəyyən edilir. Yer səthinə yaxın olan sulu layda suyun temperaturu sutkalıq və illik tərəddüdə mə`ruz qaldığı halda, dərin qatlarda demək olar ki, sabit qalır. Yeraltı sular və mineral bulaqlar töküldüyü çayların kimyəvi və termik rejiminə tə`sir edir.

2.6. Yeraltı suların hərəkəti

Təbii şəraitdə yeraltı sular ağırlıq qüvvəsi və ya molekulyar qüvvələrin təsiri ilə daima hərəkətdə olur. Səth sularının hərəkətinə nisbətən yeraltı suların hərəkəti xeyli zəifdir.

Yeraltı suların süxurlarda hərəkəti süxur boşluqlarının böyüklüyündən, sulu layın hidravliki meyilliindən və suyun temperaturundan asılıdır.

Süxurların məsaməliliyindən asılı olaraq yeraltı suların iki rejimdə hərəkəti müşahidə edilir: laminar və turbulent.

Kiçik məsamələrə malik olan süxurlarda suyun hərəkəti laminar, böyük məsaməli və çatlı süxurlarda isə turbulent xarakter daşıyır. Laminar hərəkətli yeraltı suların axın sürətini müəyyən etmək üçün Darsi düsturundan istifadə edilir:

$$v = K \cdot i, \quad (2.2)$$

burada K - filtrasiya və ya sukeçirmə əmsalı, sm/saniyə, m/saat və ya m/sutka; i -hidravliki meylikdir və suyun basqısının h (metrlə) axının keçdiyi yolun uzunluğuna l (metrlə) olan nisbətində bərabərdir, (h/l) .

Beləliklə, Darsi düsturundan aydın olur ki, yeraltı suların laminar hərəkəti zamanı axının sürəti hidravliki meyliklə mütənasibdir. Əgər $i=l$ olarsa, onda $v=K$, yəni meylik vahidə bərabər olarsa yeraltı axının sürəti süzülmə əmsalına bərabər olur.

Yeraltı sular iri dənəvər və çatlı süxurlardan keçdikdə nisbətən ən böyük sürətli və burulqanlı olması ilə səciyyələnir, yəni turbulent xarakter daşıyır. Turbulentli hərəkətli yeraltı və səth sularının axın sürəti Şezi düsturuna görə təyin edilir.

Yeraltı suların axın sürətini bilərək onların sərfini hesablamaq olar. Sulu layın en kəsiyinin sahəsindən vahid zamanda keçən suyun miqdarına su sərfi deyilir və o, aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$Q = v_{op} \cdot \omega, \quad (2.3)$$

burada Q - su sərfi, $m^3/saat$ və ya $m^3/sutka$; v_{op} - yeraltı suyun orta sür'əti, $m/sutka$; ω -sulu layın en kə-sik sahəsi, m^2 .

2.7.Qrunt sularının rejimi və onların səth suları ilə qarışıqlı əlaqəsi

Yeraltı suların ehtiyatı, minerallaşma dərəcəsi və temperaturu ilin fəsillərindən asılı olaraq dəyişir. Yeraltı suların rejim xüsusiyyətlərini müəyyən edən əsas amillər ərazinin geoloji quruluşu, relyefi, iqlim şəraiti, bitki örtüyü və insanın təsərrüfat fəaliyyəti hesab edilir. Meteoroloji amillər (yağıntı, temperatur, atmosfer təzyiqi) və həmçinin çaylarda su səviyyəsinin tərəddüdü qrunt sularının rejiminə tə'sir göstərir. Qrunt suları yer səthinə nə qədər yaxın olarsa, meteoroloji amillər onlara o qədər çox tə'sir edir.

Qrunt sularının səviyyəsinin artıb-azalması mövsümi xarakter daşıyır. Ən yüksək səviyyə yazda qarın əriməsi zamanı müşahidə olunur. Yayda səviyyə əhəmiyyətli dərəcədə enir və il ərzindəki ən aşağı vəziyyəti alır. Payızda səviyyə yenidən artır, lakin yazdakına çatma bilmir. Qış dövründə səviyyə yenidən

aşağı düşür. Qrunt sularının səviyyə tərəddüdü hər il təkrar olunur.

Yağıntının qrunt sularının rejiminə olan təsiri bilavasitə onun xarakterindən, yağışın intensivliyindən, həmçinin torpaq-qruntun xassəsindən və yeraltı suların yerləşdiyi dərinlikdən asılıdır. Məsələn, zəif yağışlarda su torpağın dərinliyinə keçə bilmir və yağış qurtardıqdan sonra tez bir zamanda buxarlanır. Leysan yağışları zamanı, xüsusən səthin meylliyi böyük olduqda, su dərinə hopmağa imkan tapmadığından güclü səth axımı yaranır. İnfiltrasiya üçün ən yaxşı şərait uzun davamiyyətə malik olan gur yağışlar zamanı yaranır.

Yazda qrunt sularının əsas qidasını qar suları təşkil edir. Bu zaman suyun hopmasına qarın ərimə və torpağın donuşluğunun açılma vaxtlarının təsiri böyükdür. Əgər qarın əriməsi torpağın donuşluğunun açılmasından daha sürətli gedirsə, qar suları qrunt sularının yayıldığı dərinliyə çata bilmir və yalnız torpağın donuşluqdan açıldığı səth hissəsini rütubətləndirir və sonra buxarlanmaya sərf olunur. Bu çöl zonasında müşahidə edilir, çünki burada qarın hündürlüyü çox az olur.

İllik tərəddüd isə ayrı-ayrı illərdə yağıntının müxtəlif şəkildə düşməsindən və buxarlanmanın eyni intensivlikdə getməməsindən asılıdır. Lakin onun illik amplitudu mövsümü tərəddüddə olduğu kimi aydın

nəzərə çarpmır. Çoxsulu və azsulu illərin bir-birini əvəz etməsi isə mükəmməl bir təbii qanunauyğunluğa tabe deyildir.

Qrunt suları səviyyəsinin epizodik tərəddüdü yay yağışları və qışda temperaturun artması nəticəsində qarın əriməsi ilə əlaqədardır. Qrunt sularının rejiminə relyefin parçalanma dərəcəsi və meşə örtüyü də böyük təsir edir. Düzenlik sahələrdə (aerasiya zonasının quruluşu imkan verərsə) yağıntılar qrunt sularını bərabər vəziyyətdə qidalandırır. Dağlıq sahələrdə isə qrunt sularının qidalanması həm ərazi, həm də zamana görə müxtəlif olur.

Meşənin qrunt sularının rejiminə təsiri müxtəlifdir: meşəsiz sahələrə nisbətən meşəyə düşən yağıntının miqdarı bir qədər artır və beləliklə qrunt sularının səviyyəsi qalxır, digər tərəfdən, vegetasiya dövründə meşə yeraltı nəmliyi bolluca sərf etdiyindən, qrunt sularının səviyyəsini aşağı salır və ehtiyatını azaldır.

Yağıntı çox olan illərdə meşə sahəsindəki infiltrasiya yayda gedən buxarlanmadan və transpirasiyadan artıq olduğundan qrunt sularının səviyyəsi qalxır. Yağıntı (xüsusən qış yağıntıları) az olan illərdə buxarlanma və transpirasiya yağıntıdan çox olduğuna görə qrunt sularının səviyyəsi aşağı düşür.

Meşə torpaqları yaxşı su keçirmə qabiliyyətinə malik olduğuna görə yağıntının çox hissəsi yerə hopur və beləliklə qrunt sularının ehtiyatının artmasına

şərait yaradır. Buna görə də meşə sahəsinin artması qrunut sularının ehtiyatının çoxalmasına imkan verməklə bərabər çayların və göllərin qrunut suları ilə qidalanma şəraitini yaxşılaşdırır.

Yeraltı sular (xüsusən qrunut suları) səth suları (çay, göl) ilə sıx əlaqəlidir. Qrunut sularının səth suları ilə qarşılıqlı əlaqəsinin iki əsas halı mövcuddur:

1) qrunut suları çayları və ya gölləri qidalandırdıqda, onların səviyyəsinin səthi su obyektlərinin səviyyəsindən yüksəkdə olur: 2) çay və göl suları qrunut sularını qidalandırdıqda isə qrunut sularının səviyyəsi onu qidalandıran su obyektinin səviyyəsindən aşağı olur.

Elə hal ola bilər ki, bir sahilə çay qrunut sularını, digər sahilə isə qrunut suları çayları qidalandırır.

Qrunut və səth suları arasında mövcud olan müvazinət, çayın sahil zonasında çay suyunun səviyyəsinin artmasınəticəsində pozulur.

Çayın sahilindən bir qədər uzaqda yeraltı suların səviyyəsinin dəyişməsi ayrı-ayrı vaxtlarda zəifləyir və onun amplitudu azalır.

Çayın sahil zonalarında qrunut sularının səviyyəsinin kəskin dəyişməsi daşqın dövründə baş verir. Bu zaman daşqının qrunut sularına təsir zonasının eni, başlıca olaraq, daşqının davamiyyətindən, onun hündürlüyündən, qrunut sularının miqdarından və səviyyə səthinin meylliyindən, həmçinin çayın sahillə-

rini təşkil edən süxurların sukeçirmə qabiliyyətindən asılıdır. Qrunt sularının səviyyəsi ilə çayın səviyyəsi arasındakı nisbət hər şeydən əvvəl ərazinin meteoroloji şəraitdən asılıdır. Quru iqlimə malik olan ərazilərdə qrunt suları çay suları hesabına qidalanır (Amu-Dərya və Sır-Dərya çaylarının aşağı axınları). İqlimi rütubətli və ya mülayim olan rayonlarda isə əks hadisə müşahidə olunur, yəni çaylar qrunt suları hesabına qidalanırlar.

2.8. Yeraltı suların fiziki-coğrafi proseslərdə rolu

Yeraltı sular müxtəlif fiziki-coğrafi proseslərdə iştirak edir. Bu sular çayların qida mənbələrindən biridir və təbiətdə fasiləsiz gedən su dövranında iştirak edir. Çaylara yeraltı sularla birlikdə həll olmuş maddələr daxil olur. Yer səthinin bəzi sahələrində yamaclarda, yeraltı suların səthə çıxdığı yerlərdə və s. bir sıra fiziki-coğrafi hadisələr müşahidə olunur: sürüşmələr, suffoziya, karst.

Dayanıqsız tarazlıq halında olan qruntların yamac boyu yer dəyişməsi *sürüşmə* adlanır. Sürüşmələr, bilavasitə yeraltı suların iştirakı ilə dağlarda, çay dərələrində, yarıqlılarda, dəniz sahillərində və s. baş verir. Sulu horizont su keçirməyən laya qədər çılpıqlaşdıqda və bu lay dərəcəyə və ya yarıqlıya doğru

müəyyən bir meyilliyə malik olduqda, yeraltı sular tədricən susaxlayan süxurun hissəciklərini yuyur. Buna görə də sulu horizont və sukeçirməyən lay arasında ilişmə qüvvəsi və sürtünmə zəifləyir. Nəticədə, sukeçirməyən layın üzərində yerləşən süxur qatının bir hissəsi, ümumi süxur kütləsindən aralanaraq sukeçirməyən layın islanmış səthi ilə tədricən yamacın ətəyinə doğru sürüşür.

Volqa, Dnepr, Don çaylarının sahillərində, Qafqazda, Krimda, Apennin dağlarında və s. sürüşmələr geniş yayılmışdır.

Karst hadisəsi asan həll olan süxurların (əhəngdaşı, dolomit, gips, xörək duzu) geniş yayıldığı ərazilərdə müşahidə edilir. Hərəkətdə olan yeraltı sular belə süxurlarda çatlar, mağaralar və s. əmələ gətirir.

Karstın yayıldığı rayonlarda, iqlim şəraitindən asılı olmayaraq, çay şəbəkəsi zəif inkişaf edir. Burada atmosfer yağıntıları qısa müddət ərzində infiltrasiya olunur. Belə şəraitdə səth axımı əmələ gəlmir, çayların isə qolları olmur. Çay boyu onun sululuğunun kəskin artıb-azalması müşahidə edilir. Bəzən çaylar yeraltı çatlarda və boşluqlarda "itir", sonra yenidən səthə çıxır. Yeraltı çayların coğrafiyası kifayət qədər genişdir. Məsələn, Dunayın yuxarı axınında İmmen-lingen yaxınlığında çay suları yerin altına süzülür və 12.5 km məsafədə yerin altı ilə axır. Sonra çay güclü

axın şəklində səthə çıxır. Qərbi Gürcüstanda, Uralda çoxsaylı yeraltı karst çayları məlumdur.

Karst müşahidə olunan rayonlardakı geniş çökəkliklərdə səth suları yığıldıqda göllər yaranır. Bəzi karst gölləri yeraltı sularla qidalanır.

Karst hadisələri Adriatik dənizinin sahillərində, Cənubi Fransada, Florida və Yukatan yarımadalarında, Krimdə və s. geniş yayılmışdır.

Karstlaşmış süxur qatının üstünü suda həll olmayan süxur layı örtükdə *suffoziya* hadisəsi müşahidə olunur. Bu hadisənin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, hərəkətdə olan yeraltı sular kiçik mineral hissəcikləri həll olmayan süxur layından karst süxurlarındakı çatlara, mağaralara yuyub aparır və bunun nəticəsində yerin səthi çökür. Yeraltı suların səthə çıxdığı yerlərdə suffoziya hadisəsi daha aydın hiss olunur.

Ümumiyyətlə, bu hadisə Ukraynada, Özbəkistanda, Rusiyada (Tatarıstan, Qərbi Sibir) və s. geniş yayılmışdır.

3.ÇAYLAR

3.1. Əsas anlayışlar

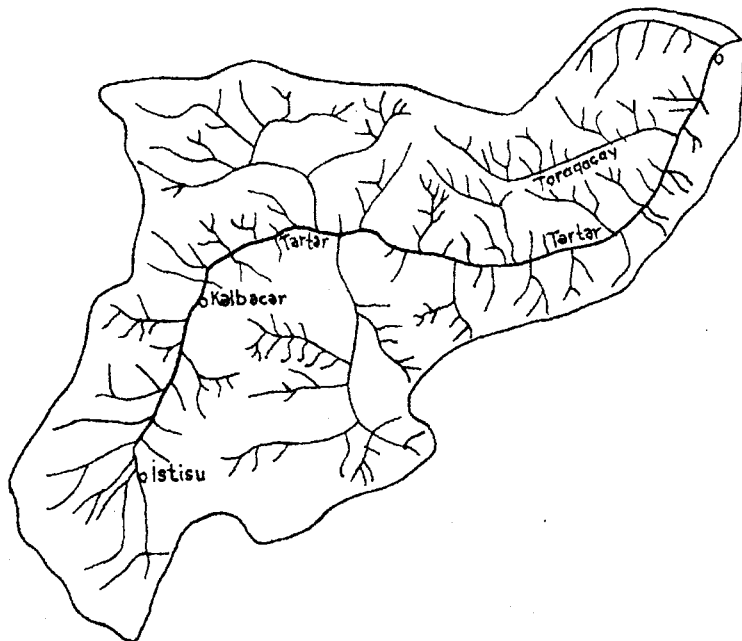
3.1.1.Çay və çay sistemləri *U*

Çay, hövzəsindəki yağıntılardan əmələ gələn səth və yeraltı axımla qidalanan, özü yaratdığı məcrada axan, gözə çarpan ölçülü su axınıdır. Rejimin formalaşma şəraitinə görə onlar dağ, düzənlik, göl, bataqlıq və karst; ölçülərinə görə isə böyük, orta və kiçik çaylara bölünürlər. Bilavasitə dənizə və gölə tökülən çay əsas çay adlanır. Əsas çaya tökələn çay birinci dərəcəli qol, ona tökülən çay ikinci dərəcəli qol, üçüncü dərəcəli qol və s. adlanır. Əsas çay və ona tökülən qollara birlikdə çay sistemi deyilir (şəkil 3.1).

Hortona görə heç bir qolu olmayan çay birinci dərəcəli, onun töküldüyü -ikinci dərəcəli çay və s. adlanır. Həmin təsnifatda əsas çay ən böyük dərəcəyə

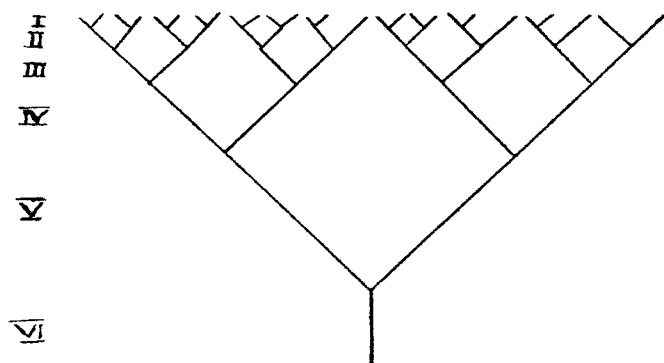
malik olur. N.A.Rjanitsinin verdiyi təsnifata görə çayın qollarının dərəcəsi ilə sululuğu və morfometrik göstəriciləri arasında əlaqə vardır (şəkil 3.2).

Çay şəbəkəsi onu əmələ gətirən çayların uzunluqları və şaxələnməsi ilə səciyyələnir.



Şək. 3.1. Çay şəbəkəsinin sxemi (Tərtərçay)

Çayın uzunluğunu xəritədə kurvimetr və ya pərgar vasitəsilə ölçürlər. Ərazinin vahid sahəsinə düşən çayların ümumi uzunluğuna çay şəbəkəsinin sıxlığı deyilir və aşağıdakı düsturla təyin edilir:



Şək. 3.2. VI-dərəcəli çay şəbəkəsinin sxemi
(N.A.Rjanitsinə görə)

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{F}, \quad \frac{\text{km}}{\text{km}^2} \quad (3.1)$$

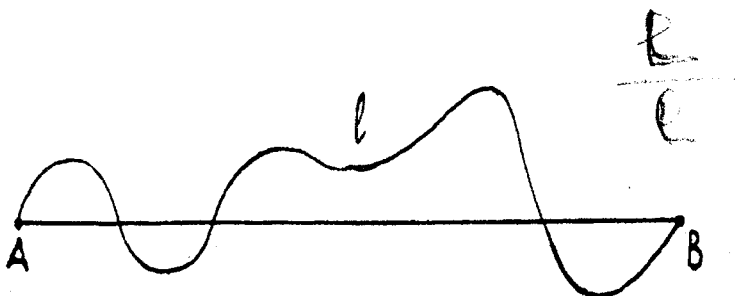
burada L_i - əsas çayın və onun qollarının uzunluqları, km; F - sutoplayıcının (ərazinin) sahəsidir, km^2 .

Çay şəbəkəsinin sıxlığı iqlim şəraitindən, relyefdən, geoloji quruluşdan və torpaq örtüyündən asılıdır. Çay şəbəkəsinin sıxlığı Şərqi Avropa düzənliyində şimaldan-cənuba getdikcə azalır. Düzənlikdən dağlıq hissəyə isə çay şəbəkəsinin sıxlığı artır. Misal üçün, Ön Qafqaza yaxın çay şəbəkəsinin sıxlığı

$D=0.05 \text{ km/km}^2$, Baş Qafqaz silsiləsinin şimal yamacında isə $D=1.49 \text{ km/km}^2$ -ə çatır.

Çox vaxt çay şəbəkəsinin sıxlığını təyin etmək üçün ərazi bərabər sahəli kvadratlara bölünür və hər bir kvadrat daxilindəki çayların uzunluğu ölçülür və kvadratin sahəsinə bölünür. Alınmış nəticələrə əsasən bərabər şəbəkə sıxlığı olan nöqtələr birləşdirilərək izodenslər qurulur. Tərtib edilmiş izodenslərə görə ərazinin çay şəbəkəsinin sıxlığını daha mükəmməl təhlil etmək olar.

Çayın əyrintilik əmsalı müəyyən hissədə çayın uzunluğunun həmin hissənin başlanğıcı ilə qurtaracağını birləşdirən düz xəttin uzunluğuna olan nisbətinə deyilir (şəkil 3.3).



Şək. 3.3. Çay əyrintiliyinin təyini

Əgər çay yatağının keçdiyi ərazi yumşaq süxurlardan təşkil olunursa, əyrintilik çox olur. Düzenlik çaylarının əyrintilik əmsalı daha böyükdür. Ümu-

miyyətlə, əyrintilik əmsalı həmişə vahiddən böyük olur.

3.1.2.Çay hövzəsi və onun fizik-coğrafi xarakteristikaları

Çay sistemini və ya çayı su ilə qidalandıran torpaq-qrunt layı daxil olmaqla yer səthinin bir hissəsi çay sisteminin və ya çayın hövzəsi adlanır. Hövzə səth və yeraltı sutoplayıcılardan ibarətdir. İki qonşu hövzə arasında sərhəd əmələ gətirən xəttə suayrıcı deyilir.

Yeraltı sutoplayıcının sərhəddini təyin etmək çox çətindir. Səth və yeraltı sutoplayıcılar arasında fərq çox az olduğu üçün çox zaman səth sutoplayıcısı hövzə adlandırılır.

Çay hövzəsinin əsas həndəsi göstəriciləri onun sahəsi, maksimal eni, orta eni, suayrıcı xəttin uzunluğu, hövzəsinin simmetrlik dərəcəsi, forması və sairidir. Hövzənin fiziki-coğrafi xüsusiyyətlərinə onun coğrafi vəziyyəti, iqlim şəraiti, relyefi, bitki örtüyü, geoloji-torpaq quruluşu, çay şəbəkəsinin sıxlığı, göllülüüyü və bataqlıqlığı aiddir. Hövzənin sahəsini təyin etmək üçün 1:50000; 1:10000 və s. miqyaslı xəritələrdə suayrıcı xətt çəkilir, sonra isə sahə planimetrlə, poletka ilə ölçülür. Hövzənin sahəsi onun ən əsas həndəsi göstəricisidir və o, kvadrat kilo-

metrlə ifadə edilir. Sahə nə qədər böyük olarsa çayın sululuğu da bir o qədər çox olar. Axımın formalaşmasına sahənin mühüm təsiri vardır.

Planimetrlə çay şəbəkəsini təşkil edən bütün qolların da hövzələrinin sahəsini ayrı-ayrılıqda ölçmək olar. Bu zaman əsas çayın sol və sağ sahilindəki hövzələrin sahələri ayrı-ayrılıqda ölçülür.

Çay hövzəsinin sahəsi mənbədən mənsəbə doğru axın boyu artır.

Hövzə sahəsinin dəyişməsinə əyani olaraq göstərmək üçün sahənin artım qrafiki tutulur. Bu qrafiki qurmaq üçün ordinat oxunu iki hissəyə bölürlər. Absis oxundan yuxarıda sol sahil, aşağıda isə sağ sahil qollarının hövzə sahələri üçün artım qrafiki qurulur. Sonra hər iki qrafiki həndəsi toplamaqla çay şəbəkəsi sahəsinin artım qrafiki tərtib edilir. Hidroloji hesablamalar apardıqda hövzənin sahəsini hidrotexniki qurğu tikilən yerədək və ya hidrometriki məntəqənin yerləşdiyi en kəsiyinədək müəyyən etmək lazımdır. Bu en kəsiyini hidrologiyada qapayıcı mövqe adlandırırlar. Hövzənin forması qapayıcı mövqeyə suyun eyni zamanda gəlib çatmaq vaxtına təsir göstərir. Hövzənin forması çox müxtəlif olur. Adətən, hövzənin orta hissəsi geniş olur, mənbə və mənsəbə doğru isə onun eni azalır. Bəzi hövzələrin eni mənbədən mənsəbə doğru getdikcə çox az dəyişir. Elə hövzələr vardır ki, onların eni çayın yuxarı və ya

aşağı axın hissəsində genişlənir, bəzən isə onların eni orta hissədə azalır. Hövizənin forması asimmetriya və suayırıcı xəttin inkişaf əmsalları ilə də səciyyələnir.

Suayırıcı xəttin inkişaf əmsalı, hövizənin suayırıcı xəttinin uzunluğunun, sahəsi həmin hövizənin sahəsinə bərabər olan çevrənin uzunluğuna olan nisbətində bərabərdir:

$$m = \frac{S}{S_1}, \quad (3.2)$$

burada S -suayırıcı xəttin uzunluğu; S_1 -çevrənin uzunluğu, (çevrənin sahəsi $F=\pi r^2$).

Çevrənin radiusu və uzunluğu, müvafiq olaraq aşağıdakı düsturlarla hesablanır:

$$r = \sqrt{\frac{F}{\pi}}, \quad (3.3)$$

$$S_1 = 2\pi r = 2\pi \sqrt{\frac{F}{\pi}} = 2\sqrt{\pi F}. \quad (3.4)$$

Deməli suayırıcı xəttin inkişaf əmsalı aşağıdakı ifadə ilə hesablanı bilər:

$$m = \frac{S}{2\sqrt{\pi F}} = 0.282 \frac{S}{\sqrt{F}}. \quad (3.5)$$

Höviznin asimmetriya əmsalı aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\alpha = \frac{F_{\text{sol}} - F_{\text{sag}}}{F_{\text{sol}} + F_{\text{sag}}} \quad (3.6)$$

burada F_{sol} və F_{sag} , müvafiq olaraq höviznin sol və sağ hissələrinin sahəsidir.

Qolları ancaq bir tərəfdə yerləşən çay hövizlərinə birtərəfli inkişaf etmiş höviz deyilir. Kuban çayının hövzəsi belə hövizlərə aiddir. Bu çayın bütün qolları əsas çaya sol tərəfdən tökülür.

Höviznin orta eni bu düsturla təyin edilir:

$$B = \frac{F}{L}, \quad (3.7)$$

burada ~~B~~ - höviznin orta eni (km), F- höviznin sahəsi (km²), L- çayın uzunluğu (km).

Hövzənin maksimal eni $B_{\max}$ əsas çayın istiqamətini perpendikulyar kəsən eninə xətlərin ən böyüyünə bərabər götürülür.

Çayın uzunluğu ilə hövzənin sahəsi arasında aşağıdakı əlaqələr mövcuddur:

$$L = 1.8\sqrt{F} \quad F < 100\text{km}^2, \quad (3.8)$$

$$L = 1.4F^{0.57} \quad F > 100\text{km}^2. \quad (3.9)$$

Hövzənin fiziki-coğrafi xüsusiyyətlərindən ən əsası onun iqlim şəraitidir.

İqlimin əsas göstəriciləri yağıntı və buxarlanmadır. Bunlarla yanaşı, suyun hövzədən çaya axmasını ətraflı öyrənmək üçün havanın və torpağın temperaturunu və rütubət çatışmamazlığını, qar örtüyünün paylanması və əriməsini, külək rejimini təyin etmək lazımdır.

Hövzənin coğrafi vəziyyəti onun xarakterik nöqtələrinin coğrafi koordinatlarına və nəzərə çarpan məşhur yerlərə görə təyin edilir. Bitki örtüyü əsasən hövzədə olan meşə, çəmənlik və s. ilə, həmçinin, onların sutoplayıcıda paylanması ilə səciyyələnir.

Hövzənin torpaq-qrunt təbəqəsinin xassələri, yağıntıların hopmaya sərf olunan hissəsini müəyyənləşdirmək üçün öyrənilir.

Höviznin göllüyü və bataqlıqlığı təfəsilatlı xəritələrə görə təyin edilir:

$$\delta_g = \frac{F_g}{F} \cdot 100\%, \quad (3.10)$$

və

$$\delta_b = \frac{F_b}{F} \cdot 100\%, \quad (3.11)$$

burada- δ_g və δ_b -göllülük və bataqlılıq əmsalları; F_g və F_b -müvafiq olaraq hövzədəki göllərin və bataqlıqların sahəsi (km^2), F - hövzənin sahəsi (km^2).

Höviznin relyefinin əsas göstəriciləri onun orta yüksəkliyi və meyliyidir. Relyef yağıntının hövzədə paylanmasına və səth axımsıy rejiminə təsir göstərir. Ona görə də o, dağlıq ərazilərdə çayların suluğunun və rejiminin əsas inteqral göstəricisidir.

Höviznin orta yüksəkliyi horizontallarla təsvir edilmiş xəritələrə görə təyin edilir. Bundan ötrü horizontallar arasındakı sahələr ölçülür və orta yüksəklik aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\underline{H}_{or} = \frac{f_1 H_1 + f_2 H_2 + \dots + f_n H_n}{F} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i H_i}{F}, \quad (3.12)$$

burada $f_1, f_2, \dots, f_n$ - horizontallar arasındakı sahə (m^2); $H_1, H_2, \dots, H_n$ - iki qonşu horizontallar arasındakı kəsmə yüksəklik (m), F - hövzənin sahəsidir (m^2).

Hövzənin sahəsinin hündürlüklər üzrə paylanması göstərmək üçün hipsoqrafiya əyrisi tərtib edilir.

Relyefin ən mühüm həndəsi göstəricisi hövzə sahəsinin orta meyilliyidir. Hövzə səthinin orta meyilliyini təyin etmək üçün horizontallarla çəkilmiş xəritədən istifadə edirlər. Həmin xəritədə horizontalların sutoplayıcı daxilində uzunluqları ölçülür ($l_0, l_1, l_2, \dots, l_{n-1}, l_n$) və iki qonşu horizontalın yüksəklik fərqi tapılır.

Orta meyillik aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\underline{J}_{or} = \frac{h(0.5l_0 + l_1 + l_2 + \dots + l_{n-1} + 0.5l_n)}{F}, \quad (3.13)$$

burada h -kəsmə yüksəklik (km); l_0, l_1 - horizontalların sutoplayıcı daxilində uzunluqları (km); F - hövzənin sahəsi (km^2).

Hövzə səthinin meyilliyini təqribi olaraq aşağıdakı düsturla təyin etmək olar:

$$J_{or} = \frac{H_{max} - H_{min}}{\sqrt{F}}, \quad (3.14)$$

burada H_{max} -hövzənin ən hündür nöqtəsinin yüksəkliyi; H_{min} -hövzənin ən alçaq nöqtəsinin yüksəkliyi; F -sutoplayıcının sahəsi.

3.1.3.Çayların mənbəyi və mənsəbi ✓✓

Çayın başlanğıcı onun mənbəyi adlanır. Çayların mənbələri müxtəlif olur. Onlar başlanğıcını buzlaqlardan, göllərdən, bataqlıqlardan, bulaqlardan götürürlər. Bəzən böyük çayların başlanğıcı müxtəlif adı olan çayların birləşdiyi yer qəbul edilir. Belə olduqda çayın hidroqrafik uzunluğu anlayışından istifadə edilir. Belə uzunluq ən uzaq mənbədən hesablanır.

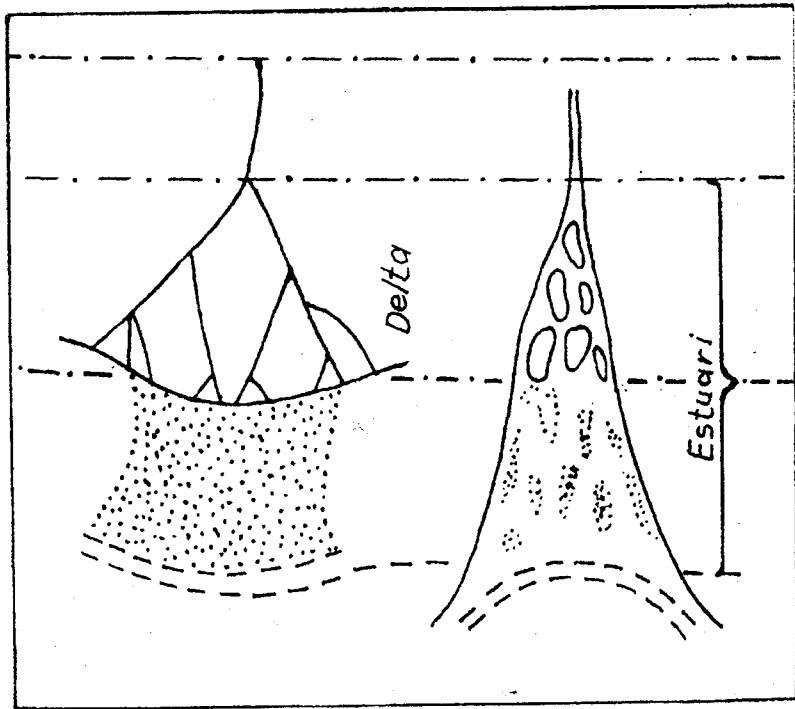
Ob çayı Biya və Katun çaylarının birləşməsindən əmələ gəlir. Şimali Dvina çayının başlanğıcı Vıçeçda ilə Kiçik Şimali Dvina çaylarının birləşdiyi yerdən götürülür. Onlar öz növbəsində Suxona və Yuqa çaylarının birləşməsindən əmələ gəlir. Şimali Dvina

çayının uzunluğu 333 km, hidroqrafik uzunluğu isə 1302 km-dir (Suxona çayı ilə birlikdə). Çayların çoxunun başlanğıcını dəqiq müəyyənləşdirmək çətinlik təşkil edir. Volqa çayının mənbəyi ^{torf} Kalinin vilayətinin Volqino-Verxovye kəndi yanındakı torf bataqlığı içərisindəki quyu qəbul edilir, ancaq daimi axın həmin bataqlıqdan müəyyən qədər aşağıda başlanır.

Çayın dənizə, gölə, su anbarına və başqa çaya töküldüyü yer onun mənsəbi adlanır. Mənsəb mənbəyə görə daha dəqiq və asan təyin edilir. Bəzi hallarda şiddətli buxarlanma və ya suyun torpaq-süxur qatına tam hopması nəticəsində çay dənizə, göl və başqa çaya çatmır. Belə çayların sonu kor (mənsəb) qurtaracaq adlanır. Əsas mənsəb növləri estuari və deltadır. (Səx. 3.4)

Əgər çay birbaşa dənizə yox, özünün gətirmələri ilə yaranmış körfəzə tökülürsə, belə mənsəb liman adlanır. Məsələn, Dnepr və Cənubi Buq çayları Qara dənizə tökülən yerdə məşhur Dnepr-Buq limanı yaranmışdır. Kuban çayının töküldüyü yer də limandır. Əgər çayların gətirmələri azdırsa, dənizə tökülən yerdə gətirmələrin çökməsinə şərait yoxdursa, dərinlik və sürət çoxdursa, onda qıfvari genişlənən mənsəb yaranır ki, buna da estuari deyilir. Məsələn, Amazon, Ob, Elba çaylarının mənsəbləri estuari şəklindədir. Limanlar estuarinin bir növüdür. Çaylar dənizə, gölə töküldükdə bir çox qollara ayrılaraq, öz

gətirmələrindən adalar yaradır. Belə çay mənşəbinin formaca yunan hərfi deltaya oxşadığı üçün həmin mənşəblərə delta deyilir. Məsələn, Volqa, Qanq, Kür çaylarının mənşəbləri delta şəklindədir.



Şək. 3.4. Çay mənşəbləri

3.1.4. Çay dərəsi və məcrası ✓

Mənsəbə doğru uzanan, yatağı meylik və əyriliyə malik olan nisbətən ensiz və uzunsov dərinləşmiş relyef formasına dərə deyilir.

Dərələr heç bir vaxt bir-birini kəsib keçə bilməz, onlar ancaq birləşərək vahid çay dərəsi sistemi əmələ gətirirlər. Mənşəyinə görə çay dərələri tektonik, erozion, vulkanik və buzlaq dərələrinə ayrılır. İllər keçdikcə su axınının təsiri altında dərələr öz formasını dəyişir. Dərənin əsas ünsürləri aşağıdakılardır:

1.Yamacları -çaya tərəf meyilli olan qurunun hündür sahəsi;

2.Qaşı- ətraf ərazi ilə yamacı birləşdirən xətt;

3.Dibi- ən aşağı hissəsi;

4.Məcrası (yatağı)- ən aşağı su səviyyəsində belə çay axınının tutduğu yer;

5.Terraslar- dərənin dibi üzərində müxtəlif hündürlükdə yerləşən nisbətən üfüqi sahələr;

6.Subasar-gursululuq və daşqın dövründə dərənin su ilə örtülmüş ən aşağı terrasıdır;

7.Yamacların dabanı- dərənin dibi ilə yamaclarının birləşdiyi xətt.

✓ Su axan dərələrə çay dərələri deyilir. Dərələr formaların görə aşağıdakı tiplərə bölünürlər:

- yarıq şəkilli dərələr;

- konyonvari dərələr;
- trapesiya şəkilli dərələr;
- V-vari dərələr;
- təknəvari dərələr və s.

Çay dərələrinin dərinliyi böyük diapazonda dəyişir: düzənliklərdə bir neçə metrden 200-300 m-ə və dağlıq sahələrdə isə 2-4 km-ə qədər. Dərənin eni çayın yuxarı hissəsindən aşağıya getdikcə artır. Qeyd etmək lazımdır ki, onun yamaclarının dikliyi ilə dərinliyi arasında heç bir əlaqə yoxdur. Dərə dibinin su axan hissəsi çay məcrası adlanır və çayın su rejimi dəyişdiyi üçün onun ölçüsü də dəyişir. Dərənin mənşəbə doğru ən dərin nöqtələrini birləşdirən xəttə talveq deyilir. Aralıq fazalarda çay yatağının su axan hissəsinə ana və ya azsulu məcra deyilir. Çay məcrasının aşağıdakı morfometrik ünsürləri var:

- su kəsiyinin tam sahəsi;
- canlı en kəsik sahəsi;
- çayın eni;
- islanmış perimetr;
- hidravliki radius;
- orta dərinlik;
- maksimal dərinlik.

Su kəsiyi dedikdə aşağıdan çayın dibi, yanlardan sahillərə, üstən su səthi ilə hüdudlanmış və axın istiqamətinə perpendikulyar keçirilmiş müstəvi sahə

nəzərdə tutulur. Bəzən çay məcrasının su kəsiyində elə zona olur ki, orada çayın axını istiqamətində hərəkət sürəti sıfıra bərabərdir. Bu zona durğun (ölü) zona adlanır. Su kəsiyinin tam sahəsindən durğun zonanın sahəsini çıxdıqda canlı en kəsik sahəsi alınır. Çox hallarda en kəsiyinin bütün nöqtələrində axın istiqamətində hərəkət sürəti olur. Belə olduqda su kəsiyinin tam sahəsi canlı en kəsik sahəsinə bərabərdir.

En kəsiyinin formasını təyin etmək üçün dərinlik ölçü işləri aparılır və onların nəticələrinə əsasən en kəsiyinin profili qurulur. Səviyyə dəyişdikcə en kəsik sahəsi də dəyişdiyi üçün səviyyənin müxtəlif qiymətlərində ölçü işləri aparıldıqda en kəsik sahəsi yenidən hesablanır.

Çayın canlı en kəsiyinin sahəsi profilə görə hesablanır. Sahəni planimetrləməklə və ya onu həndəsi fiqurlara bölərək, sonra analitik üsulla hesablamaq mümkündür. En kəsik profilinin qrafikində sol və sağ sahil hissələr düzbucaqlı üçbucaq və qalan hissələr isə trapesiya kimi qəbul edilir.

Çayın məcrasındakı suyun səviyyəsi ilə sahillərin kəsişmə xətti su kəsimi adlanır. Çaylarda sağ və sol su kəsirləri olur.

Enli və çox dərin olmayan çayların orta dərinlikləri onların hidravliki radiusuna bərabər olur. Ümumiyyətlə düzənlik çayları üçün $h_{op}=R$ qəbul olunur.

Çayların təbii məcraları əlaqəsiz qruntlardan keçən yerlərdə parabolaya, əlaqəli qruntlardan keçdikdə isə ellipsə yaxın formada olur. Canlı en kəsik formasını x_n kəmiyyəti səciyyələndirir:

$$x_n = \frac{h_{or}}{h_{max}} \quad (3.15)$$

Çayın canlı en kəsiyi, ölçülərindən və formasından başqa, axan suya müqavimət göstərmə qabiliyyəti ilə də səciyyələnə bilər. Çayın dibi və yamacları kələ-kötür olur və hamar məcralardakı orta sürət kələ-kötürlü məcralardakı orta sürətdən böyük olur (eyni şəraitdə). Kələ-kötürlük mütləq və nisbi olur. Mütləq kələ-kötürlük (Δ) çay dibinin düz olmayan səthində çıxıntıların orta hündürlüyüdür. Nisbi kələ-kötürlük isə mütləq kələ-kötürlüyün çayın orta dərinliyinə olan nisbətidir:

$$\varepsilon = \frac{\Delta}{h_{or}} \quad (3.16)$$

Düstur (3.16)-dan görüldüyü kimi, çayda dərinlik artdıqca nisbi kələ-kötürlük azalır.

3.1.5. Çayların eninə və uzununa profilləri

Çayın en kəsiyinin formasını və morfometrik ünsürlərini təyin etmək üçün eninə profil qurulur.

Hər bir en kəsik profili üçün aşağıdakı morfometrik ünsürlər hesablanır:

1. En kəsiyinin sahəsi (ω) m^2 -lə;
2. Çayın eni (B) m -lə;
3. İslanmış perimetrin uzunluğu (χ) m -lə;
4. Ən böyük dərinlik (h_{max}) m -lə;
5. Orta dərinlik (h_{op}) m -lə;
6. Hidravliki radius (R) m -lə.

Bu ünsürlərdən su sərfini hesabladıqda və $Q=f(H)$, $\omega=f(H)$ əlaqələrini qurarkən istifadə edilir.

İslanmış perimetr çayın sualtı konturunun su kəsirləri arasındakı uzunluğudur. İslanmış perimetr (χ) belə hesablanır:

$$\chi = \sqrt{b_1^2 + h_1^2} + \sqrt{b_2^2 + (h_2 - h_1)^2} + \dots + \sqrt{b_{n-1}^2 + (h_{n-2} - h_{n-1})^2} + \sqrt{b_n^2 + h_{n-1}^2}. \quad (3.17)$$

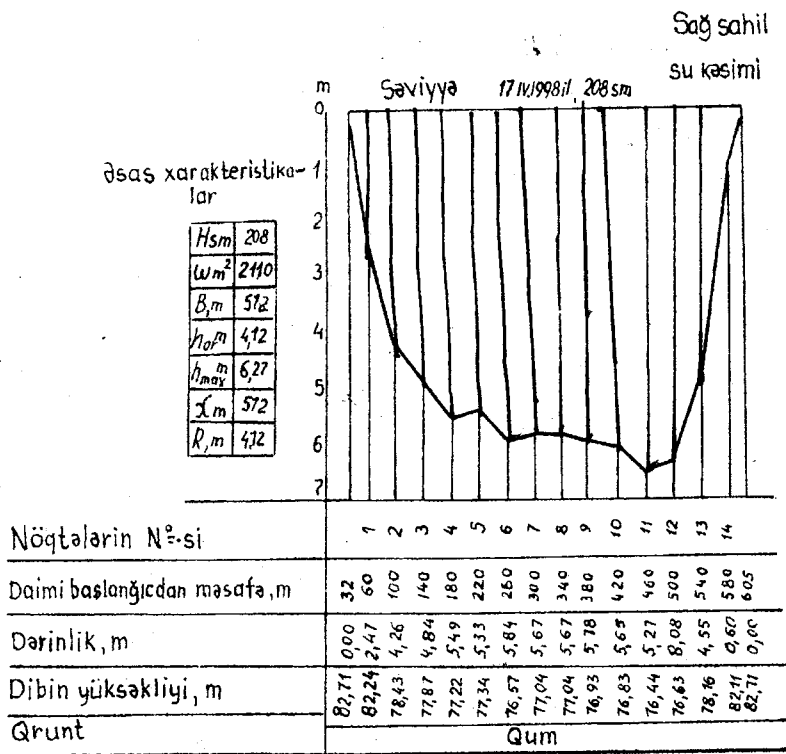
Hidravliki radius (R) -su kəsiyinin sahəsinin (ω), islanmış perimetrə (χ) olan nisbətidir:

$$R = \frac{\omega}{\chi}. \quad (3.18)$$

Çayın eni (B) sağ və sol cu kəsimleri arasındaki məsafədir.

Orta dərinlik aşağıdakı düsturdan təyin olunur:

$$h_{or} = \frac{\omega}{B} \quad (3.19)$$



Şək. 3.5. Çayın eninə profili

Ən böyük dərinlik ($h_{\max}$) ölçü jurnalından götürülür. Su kəsiyinin profilinin morfometrik üsürləri su səviyyəsinin yüksəkliyinin dəyişməsindən asılıdır. Bunun üçün $B=f(H)$ və $\omega=f(H)$ əlaqələri qurulur.

Bu əlaqələrin köməyi ilə istənilən səviyyə üçün çayın enini və en kəsik sahəsini hesablamaq olar.

Çayın uzunluğu boyu (mənbədən mənsəbə doğru) dibin və su səviyyəsinin yüksəkliklərinin dəyişməsini göstərən qrafikə çayın uzununa profili deyilir. Çayın dibinin və səviyyəsinin yüksəkliyi şərti müstəvidən və ya okean səviyyəsindən hesablanır. Qrafikdə çayın dibi dalğavari şəkildə göstərilir, çünki çayın axını boyu dərinlik dəyişkən olur.

Profilin əyani alınması üçün şaquli miqyas üfüqi miqyasdan böyük götürülür.

Çayın uzununa profili dibin və su səviyyəsinin meyilliyyəti ilə səciyyələnir.

Çay boyu götürülmüş məntəqələrdəki səviyyələrin yüksəkliklər fərqi ($h_1 - h_2$) düşmə adlanır. Düşmənin həmin nöqtələr arasındakı məsafəyə (l) nisbəti isə çayın meyilliyidir:

$$J = \frac{h_1 - h_2}{l} \quad (3.20)$$

Ümumiyyətlə, çayların meyilliyi mənsəbdən mənbəyə doğru getdikcə artır. Çay dərəsinin yerli xüsu-

siyyətlərindən asılı olaraq, bəzi çaylarda bu qanunauyğunluq pozula bilər. Buna çox təsadüfi hallarda rast gəlinir.

Bütün şəraitləri eyni olan iki çaydan hansında meylik çoxdursa, onda suyun hərəkət sürəti böyük olacaqdır. Belə ki, dağ çaylarında meylik böyük olduğu üçün suyun sürəti də böyük, düzənlik zonalarında isə meylik kiçik olduğundan, suyun sürəti az olur.

Meylik onluq kəsrlə, faizlə və ya promillə ifadə oluna bilər. Məsəl üçün Kür çayının düzənlik zonada düşməsi hər 1000 metrə 0.2 metr olarsa, onda meyliyi aşağıdakı kimi hesablanır:

$$\frac{0.2}{1000} = 0.002 = 0.02\% = 0.2\text{‰}.$$

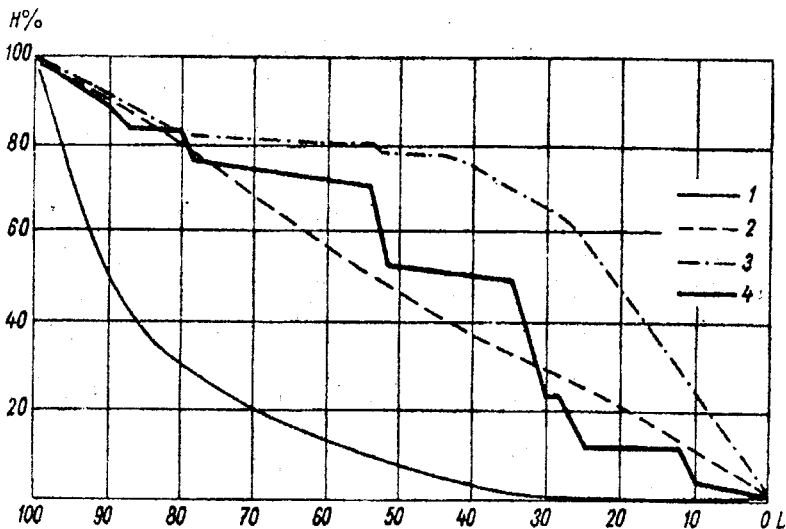
Çay boyu meyliyin dəyişməsinə görə uzununa profil 4 növ olur (şəkil 3.6).

1. Səlis batıq profil və ya müvazinat profili. Belə profillər daha çox yayılmışdır və hiperbola əyrisi şəklindədir. Əyrinin mənsəbə yaxın hissəsi yastı, mənbəyə yaxın hissəsi isə dik olur.

2. Düz xətti profil. Bu profil əsasən kiçik düzən ərazi çayları üçün xasdır və bütün çay boyu sabit meyliyi ilə səciyyələnir.

3.Qabarıq profil. Belə profilili çayların yuxarı axınında meylik az, aşağı axınında isə çox olur. Bu çox az təsadüf olunan profildir.

4.Pilləli profil. Bu profil, yatağı yuyulmağa davamlı olan qruntdan keçən və bir neçə aralıq eroziya bazisinə malik olan çaylar üçün səciyyəvidir.



Şek.3.6. Çayların uzununa profilləri

1-müvazinet profili; 2- düzxətli;

3-qabarıq; 4-pilləli.

Eroziya bazisi çay şəbəkəsinin ən alçaq nöqtəsindən keçən üfüqi müstəvidir və bu nöqtədən aşağı çay öz yatağını dərinləşdirə bilmir.

3.2.Çaylarda suyun hərəkət mexanizmi

3.2.1.Suyun hərəkətinin iki rejimi

Aparılmış tədqiqatlar göstərir ki, suyun hərəkəti zamanı keyfiyyətcə bir-birindən çox fərqli iki hərəkət rejimi mövcuddur. Hərəkət rejimlərindən biri laminar, o biri isə turbulent hərəkət rejimi adlanır. Laminar hərəkət rejimində axını bir-birinə paralel hərəkət hərəkət edən su layları şəklində təsəvvür etmək olar.

Laminar hərəkət rejimində sürtünmə qüvvəsini dəf etmək üçün sərf olunan basqı (basqı itkisi) sürətin birinci dərəcəsi ilə mütənasibdir, yəni:

$$\Delta h = \alpha \cdot v, \quad (3.21)$$

burada Δh - basqı itkisi, m; v - orta sürət, m/san; α - mütənasiblik əmsalıdır.

Nyutona görə laminar hərəkətdə sürtünmə qanunu belə ifadə olunur:

$$\tau_1 = \pm \mu \frac{dU}{dY}. \quad (3.22)$$

Turbulent hərəkət rejimində isə laylı hərəkət pozulur, şiddətli qarışma prosesi gedir və sürət, təzyiq

zamandan asılı olaraq dəyişir. Turbulent hərəkət rejimində basqı itkisi ilə sürət arasındakı əlaqəni belə ifadə etmək olar:

$$\Delta h = k \cdot v^n, \quad (3.23)$$

burada k -mütənasiblik əmsalıdır; $n=1.75-2.00$.

İlk dəfə 1883-cü ildə ingilis fiziki Osborn Reynolds təcrübə yolu ilə hərəkət rejiminin varlığını müəyyən etmişdir.

Reynolds göstərmişdir ki, hərəkət rejimi, axını səciyyələndirən dörd kəmiyyətdən tərtib edilmiş ölçüsüz bir kompleksdən asılıdır. Bu kəmiyyətlər suyun sıxlığı ρ , dinamiki özlülük əmsalı μ , axının xətti ölçüsü l (çaylar üçün dərinlik H) və orta sürətdir v .

Alınmış ölçüsüz kompleks Reynolds ədədi və ya Reynolds meyarı adlanır:

$$Re = \frac{vH\rho}{\mu}. \quad (3.24)$$

$\frac{\mu}{\rho} = \nu$ - kinematiki özlülük əmsalı adlanır (ölçü vahidi $\frac{m^2}{san}$).

Bu əmsalı nəzərə almaqla, Reynolds ədədinin düsturu aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$Re = \frac{vH}{\nu}, \quad (3.25)$$

burada ν - su axınının orta sürəti;
axının orta dərinliyi.

M -

Reynolds ədədi artıqca turbulentliyin də şiddətliyi artır. Reynolds ədədinin iki böhran qiyməti vardır: aşağı və yuxarı böhran Reynolds ədədi.

Açıq su axarları üçün (çaylar, kanallar) aşağı böhran Reynolds ədədi 580-ə bərabərdir. Yuxarı böhran ədədi 12000-dən çox da ola bilər.

Əgər Reynolds ədədi aşağı böhran ədədindən kiçikdirsə ($Re < Re_b$) hərəkət laminardır.

Reynolds ədədi yuxarı böhran ədədindən böyükdürsə, hərəkət turbulentdir. Əgər $Re_{ab} < Re < Re_{yb}$ -sə hərəkət dayanaqlı olmayıb həm laminar, həm də turbulent ola bilər. Böhran Reynolds ədədinə müvafiq sürət böhran sürəti adlanır və aşağıdakı kimi ifadə edilir:

$$v_b = \frac{Re_b \nu}{H}. \quad (3.26)$$

Laminar hərəkətə ancaq aşağıdakı hallarda təsadüf olunur:

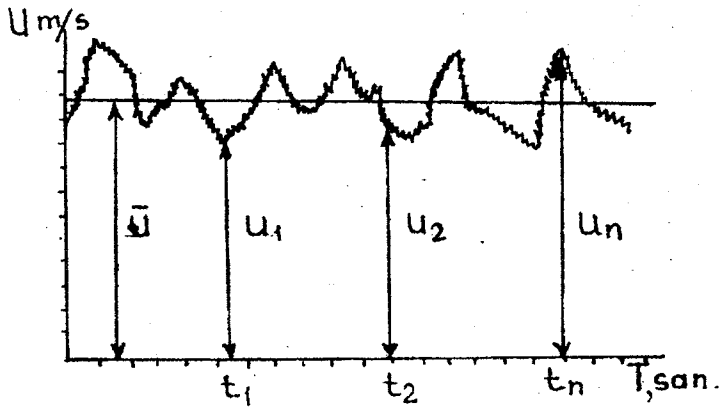
- 1.Yüksək özlülüklü mayelərin hərəkəti zamanı;
- 2.Yeraltı suların hərəkəti zamanı;
- 3.Kapilyar borucuqlarda mayenin hərəkəti zamanı;
- 4.Buzlaqların hərəkəti zamanı.

Çaylarda, kanallarda və ümumiyyətlə təbii süxurlarda hərəkət əsasən turbulent xarakterlidir. Turbulent hərəkət rejimində sürətin zamandan asılı olaraq qiymət və istiqamətinin dəyişməsinə sürət pulsasiyası deyilir. Axının hər bir nöqtəsindəki ani sürət vektorunun (U) kordinat oxlarına proyeksiyası U_x , U_y və U_z olarsa, onda sürət vektorunun proyeksiyalarını belə yazmaq olar:

$$\begin{aligned}U_x &= U_x + U_x^1, \\U_y &= U_y + U_y^1, \\U_z &= U_z + U_z^1,\end{aligned}\tag{3.27}$$

burada U_x , U_y , U_z -zamana görə ortalaşdırılmış sürətdir və yerli sürətlər adlanır. U_x^1, U_y^1, U_z^1 - müvafiq oxlar boyu sürət pulsasiyalarıdır.

Əgər bir nöqtədə cihazla ani sürət ölçülərsə, onda şəkil 3.7-də göstərilən qrafik alınar.



Şek. 3.7. Turbulent axında sürətin zamana görə dəyişmə qrafiki

Laminar hərəkətdə pulsasiya olmur və suyun hissəcikləri qarışmadan hərəkət edir.

Çaylarda suyun hərəkətinin turbulent olması nəticəsində gətirmələr bir yerdən başqa yere nəql edilir və ümumiyyətlə, çaylarda gedən bütün fiziki proseslər üçün turbulentliyin böyük əhəmiyyəti vardır.

Çayların termik (istilik) rejimində turbulentlik əsas rol oynayır. Hava soyuduqda, turbulent qarışma nəticəsində çayın suyu dərinlik boyu tez soyuyur. Əgər havanın temperaturu 0° -yə yaxın olarsa, o zaman buz zərrəcikləri əmələ gəlməyə başlayır. Turbulent axında buz zərrəcikləri su səthi ilə bərabər dibdə də əmələ gəlir və belə hallarda daxili buz yaranır.

Böyük çaylarda səthdə buz örtüyü əmələ gəldikdən sonra su daha soyumur. Dib buzu və xəşəm buzu suyun sürəti böyük olduqca daha tez əmələ gəlir, çünki turbulent qarışma prosesi gedir. Açıq səthdə buz örtüyü əmələ gəldikdən sonra o, soyuq havanın təsirinin qarşısını alır.

Turbulent qarışma nəticəsində bir-birinə yaxın olan su həcmələri arasında mübadilə gedir və əlavə müqavimət yaranır. Bu müqaviməti qiymətləndirmək üçün virtual özlülük məfhumundan istifadə edilir.

Dinamiki özlülükdən fərqli olaraq, virtual turbulent özlülük, canlı en kəsikdə eyni temperaturda axın şəraitindən asılı olaraq daimi qalmır və dəyişir.

Turbulentlikdən əmələ gələn toxunma gərginliyi:

$$\tau = A \frac{dU}{dY} \quad (3.28)$$

olur.

Onda çayda suyun hərəkəti zamanı əmələ gələn ümumi toxunma gərginliyi belə hesablanır:

$$\tau = \tau_l + \tau_m = \mu \frac{dU}{dY} + A \frac{dU}{dY} = (\mu + A) \frac{dU}{dY}, \quad (3.29)$$

burada τ_l - laminar hərəkətdə əmələ gələn toxunma gərginliyi; τ_m - turbulentlikdən əmələ gələn toxunma

gərginliyi; μ -dinamiki özlülük; A- virtual turbulent özlülük; $\frac{dU}{dY}$ - sürət qradienti.

Çox vaxt çaylarda suyun hərəkəti zamanı özlülükdən əmələ gələn toxunma gərginliyi nəzərə alınmır. Toxunma gərginliyi belə ifadə olunur:

$$\tau = \pm A \frac{dU}{dY}. \quad (3.30)$$

Suyun turbulent hərəkəti zamanı istiliyin yayılmasını belə ifadə etmək olar:

$$Q^0 = -\rho C_p K \frac{dT}{dY} = -\gamma \frac{dT}{dY}, \quad (3.31)$$

burada $\rho C_p K = \gamma$ - istilikkeçirmə əmsalı; $\frac{dT}{dY}$ - temperatur qradienti,

$$K = \frac{\gamma}{\rho C_p} = \alpha, \quad (3.32)$$

α -istilikkeçirmədir, m^2/san .

Onda $Q^0 = -\alpha \rho C_p \frac{dT}{dY}$ yazmaq olar.

Deməli, α -kinematiki özlülük əmsalına bənzər bir əmsaldır. Turbulent axında hər hansı bir maddənin nəql olunan miqdarı belə ifadə olunur:

$$M = -\varepsilon \frac{\partial S}{\partial Y}, \quad (3.33)$$

burada ε - kütlənin turbulent mübadilə əmsalıdır.

3.2.2. Axının orta sürəti. Şezi düsturu

Çaylarda və kanallarda suyun hərəkəti ağırlıq qüvvəsinin təsiri nəticəsində baş verir. Uzununa profil istiqamətində təsir göstərən ağırlıq qüvvəsinin toplananı su kütləsinin sürətini artırmalıdır, çünki qüvvə təcil yaradır. Beləliklə, çayın axını boyu suyun sürəti artmalı və mənsəb hissədə daha böyük olmalıdır. Ancaq təbiətdə bunun əksi müşahidə edilir, yəni dağlıq hissələrdə suyun sürəti böyük, mənsəbə yaxın hissələrdə kiçik olur.

Sürətin azalması onu göstərir ki, su kütləsinə ağırlıq qüvvəsilə yanaşı, başqa qüvvələr də təsir göstərir. Bir tərəfdən, çayın axını boyu mənsəbə doğru getdikcə onun dibinin meyilliyi azalır, buna müvafiq ağırlıq qüvvəsi də azalır. Digər tərəfdən, hərəkət zamanı suyun hissəcikləri arasında daxili sürtünmə

qüvvəsi yaranır və eyni zamanda hərəkət edən su kütləsi ilə çayın dibini və sahilləri arasında da sürtünmə qüvvəsi əmələ gəlir.

Ümumiyyətlə, çaylarda və digər su axarlarında hərəkət edən su kütləsinə həcm və səthi qüvvələr təsir göstərir. Bu qüvvələrdən ən əsasları hərəkəti yara-
dan ağırlıq qüvvəsi və hərəkətə mane olan sürtünmə qüvvəsidir.

Ağırlıq qüvvəsinin təsiri altında hərəkət edən su kütləsi sürtünmə qüvvəsinin təsiri nəticəsində öz sürətini itirir və buna görə də mənbədən mənsəbə doğru sürətin qiyməti bu iki qüvvənin nisbətindən asılı olaraq dəyişir. Ağırlıq qüvvəsinin kəmiyyəti suaxarın dibinin meyilliindən, sürtünmə qüvvəsinin-
ki isə məcranın vəziyyətindən, yəni onun kələ-
kötürlüyündən, hündəsi ölçülərdən və axın rejimin-
dən asılıdır.

Su axınlarında ağırlıq qüvvəsini təyin etdikdə çox zaman yatağın dibinin meyilliindən deyil, sərbəst su səthinin meyilliindən istifadə edilir və müntəzəm hərəkətdə bu iki meylik bir-birinə bərabər götürülür.

Su kütləsinin hərəkəti zamanı əmələ gələn sürtünmə qüvvəsi hərəkət sürətindən asılıdır və sürət artdıqca bu qüvvə də artır. Sürtünmə qüvvəsi kələ-kötürlüklü yataqlarda daha böyükdür.

Suyun çay yataqlarında hərəkətinin ən vacib xarakteristikalarından biri onun sürətidir. Suyun sürəti

çay axınının ayrı-ayrı nöqtələrində müxtəlif qiymətlərə malikdir. Belə ki, çayın dibində sürət kiçik olur, səthə doğru isə artır.

Suyun hərəkəti müxtəlif nöqtələrdəki yerli sürətlərdən başqa, axının orta sürəti ilə də səciyyələnir. Orta sürət, ümumiyyətlə şərti sürətdir və axının sərfini çayın canlı en kəsik sahəsinə bölməklə tapılar:

$$v = \frac{Q}{\omega}, \quad (3.34)$$

burada v - axının orta sürəti, m/c; Q - su sərfi, m³/s; ω - canlı en kəsiyin sahəsi, m².

Əgər, çayda axın boyu orta sürət, dərinlik, en kəsik sahəsi və dibin meyliyi dəyişmirsə, onda belə axına müntəzəm hərəkət deyilir. Müntəzəm hərəkətdə çayın yatağının dibinin meyliyi suyun sərbəst səthinin meyliyinə bərabər olur, yəni $i_s = i_d$ və çayın dibi su səthinə paralel olur.

Beləliklə, müntəzəm hərəkətdə ağırlıq qüvvəsi ilə sürtünmə qüvvəsi tarazlaşmış olur.

Çaylarda müntəzəm hərəkət ancaq düz xətti axın hissələrində və özü də qıtsulu dövrlərdə mümkündür. Gursululuq və daşqın zamanı axının hərəkəti qeyri-müntəzəm və sabitləşməmiş olur.

Müntəzəm hərəkət sabitləşmiş hərəkətdir, yəni sürət, dərinlik, en kəsik sahəsi zamandan asılı deyildir. Çaylarda daşqın vaxtı və gursulu dövrdə sürət, dərinlik, canlı kəsik sahəsi zamandan asılı olaraq dəyişir. Odur ki, suyun belə hərəkəti sabitləşməmiş, qyeri-müntəzəm hərəkət adlanır.

İlk dəfə müntəzəm hərəkətin tənliyini 1769-cu ildə fransız mühəndisi Antuan de Şezi vermişdir. A.Şezi aşağıdakıları fərz etmişdir:

1. Yatağın vahid sahəsinə düşən sürtünmə qüvvəsi sürətin kvadratı ilə düz mütənasibdir: $\tau \sim Kv^2$. Deməli, tam sürtünmə qüvvəsi $Kv^2\chi l$ olacaqdır.

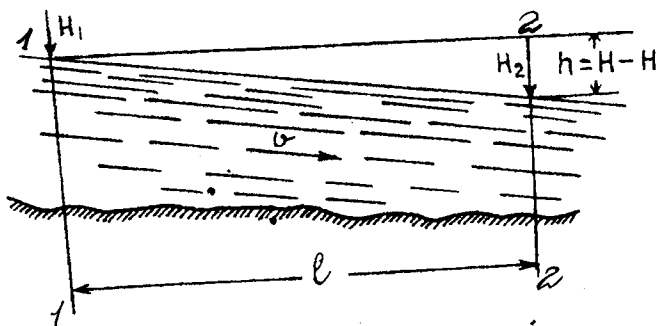
2. Müntəzəm hərəkətdə axın istiqamətində təsir göstərən ağırlıq qüvvəsinin toplananı tam sürtünmə qüvvəsinə bərabərdir.

1-1 və 2-2 kəsikləri (şəkil 3.8) arasında təsir göstərən ağırlıq və sürtünmə qüvvələrinin ifadələri müvafiq olaraq aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$G \sin \varphi = \gamma \omega l \sin \varphi, \quad (3.35)$$

$$S = Kv^2 \chi l, \quad (3.36)$$

burada γ - suyun xüsusi çəkisi; ω - en kəsik sahəsi; l - kəsiklər arası məsafə; v - orta sürət; χ - ıslanmış perimetr, K - mütənasiblik əmsalıdır.



Şek. 3.8. Müntəzəm hərəkətin sxemi

A.Şezinin ikinci fərziyyəsinə görə:

$$\gamma \omega l \sin \varphi = k v^2 \chi l. \quad (3.37)$$

Buradan müntəzəm hərəkətin orta sürətini təyin etmək olar:

$$v^2 = \frac{\gamma \omega l \sin \varphi}{k \chi l}. \quad (3.38)$$

Az meyilli yataqlar üçün $\sin \varphi$ dibin meyilliyyəinə bərabərdir: $\sin \varphi = i$. Onda:

$$v^2 = \frac{\gamma \omega l i}{k \chi l}. \quad (3.39)$$

Məlumdur ki, $\frac{\omega}{\chi}$ hidravliki radiusa bərabərdir. Onda:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma}{k}} \sqrt{Ri}. \quad (3.40)$$

Əgər, $\sqrt{\frac{\gamma}{k}} = C$ ilə işarə edilərsə, onda Şezi düsturu aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$v = C \sqrt{Ri}, \quad (3.41)$$

burada **6**- sürət əmsalı və ya Şezi əmsalıdır (onun ölçü vahidi $\frac{m}{s}$ -dir).

Şezi əmsalını (**6**) hesablamaq üçün bir çox düsturlar vardır.

Ümumiyyətlə, axının orta sürəti, yatağın həndəsi ölçüləri ilə funksional əlaqədədir:-

$$v = C_0 R^\alpha i^\beta, \quad (3.42)$$

burada **6**₀-mütənasiblik əmsalı; α və β - üstün göstəriciləridir.

Bu düsturu Şezi düsturu ilə müqayisə etdikdə aşağıdakı bərabərliklər alınar:

$$C_0 R^\alpha i^\beta = C \sqrt{Ri} \quad (3.43)$$

və ya

$$C_0 R^\alpha i^\beta = C R^{0.5} i^{0.5} \quad (3.44)$$

Axıncı bərabərlikdən Şezi əmsalını tapmaq olar:

$$C = \frac{C_0 R^\beta i^\alpha}{R^{0.5} i^{0.5}} = C_0 R^{\beta-0.5} \cdot i^{\alpha-0.5} \quad (3.45)$$

Tədqiqatlar göstərmişdir ki, meyliyin üstünün göstəricisi $\alpha=0.5$ -dir. Belə olduqda:

$$C = C_0 R^{\beta-0.5} \quad (3.46)$$

Əgər $\beta-0.5=y$ ilə işarə etsək, onda Şezi əmsalı üçün aşağıdakı düstur alınar:

$$C = C_0 R^y, \quad (3.47)$$

N.N.Pavlovski $C = \frac{1}{n}$ qəbul edir. Bu ifadədə n - kələ-kötürlük əmsalındır və onun qiyməti cədvəl 3.1-də verilmişdir. Kələ-kötürlük əmsalını nəzərə almaqla Şezi düsturu aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$C = \frac{1}{n} R^Y. \quad (3.48)$$

N.N.Pavlovski təcrübələrə əsasən Y -in kələ-kötürlük əmsalından və hidravliki radiusdan asılı olduğunu $Y=f(n,R)$ müəyyən etmiş və onun üçün empirik düstur təklif etmişdir:

$$Y = 25\sqrt{n} - 0.13 - 0.75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0.10). \quad (3.49)$$

N.N.Pavlovskinin düsturundan başqa, Şezi əmsalını təyin etmək üçün Bazen və Manning düsturlarından da istifadə edilir.

Bazen düsturu:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{n}{\sqrt{R}}}. \quad (3.50)$$

Cədvəl 3.1

Kələ-kötürlük əmsalının (n) N.N.Pavlovskiye görə qiymətləri

Səthin xüsusiyyəti	n
Təmiz yaxşı qoyulmuş və birləşmiş çuqun, polad, keramik borular	0.11
Çox yaxşı betonlaşmış kanal	0.012
Orta şəraitdə betonlaşmış kanal	0.014
Qalın dayanıqlı lil qatı ilə örtülmüş kanal, sıx lyos qruntda və kiçik sıx çınqılda bütöv lil pərdəsi ilə örtülmüş kanal	0.018
Qayalıqda nisbətən işlənilmiş səthi olan kanal, sıx gildə kanal	0.0225
Lyosda, çınqılda, torpaqda tam lil pərdəsi olmayan kanal	0.0225
Böyük torpaq kanallarda (nisbətən yaxşı saxlanılmış və təmir edilmiş)	0.0225
Orta səviyyə şəraitində saxlanılmış və təmir edilmiş böyük torpaq kanallar və yaxşı saxlanılmış kiçik kanallar	0.025
Kanal və çaylar nisbətən pis şəraitdə (bəzi yerlərdə kəsəklər olan və gözə çarpan dərəcədə ot basmış, yamacları bəzi yerlərdə uçmuş)	0.030
Çox lil şəraitdə olan kanal və çaylar (profil düzgün olmayan, daşlı və bitki basmış)	0.035
Həddindən çox pis şəraitdə kanal və çay (qaya parçaları və məcrasında iri daşlar olan, uçqun olan hissələri qamış basmış)	0.040

Manning düsturu:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}, \quad (3.51)$$

burada n - kələ-kötürlük əmsalı; R -hidravliki radiusdur.

3.2.3. Çayda sürətin paylanması. İzotaxlar

Turbulent rejimli axının en kəsiyinin hər bir şaqulunun ayrı-ayrı nöqtələrindəki ani sürət belə ifadə olunur:

$$U = \bar{U} + U^1, \quad (3.52)$$

burada $\bar{U}$ - zamana görə ortalaşdırılmış yerli sürət; U^1 -sürət pulsasiyası.

Hidrologiyada zamana görə ortalaşdırılmış sürətlərin şaqul boyu paylanması böyük əhəmiyyət kəsb edir. Sürətin şaqul boyu paylanması axının kinematik quruluşunu öyrənməyə kömək edir və onun paylanma qanunauyğunluğuna görə məcrada gedən prosesləri izah etmək mümkün olur.

Çay axınının sərbəst səthinin olması, onun dib və yanlarının suyun hərəkətinə göstərdiyi müqavimət,

sürətin dibdən səthə (yəni şaqul boyu) qeyri- müntəzəm paylanması əsas səbəbləridir.

Turbulent axında sürətin paylanması təxminən loqarifmik qanuna uyğundur. Turbulent axında vahid sahəyə düşən sürtünmə qüvvəsi, yəni toxunma gərginliyi belə ifadə olunur:

$$\tau = \tau_l + \tau_{al}, \quad (3.53)$$

burada τ_l -suyun özlülük xassəsindən yaranan toxunma gərginliyi; τ_{al} -turbulent hərəkətdə suyun hissəciklərinin nizamsız hərəkətindən yaranan toxunma gərginliyi; τ -turbulent axındakı tam toxunma gərginliyi.

Çaylarda (ümumiyyətlə təbii suaxarlarda) suyun özlülük xassəsindən yaranan toxunma gərginliyi olduqca kiçikdir:

$$\tau_l = \pm \mu \frac{dU}{dY}. \quad (3.54)$$

Odur ki, τ_l nəzərə alınmır.

Lyüdvik Prandtlə görə turbulent axında yaranan əlavə toxunma gərginliyini belə ifadə etmək olar:

$$\tau_{al} = \rho l^2 \left(\frac{dU}{dY} \right)^2, \quad (3.55)$$

burada ρ -suyun sıxlığı; l -qarışma yolunun uzunluğu;
 $\frac{dU}{dY}$ -sürətin dərinlik boyu dəyişməsi və ya qradiyenti.

L.Prandtl iki fərziyyə irəli sürmüşdür:

1. Qarışma yolunun uzunluğu axının bərk sərhəddindən olan məsafə ilə (y) mütənasibir:

$$l = \kappa y, \quad (3.56)$$

burada κ - Karman sabitidir.

2. Toxunma gərginliyi şaqul boyu sabitdir və tam toxunma gərginliyi dibdəki toxunma gərginliyinə bərabərdir: $\tau = \tau_{al} = \tau_0$.

Onda:

$$\tau_0 = \rho \kappa^2 Y \left(\frac{d\bar{U}}{dY} \right)^2. \quad (3.57)$$

Bu tənliyi dəyişənlərə ayıraq və integrallayaq:

$$\frac{(dY^2)\tau_0}{\rho \kappa Y^2} = (d\bar{U})^2 \quad (3.58)$$

və ya

$$d\bar{U} = \frac{1}{\kappa} \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}} \cdot \frac{dY}{Y}, \quad (3.59)$$

$$\int d\bar{U} = \int \frac{1}{\kappa} \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}} \cdot \frac{dY}{Y}, \quad (3.60)$$

$$U = \frac{1}{\kappa} \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}} \ln y + C, \quad (3.61)$$

burada C -integral sabitidir və onu $C = Y_0$ qəbul edək.

$\frac{\tau_0}{\rho}$ ifadəsinin ölçü vahidi $\frac{[l]}{[T]}$ (misal üçün $\frac{m}{s}$) olduğundan, onu sürtünmə sürəti və ya dinamik sürət adlandırırlar və çaylar üçün belə ifadə olunur:

$$U_* = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}} = \sqrt{gRi}, \quad (3.62)$$

burada R - hidravliki radius; i - meylik; g - sərbəstdüşmə təcilidir.

Göstərilənləri nəzərə alaraq ortalasmış yerli sürətin paylanması tənliyini belə yazmaq olar:

$$\bar{U} = \frac{1}{\kappa} U_* \ln \frac{Y}{Y_0} \quad (3.63)$$

Sərbəst səthi olan axınlarda sürətin paylanma qanunauyğunluğu belə ifadə edilə bilər:

$$\bar{U} = U_{dib} \left(\frac{h}{\Delta} \right)^{1/2}, \quad (3.64)$$

burada U_{dib} -dibdə olan sürət; h - dərinlik; Δ - mütləq kələ-kötürlük.

Suyun çayda axın sürəti həm dərinlik boyu, həm də çayın eni boyu dəyişir. Belə ki, yerli sürət dibdən səthə doğru və sahillərdən çayın ortasına doğru artır.

Axının ayrı-ayrı yerli xüsusiyyətləri, o cümlədən yatağın dibinin girintili-çixıntılı olması, səthində buz örtüyünün əmələ gəlməsi və s. sürətin dərinlik boyu paylanmasına çox böyük təsir göstərir. Əgər, külək axının əks istiqamətində əsirsə, onda maksimal yerli sürət səthdə deyil, ondan aşağı qatlarda olacaqdır. Əgər, axın qurğu vasitəsilə, məsələn, körpünün day-

aqları ilə sıxılırsa, onda dib sürəti çox artır və bu uyulma prosesi yaradır.

Sürət epyurasını qurmaq üçün axının müxtəlif nöqtələrində sürət fırlanğıcla ölçülür. Sürəti dərinlik boyu 5, 3, 2 və ya 1 nöqtədə ölçürlər. Beş nöqtəli ölçü zamanı yerli sürətləri səthdə (0.1h, 0.2h, 0.6h, 0.8h və dibdə) ölçürlər. Üç nöqtəli ölçüdə sürəti 0.2h, 0.6h, 0.8h dərinliklərində, bir nöqtəlidə isə 0.6 h dərinliyində ölçürlər.

Səthi sürəti üzgəc vasitəsilə də ölçmək olar.

Çayın eni boyu sürət epyurasını qurmaq üçün ab-sis' oxunda çayın eni (V) göstərilir. Ordinat oxu üzrə dərinlik şaqullarındakı orta sürət (su kəsirlərində sürət sıfıra bərabər götürülür) qeyd edilir. Alınan nöqtələri səlís əyri ilə birləşdirirlər (şəkil 3.9).

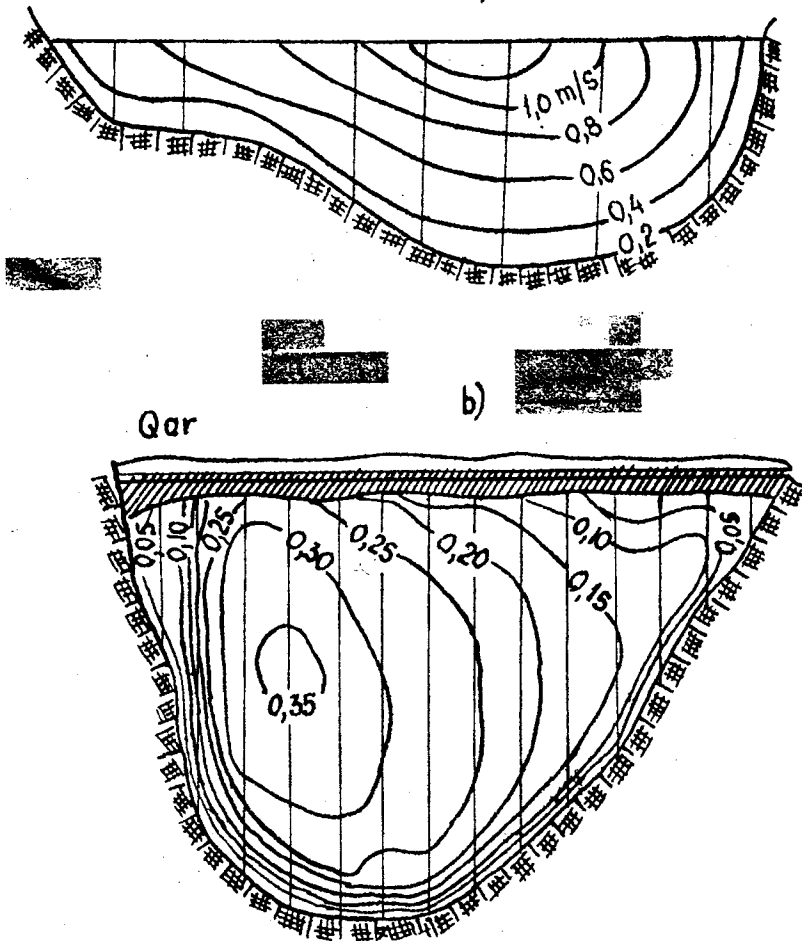
Axının canlı en kəsiyində sürətin paylanması xüsusiyyətlərini öyrənmək üçün, en kəsiyin profilində bərabər sürətli nöqtələri səlís əyri xətlə birləşdirirlər. Belə xətlərə izotaxlar deyilir. İzotaxlara görə axının hansı hissəsində sürətin böyük olmasını müəyyən etmək olar. Buzla örtülmüş çayda izoxatlar qapalı xətlər şəklində olur.

Şaqullardakı orta sürətləri aşağıdakı ifadələrdən tapmaq olar: beş nöqtə üsulunda:

$$U_{\text{saq}} = 0.1(U_{\text{saat}} + 3U_{0.2} + 3U_{0.6} + 2U_{0.8} + U_{\text{dib}}); \text{ iki nöqtə}$$

$$\text{üsulunda: } U_{\text{saq}} = \frac{U_{0.2} + U_{0.8}}{2}.$$

Çay axınlarında orta sürət təxminən $0.6h$ dərinlikdəki nöqtənin sürətinə bərabərdir.



Şək. 3.9. İzotaxlar: a) açıq səth; b) buz örtüyü olduqda.

3.2.4.Çay yataqlarında daxili axıntılar

Çay yataqlarının mürekkəb formalara malik olması, döngələrin, əyri hissələrin mövcudluğu ilə əlaqədar olaraq çaylarda əsas irəliləmə hərəkətilə yanaşı, daxili axıntılar da vardır. Daxili axıntıların olması, məcranın döngəli hissəsinin qabarıq sahilində dayazlığın, batıq sahilində isə dərinliyin əmələ gəlməsi üçün əsas səbəbdir. İlk dəfə daxili axıntıların quruluşunu mühəndis N.S. Lelyavski (1894) izah etmişdir. O, ayrı-ayrı dərinliklərdəki su lülələrinin istiqamətini və qiymətini müəyyən etmək üçün xüsusi hidroflyuger adlanan cihaz hazırlamışdır. Lelyavski Dnepr çayında hidroflyugerlə hərəkətin sürəti və istiqamətini ölçmüş və daxili axıntıların məcra proseslərinə olan təsirini qiymətləndirmişdir.

Üç növ daxili axıntılar mövcuddur:

1. Yer in öz oxu ətrafında fırlanması nəticəsində əmələ gələn axıntılar;
2. Məcranın əyriliyindən əmələ gələn axıntılar;
3. Məcranın en kəsik formasının təsiri ilə yaranan axıntılar.

Yerin fırlanması nəticəsində yaranan axıntıları ilk dəfə akademik K.M.Ber (1853-1856 illərdə) izah etmişdir. O, Volqa çayında apardığı müşahidələr zamanı bel bir hala təsadüf etmişdir ki, çayın sağ sahili adətən dik və sıldırım, sol sahil isə az meyillidir. O,

bunun Yerin fırlanması ilə əlaqədar olduğunu söyləmişdir. Məşhur “Ber qanunu” ilk dəfə belə ifadə olunmuşdur: Şimal yarımkürəsində axan çayların sağ sahili yüksək və dik, sol sahili isə alçaq və az meyillidir. Xüsusi yerli şəraitin təsirindən bəzən çayların müəyyən hissələrində Ber qanunu pozula da bilər.

Yerin fırlanmasının onun üzərində olan cisimlərə təsirini müəyyən etmək üçün iki hərəkəti bir-birindən ayırmaq lazımdır:

- Cismin Yerə nisbətən hərəkəti;
- Cismin Yerlə birlikdə (köçmə) hərəkəti.

Başqa hərəkətlər də mövcuddur. Məsələn, yerlə birlikdə cismin günəş ətrafında hərəkəti, cismin Günəş sistemi ilə birlikdə hərəkəti və s. Bu hərəkətlərin Yer üzərindəki çaylarda baş verən proseslərə təsiri az olduğu üçün onlar nəzərə alınmır.

Cismin yer səthinə nisbətən hərəkət sürəti nisbi sürət adlanır. Cismin Yerlə birlikdə hərəkəti Yerdən çox uzaq olan və həmin hərəkətdə iştirak etməyən müşahidəçi görə bilər. Yer üzərində ekvatora yaxın olan cisimlər daha böyük sürətlə hərəkət edirlər. Onların sürəti qütblərə getdikcə azalır və qütblərdə sürətləri sıfıra bərabər götürülür.

Ekvator üzərindəki cismin köçmə sürəti belə təyin edilir:

$$v_e = \frac{L_e \cdot 1000}{T} = \frac{40000 \cdot 1000}{86400} = 467 \frac{\text{m}}{\text{san}}, \quad (3.65)$$

burada L_e -ekvatorun uzunluğu, km-lə; T - bir gündəki saniyələrin sayı.

Köçmə sürəti ekvatorдан qütbə doğru azaldığı üçün ətalət qüvvəsi yaranır. Bu qüvvə təcil istiqamətinin əksinə yönəlmiş olur.

Çay axınındakı su hissəciklərinin cənubdan şimala getdikcə köçmə sürətləri azaldığı üçün mənfi təcil, şimaldan cənuba hərəkətində isə köçmə sürətləri çoxaldığından müsbət təcil yaranır. İkinci halda təcil qərbdən şərqə yönəlmiş olur və ətalət qüvvəsi şərqdən qərbə, yəni təcəlin əksinə yönəlir. Birinci halda isə ətalət qüvvəsinin istiqaməti yerin fırlanma istiqaməti ilə eyni olur. Beləliklə, hər iki halda çay axınına təsir göstərən ətalət qüvvəsi çayın sağ sahilinə yönəlmiş olacaqdır. Şərqdən qərbə və əksinə axan çaylarda da ətalət qüvvəsi sağ tərəfə yönəlir.

Cənub yarımkürəsində axan çaylarda isə ətalət qüvvəsi bütün hallarda sol sahilə tərəf yönəlmiş olur. Ətalət qüvvəsinin mütləq qiyməti nisbi sürətdən, yəni çaydakı suyun hərəkət sürətindən asılıdır və onunla düz mütənasibdir.

Çay axınındakı su hissəciklərinə ətalət qüvvəsindən başqa ağırlıq qüvvəsi də təsir göstərir. Deməli, yalnız ağırlıq qüvvəsinin təsiri altında olan mayenin səthi üfüqi, yəni həmin qüvvəyə perpendikulyar vəziyyətdə olardı, ancaq ətalət qüvvəsi də təsir göstərdiyindən suyun sərbəst səthi qüvvələrin əvəzedicisinə perpendikulyar vəziyyət alır və beləliklə, eninə meylik əmələ gəlir və belə ifadə olunur:

$$J = \frac{2\omega v \sin\varphi}{g}, \quad (3.66)$$

burada $2\omega v \sin\varphi$ - Koriolis təcili; ω - yerin fırlanmasının bucaq sürəti; v -suyun hərəkətinin orta sürəti; φ - nöqtənin en dairəsi; g -sərbəst düşmə təcili;

Suyun sürəti artdıqca eninə meylik artmalıdır. Sürət çayın en kəsiyində qeyri- müntəzəm paylandığı üçün eninə meylik də çayın eni boyu dəyişəcəkdir və sürət böyük olan yerdə, yəni çayın ortalarında meylik çox olacaqdır. Eninə meylik sahillərə tərəf azalır və bu meylliğin təsirindən suyun səthindəki hissəciklər sağ sahilə doğru hərəkət edirlər. Dibdəki hissəciklər isə sol sahilə doğru hərəkət edir və nəticədə eninə sirkulyasiya yaranır.

Səth şırnaqlarının sağ sahilə və oradan da enərək, dib şırnaqları kimi sol sahilə axması çayın

məcrasında gedən deformasiyalara səbəb olur. Eninə sirkulyasiya edən suyun hərəkəti, onun irəliləmə hərəkəti ilə toplanaraq mənbədən mənsəbə doğru çay axınında vintvari hərəkət şəklini alır.

Yerin fırlanmasından əmələ gələn eninə sirkulyasiyanın çay məcrasının formalaşmasına təsiri azdır. Bu prosesdə əsas təsiri məcranın əyriliyindən yaranan eninə sirkulyasiya göstərir.

Daxili axıntılar çay axınının əyri hissələrində, o cümlədən döngələrdə əmələ gəlir. Döngəli yataqlarda su hissəciklərinin istiqaməti dəyişir və hissəciklərin öz istiqamətlərinin dəyişməsinə göstərdikləri müqavimətdən mərkəzdənqaçma ətalət qüvvəsi əmələ gəlir. Mexanikadan məlumdur ki, mərkəzdənqaçma ətalət qüvvəsi hissəciklərinin hərəkət etdiyi yolun əyriliyi ilə düz, əyrilik radiusu ilə tərs mütənəsibdir. Mərkəzdənqaçma qüvvəsinin təsirindən suyun hissəcikləri batıq sahələ sığışdırılır. Bu zaman həmin sahildə səviyyə qalxır, qabarıq sahildə isə enir, beləliklə də eninə meylik yaranır.

Su hissəciklərinə mərkəzdənqaçma qüvvəsindən başqa ağırlıq qüvvəsi də təsir göstərir. Sərbəst səth bu iki qüvvənin əvəzedicisinə perpendikulyar olur. Bu zaman səthi axıntı yaranır və qabarıq sahələ istiqamət alır. Qabarıq sahildən isə dib axıntısı batıq sahələ doğru hərəkət edir. Beləliklə, döngələrdə eni-

nə sirkulyasiya əmələ gəlir. Vahid kütləyə düşən mərkəzdənqaçma qüvvəsi aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$P_{m,q} = \frac{U^2}{r}, \quad (3.67)$$

burada q - əyrilik radiusu; U - su hissəciklərinin ortalasmış sürəti.

Vahid kütləyə düşən ağırlıq qüvvəsi g , eninə meylik isə:

$$J = \frac{P_{m,q}}{g} = \frac{\bar{U}^2}{rg}, \quad (3.68)$$

olacaqdır.

Əgər zamana görə ortalasdırılmış sürəti (U) axının orta sürəti ilə əvəz etsək, onda sürətin qeyri-müntəzəmliyini nəzərə alaraq eninə meylik üçün ifadəni belə yazmaq olar:

$$J_e = \frac{\alpha \cdot v_{or}^2}{g \cdot r}. \quad (3.69)$$

Döngələrdə yaranan eninə meylik həmişə uzununa meylikdən kiçik olur.

Beləliklə, məcrada əmələ gələn eninə sirkulyasiya orada gedən deformasiyaların əsas səbəbidir və bununla da sahillərdən biri boyu dərinləşmiş hissənin olmasını təmin edir.

Daşqın zamanı da xüsusi eninə sirkulyasiya yaranır. Səviyyə daşqın zamanı qalxır, axının ortalarında sürət artır və sahillərə yaxın hissələrdəki sürətlərdən böyük olur. Odur ki, sürət artdıqca axının ortasında təzyiq azalır, orada su səthi qabarıq şəkil alır və beləliklə də eninə meylik əmələ gəlir. Eninə meylik, külək bir sahildən o biri sahilə tərəf əsdikdə də yaranabilir.

Daxili axıntıların bir növü də suyun fırlanma (burulğan) hərəkətidir. Belə hərəkət çay məcrası tam axarlı olmadıqda yaranır. Əgər çayın bir sahili çox çıxıntılı olursa, onda həmin çıxıntının arxasında su fırlanmağa başlayır. Bu fırlanan su axınla həmişə əlaqədə olur. Burulğanın aşağısında əsas axından su çəkilir, üst hissədən isə, əksinə, axına su gedir. Belə burulğanlar məcrada yerli deformasiyaların əmələ gəlməsinə səbəb olur və getdikcə sahili yuyur. Bu sahilin uçmasına gətirib çıxarır. Burulğanda mərkəzdənqaçma qüvvəsi yaranır. Həmin qüvvə aşağıdan səthə doğru axıntı əmələ gətirir. Yaranmış axıntı asılı gətirmələri və dib çöküntülərini yuxarı qaldıraraq

çayın dibində qıf şəkilli çökək yaradır. Düzenlik çaylarının dibində qum hissəcikləri yığılır və bu zaman həmin yığıntıların arxasında fırlanan su valı əmələ gəlir. Belə çayların dibində dərinləşmiş hissələr, yeni quytul və dayaz hissələr- aşırımlar və ya çay tirəsi olur. Çayın meandrlarında quytul və aşırımlar axın boyu bir-birini əvəz edir.

Daşqın zamanı aşırım üzərində su səthinin meyliyi və axının sürəti az, quytul üzərində isə əksinə, böyük olur. Beləliklə, axın quytulları daha da darınlaşdırir və əmələ gəlmiş material aşırım olan hissədə toplanır. Quytullar və aşırımlar axın boyu hərəkətdə olurlar.

3.3.Su rejiminin ünsürləri və onlar üzərində müşahidə üsulları

3.3.1.Səviyyə üzərində müşahidə

Suyun sərfinin, səviyyəsinin və axın sürətinin zamanı görə dəyişməsi su rejimi adlanır. Su rejiminin əsas ünsürləri dedikdə səviyyə, su səthinin meyliyi, su sərfi və axın sürəti nəzərdə tutulur. Səviyyənin dəyişməsinə öyrənmək üçün onun üzərində gündəlik müşahidə aparılır. Müşahidələr suölçən məntəqədə hər gün iki dəfə saat 8 və 20-də yerinə yetirilir.

Səviyyə gün ərzində dəyişirsə (daşqın zamanı), onda əlavə vaxtlarda də ölçü aparılır.

Səviyyə, daimi müqayisə müstəvisindən olan su səthinin yüksəkliyidir. Daimi müstəvi çoxillik bir dövrdə müşahidə edilmiş ən alçaq su səviyyəsindən 0.5 m aşağıda götürülür. Həmin müstəvinin yüksəkliyi məntəqə qrafikinın sıfırı adlanır. Bütün müşahidə məlumatları qrafikin sıfırına nəzərən işlənir. Su ölçən məntəqələrdə səviyyə tamasalar vasitəsilə ölçülür və hesabatlar bilavasitə müşahidə sıfırından (dayağın zirvəsi) götürülür. Dayağın zirvəsinin yüksəkliyi və ya tamasanın sıfırı ilə qrafikin sıfırının yüksəkliyi arasındakı fərq artım adlanır.

Beləliklə, müşahidə olunmuş səviyyə tamasadan götürülmüş hesabatla artımın cəminə bərabər olacaqdır. Məsələn, tamasadan götürülən hesabat 46 sm, tamasa sıfırının (və ya dayağın zirvəsinin) qrafikin sıfırından olan artımı 1.78 m olarsa, qrafikin sıfırı üzərində müşahidə olunan səviyyə $46+178=224$ sm olacaqdır.

Gündəlik müşahidələrə əsasən orta gündəlik səviyyə tapılır və hər il üçün orta gündəlik səviyyə cədvəli tərtib edilir. Həmin cədvəllər "Hidroloji illiklərdə" çap olunur. Gündəlik səviyyələr cədvəlində hər ay üçün orta aylıq, orta illik, ən alçaq və ən yüksək səviyyələr də yazılır. Orta, ən alçaq və ən yüksək səviyyələr xarakterik səviyyələr adlanır. Orta illik sə-

viyyələr cədvəlinə əsasən səviyyənin dəyişkənliyi qrafiki tərtib edilir. Həmin qrafik səviyyənin il ərzində dəyişməsinə əyani surətdə göstərir.

3.3.2. Çayların səviyyə rejimi

Qeyd edildiyi kimi, səviyyə müəyyən üfüqi müstəviyə görə su səthinin hündürlüyüdür. Çaylarda suyun səviyyəsi dəyişkən olur. Onun dəyişməsi qidalanma şəraitindən və çayın rejimindən asılıdır. Su səviyyəsi həm il ərzində (sutkalıq, aylıq, fəsillik), həm də çoxillik dövrdə tərəddüd edir.

Səviyyə qar əriməyə başladıqda və leysan yağışından sonra qalxır. Yaz gursululuğu zamanı qarın əriməsilə yanaşı yağış yağdıqda səviyyə daha çox dəyişir. Qısa müddətli daşqın dövründə səviyyə artıb maksimuma çatır və getdikcə aşağı düşür.

Çay yalnız yeraltı sularla qidalandıqda səviyyə aşağı olur. Belə ki, qış və yay dövründə səviyyə ən alçaq olur və ancaq güclü yağışlar zamanı qalxır. Aran rayonlarda yay vaxtı bəzi çaylar tamamilə quruyur, yəni səviyyə çay dibinin yüksəkliyinə bərabər olur.

Çayın sululuğunun çoxillik dövrdə dəyişməsi ilə əlaqədar su səviyyəsi də tərəddüd edir.

Çayın qidalanma xüsusiyyətlərindən asılı olaraq suyun səviyyəsinin dəyişməsi süni yolla tənzimləne

bilər. Əgər çay üzərində su anbarı və başqa hidrotexniki qurğular tikilərsə, onda su səviyyəsinin təbii rejimi pozulur. Bundan başqa, çay yatağında yuyulma gedərsə, səviyyə enir, gətirmələr çökdükdə isə qalxır. Su səviyyəsinin rejimi su ölçən məntəqələrdə aparılan müşahidələrə görə müəyyən edilir. Onun dəyişmə xüsusiyyətlərini əyani şəkildə göstərmək üçün gündəlik orta su səviyyələrinə görə səviyyənin tərəddüd qrafiki tərtib edilir.

Hidroloji təhlil zamanı aşağıdakı səciyyəvi səviyyələr və onların əmələgəlmə tarixi müəyyən edilir:

- il ərzində ən yüksək su səviyyəsi;
- yay və payız daşqınlarının ən yüksək səviyyəsi, yaz buzaxımının ən yüksək səviyyəsi;
- ən alçaq yay səviyyəsi;
- ən alçaq qış səviyyəsi.

Ən yüksək və alçaq səviyyələrin fərqi səviyyənin tərəddüd amplitudası adlanır. Su səviyyəsinin rejimini öyrənməkdə məqsəd hidrotexniki qurğuları düzgün layihələndirmək və istismar etmək, çayətrafı sahənin su altında qalma müddətini təyin etmək və gəmiçilik üçün istifadə olunan çayların yararlılığını müəyyən etməkdir.

3.3.3. Çayda suyun sürətinin ölçülməsi

Axının sürətini ölçmək üçün üzgəclərdən və hidrometriya fırlanğıclarından istifadə edilir. Üzgəclərlə axının səthi sürətləri ölçülür. Sürəti ölçmək üçün birbirindən eyni məsafədə yerləşmiş üç mövqe təyin olunur. Mövqələr arasındakı məsafə elə seçilir ki, ən böyük sürətdə belə üzgəcin hərəkət vaxtı 30 saniyədən az olmasın. Yuxarı işçi mövqedən 5-20 sm məsafədə üzgəcləri suya buraxmaq üçün əlavə mövqe seçilir. Bu mövqe elə seçilməlidir ki, üzgəc yuxarı işçi mövqeyə çatanadək axının sürətini alsın. Üzgəclər ensiz çayda sahildən, enli çaylarda isə qayıqlardan atılır.

Üzgəclərin yuxarı və aşağı işçi mövqələrindən keçməsi saniyəölçənlə qeydə alınır və gedişat vaxtı müəyyən edilir. Bununla yanaşı mövqedə üzgəclərin yerləri də qeyd olunur. Mövqedə götürülmüş hər hansı bir nöqtədəki orta səthi sürət belə hesablanır:

$$v_{\text{səth}} = \frac{L}{t}, \quad (3.70)$$

burada L-yuxarı və aşağı mövqələr arasında məsafə, m-lə; t- üzgəcin hərəkət vaxtı (saniyə ilə).

Axının sürətini hidrometriya fırlanğıcı ilə daha dəqiq ölçmək olar. Cihaz ölçü aparılan dərinliyə salınır və axının təsirindən fırlanmağa başlayır. Fırlanğıcın hesablama- qapanma qurğusu elə düzəldilmişdir ki, hər 20 dövrədən sonra signal verilir. Hər nöqtədə ölçü 100 saniyədən az aparılmamalıdır. Fırlanğıcın bir nöqtədə saxlandığı vaxt və həmin vaxt ərzindəki siqnalların sayı qeyd edilir. Siqnalların sayını 20-yə vurmaqla tam dövrlərin sayı tapılır, sonra isə bir saniyədə olan dövrlərin sayı hesablanır:

$$n = \frac{N}{t}, \quad (3.71)$$

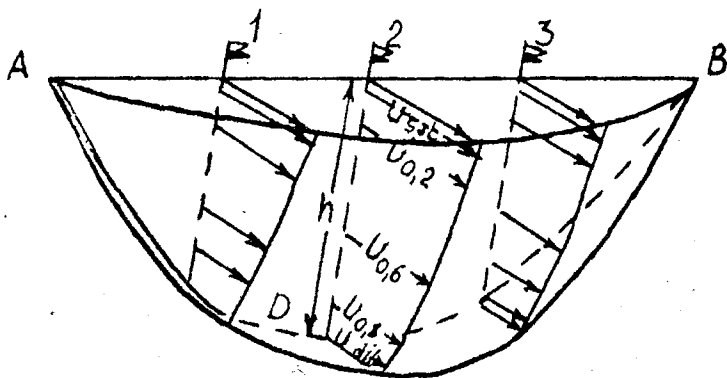
burada N-tam dövrlərin sayı; t- ölçü müddəti, san.

Axının sürəti ölçülən nöqtədəki ortalasdırılmış yerli sürət arvalaşma cədvəli və ya qrafik üzrə bir saniyədəki dövrlərin sayına müvafiq təyin edilir.

3.3.4. Sərf modeli. Sərf əyriləri

İzotaxlar tərtib edildikdən sonra su sərfini hesablamaq olar. En kəsik profilində maksimal sürətdən asılı olaraq 0.05: 0.10: 0.20 m/san- dən bir izotaxlar çəkilir. Canlı en kəsiyin hər nöqtəsində sürətin qiymətini, həmin kəsiyə perpendikulyar olan xətt üzrə

müəyyən bir miqyasda qeyd edib onları birləşdirdikdə OMNKO səthi alınır. Bu səth, sərbəst səth (OMDNB), en kəsiyin səthi (OEV) və islanmış səth (OMKNVE) ilə əhatə olunmuş su həcmi qiymətəcə axının su səfinə bərabər olur. Alınmış su həcmi sərff modeli adlanır (şəkil 3.10).



Şək. 3.10. Sərf modeli

Sərf modelini çayın eni boyunca sərbəst səthə (axına) paralel müstəvilərlə kəsdikdə, götürülmüş dərinliklər üçün sürət epyuraları alınır.

Sərf modelini sərbəst səthə perpendikulyar müstəvilərlə kəsdikdə, kəsişmə xətləri izotaxları verir. Sərf modeli, sahəsi en kəsik sahəsinə bərabər, şaquli müstəvilərlə məhdudlaşan həcmi isə sərff mo-

delinin həcminə bərabər olan sadə cisim kimi qəbul edilərsə, onda su sərfi belə təyin oluna bilər:

$$Q = \omega \cdot v_{or}, \quad (3.72)$$

burada ω - canlı en kəsiyin sahəsi; v_{or} -orta sürət.

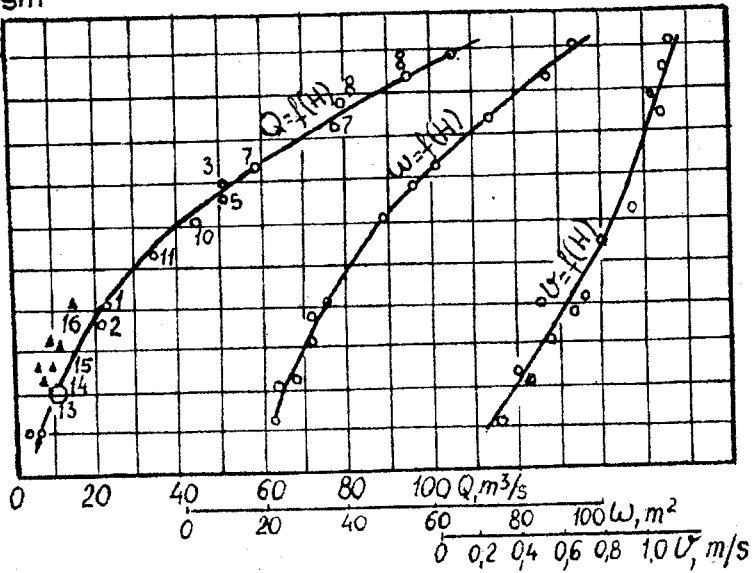
Orta sürət, yatağın həndəsi və hidravliki xüsusiyyətlərindən asılıdır:

$$v = \frac{Q}{\omega}. \quad (3.73)$$

Suyun səviyyəsi (H) artıb-azaldıqca ω dəyişir və beləliklə, v_{or} də dəyişir.

Su sərfəri ilə səviyyələr arasındakı əlaqələr sərf əyriləri adlanır. Bu əyridən istifadə etdikdə sərfi tez-tez ölçmək lazım gəlmir. Məlumdur ki, sərfi ölçmək çətindir və həm də çox vaxt tələb edir. Ona görə də müxtəlif səviyyələrdə sərf ölçülür və sonra isə $Q=f(H)$ qrafiki tərtib edilir. Sərf ^{126.34} əyrisindən istifadə edərək istənilən səviyyə üçün sərfin qiymətini müəyyən etmək mümkündür. Sərf əyriləri vasitəsilə gündəlik ölçülən səviyyələrə görə orta gündəlik sərf təyin edilir və axım həcmi hesablanır. En kəsik sahəsi və orta sürət səviyyədən asılı olaraq dəyişdikləri üçün $\omega=f(H)$ və $v=f(H)$ əyriləri də qurulur.

H, sm



Şək. 3.11. Sərf əyriləri

3.3.5. Su sərfinin təyini üsulları

Axının en kəsiyindən vahid zamanda keçən suyun həcmi su sərfi adlanır. Böyük kanalların, çayların və s. su sərfi m^3/san ilə, kiçik bulaqların, quyuların, laboratoriya novlarının su sərfi isə l/san ilə ifadə olunur. Çaylar üçün su sərfi ən əsas hidravliki ünsürdür. Su sərfinin təyini üsullarını iki qrupa bölmək olar:

1. Sərfin bilavasitə ölçülməsi;

2. Sərfin dolayı yolla təyini.

Birinci qrupa həcm və çəki üsulları aiddir. Həcm üsulunda su ölçü qabına yığılır və onun dolma müddəti ölçülür. Su sərfini tapmaq üçün suyun həcmi zamana bölünür. Bu üsul bulaqların, kiçik quyuların debitini, laboratoriya modellərində su sərfini ölçmək üçün istifadə edilir. Həcm üsulu çox dəqiqdir.

Sərfin dolayı yolla təyini müxtəlif üsullarla yerinə yetirilir. Bu halda bilavasitə sərf deyil, axının başqa ünsürləri ölçülür. Su sərfi isə hesablama yolu ilə təyin edilir. Belə üsullara aşağıdakılar aiddir:

1. Axının en kəsik sahəsini hesablamaq və sürəti ölçməklə su sərfinin təyini. Bu üsul "Sürət-sahə" üsulu adlandırılır.

2. Ölçü qurğularının (suaşırıclar, hidrometriki novlər) köməyi ilə sərfin təyini. Bu halda suaşırıcların üzərində və novun girəcəyində basqı ölçülür, sərf isə hidravliki əlaqələr vasitəsilə tapılır.

3. Qarışma üsulu (elektrolit, istilik, kalorimetriya). Bu halda sərf, suya buraxılan məhlul su ilə qarışdıqdan sonra elektrik keçirmə qabiliyyətinin dəyişməsinə görə təyin edilir.

Hidrometriyada "Sürət - sahə" üsulu daha geniş tətbiq olunur. Çayın en kəsik sahəsi dərinlik ölçü işlərinin nəticəsinə görə hesablanır, sürətlər isə canlı en kəsiyinin ayrı-ayrı nöqtələrində hidrometriki fir-

lanğıclarla, az hallarda isə səth və dərinlik üzgəcləri ilə ölçülür.

Canlı en kəsik sahəsi və orta sürətə görə sərfin hesablanması da bu üsula aiddir. Canlı en kəsik sahəsi yenə də dərinlik ölçü işlərinə görə təyin edilir. Orta sürəti tapmaq üçün isə su səthinin meyilliyi ölçülür və yataqla subasarın xarakteri müəyyənləşdirilərək kələ-kötürlük əmsalı təyin edilir. Sonra orta sürət Şezi düsturunun köməyi ilə hesablanır və alınan nəticə en kəsik sahəsinə vurularaq su sərfi tapılır. “Sürət-sahə” üsulu sərf 15-30 l/san-dən çox olduqda istifadə edilməlidir. Su sərfi 0.005-10 m³/san olduqda onu ölçü qurğuları vasitəsi ilə təyin etmək mümkündür. Qarışma üsulu isə sərf 0.05-dən 50 m³/san-yə qədər dəyişdikdə, dağ çaylarında istifadə edilir.

3.3.6. Su sərfinin hesablanması ✓

Sürət şaqullarının müxtəlif nöqtələrində fırlanğıclar yerli sürətləri ölçdükdən sonra, hər sürət şaqulu üçün orta sürət tapılır ($v_{\text{ş},i}$). Sonra qonşu şaqullar arasında keçən su sərfi hesablanır:

$$\Delta Q_i = v_{\text{or},i} \cdot \Delta \omega_i, \quad (3.74)$$

burada $v_{or,i}$ -iki sürət şaqulu arasındakı orta sürətdir: $(v_{s,i} + v_{s,i+1})/2$; $\Delta\omega_i$ -iki şaqul arasında canlı en kəsik sahəsidir.

Ölçü aparılmış en kəsikdən keçən tam su sərfi belə hesablanır:

$$Q = \sum_{i=1}^n \Delta Q_i = K \cdot v_{s,1} \cdot \Delta\omega_1 + \frac{v_{s,1} + v_{s,2}}{2} \cdot \Delta\omega_2 + \dots + \frac{v_{s,n-1} + v_{s,n}}{2} \cdot \Delta\omega_{n-1} + K \cdot v_{s,n} \cdot \Delta\omega_n, \quad (3.75)$$

burada K - çayın sahillərinin vəziyyətindən asılı olan əmsəldir və 0.7-0.9 arasında dəyişir.

Məlumdur ki, təbii yataqlar üçün su sərfini $Q = \omega v$ düstürünə əsasən hesablayırlar. Sürəti ölçmədikdə canlı en kəsikdəki orta sürəti Şezi düsturundan tapmaq olar. Bu üsul hidrometriya müşahidələri aparmaq mümkün olmayanda, məsələn daşqın zamanı maksimal su sərfini hesablamaq üçün istifadə olunur.

Daşqından sonra, ən yüksək su səviyyələrinin sahillərdə qalmış izlərinə görə nivelirləmə yolu ilə su səthinin meyilliyi təyin edilir. Sonra isə kələ-kötürlük

əmsalı M.F.Sribniya görə seçilir. Xətti ölçü işləri aparmaqla canlı en kəsik sahəsi hesablanır.

3.4.Çayların qidalanması və su rejimi

3.4.1. Çayların qida mənbələri X

Çaylar səth və yeraltı sularla qidalanırlar. Ümumiyyətlə qida mənbələri dörd növdür: yağış, qar, buzlaq və yeraltı sular. Bunlardan ilk üçü səth sularına aiddir.

Çayların qidalanmasının əsas amillərindən biri iqlim şəraitidir və məşhur meteoroloq A.İ.Voeykov deydi kimi –çaylar iqlimin məhsuludur”.

Müxtəlif çay hövzələrində bu və başqa qida mənbəyinin üstün olması yerli şəraitdən asılıdır. Bəzən hövzələr üçün hansı növ qidanın üstün olduğunu müəyyənləşdirmək mümkün olmur. Bu halda qarışıq qidalanma məfhumundan istifadə edilir.

Çaylarda axımın yaranmasına iqlimdən başqa bitki örtüyü, torpaq, relyef və antropogen amillər də böyük təsir göstərir. Çay hövzələrinin geoloji quruluşundan asılı olaraq yeraltı suların qidalanmada rolu müəyyən edilə bilər. Yağışla qidalanma əsasən leysan və uzun müddət davam edən yağışlar hesabına olur. Leysan yağışlar qısa müddət davam edir, bu vaxt çayların sululuğu kəskin artır və yağışdan sonra

isə tədricən azalır. Uzun müddət davam edən yağış, əsasən böyük ərazini əhatə edir və çayı uzun müddət qidalandırır. Ekvatorial və tropik iqlim qurşaqlarının, Lənkəran təbii vilayətinin çayları əsasən yağış suları ilə qidalanır.

Qış zamanı yığılmış qar yazda əriməyə başlayır və ərinti suları çayları qidalandırır. Qar suları ilə qidalanma qarda olan su ehtiyatlarından və ərimə dövründəki hava şəraitindən asılıdır. Şərqi Avropanın düzənlik çaylarının illik axımının 50 faizindən çoxunu qar suları təşkil edir. Buzlaq suları ilə qidalanma yüksək dağlıq rayonların çayları üçün səciyyəvidir. Buzlaq suyu ilə qidalanan çaylarda sululuq yay dövründə artır (Amudərya, Sirdərya). Qar əridikdə və yağışdan sonra suyun bir hissəsi torpaq-süxur təbəqəsinə hopur və yeraltı suların ehtiyatını artırır. Sonra isə il ərzində müntəzəm olaraq çayı qidalandırır. Cənubdan şimala doğru çayların qidalanmasında yeraltı suların rolu artır. Daimi donuşluq yayılmış ərazilərdə yeraltı sularla qidalanma çox cüzdür. Volqa çayının illik axımının 30 faizini yeraltı sular təşkil edir. Ümumiyyətlə, çayların su ilə qidalanmasında 2-3 qida mənbəyi iştirak edir. Belə qarışıq qidalanma çayların əksəriyyəti üçün xarakterikdir.

Çayların axım həcmi hesabladıqda və axımın il ərzində paylanmasını müəyyənləşdirdikdə onların qida mənbələrini öyrənmək vacibdir.

Mülayim qurşaqda çayların çoxu qar suları ilə qidalanır. Qar suları ilə yanaşı, şiiməla getdikcə yerəlti və yağış sularının da payı artır. Dneprin aşağı axanından Azov dənizinə kimi olan ərazidə, Aşağı Volqaboyunda və Şimali Qazaxıstanda çaylar demək olar ki, ancaq yazda qarın əriməsindən əmələ gələn sularla qidalanır. Bu rayonlarda yerəlti sular çox dərinədə yerləşir, yağış suları isə əsasən buxarlanmaya sərf olunur. Kiçik hövzəyə malik olan çayların çoxu yay aylarında tamamilə quruyur. Çöl və meşə-çöl zonalarında yerəlti sular çox da dərinədə olmadığı üçün çayların qidalanmasında iştirak edir. Ancaq yenə də həmin zonalarda çayların əsas qida mənbəyini qar suları təşkil edir və onların axımının əsas hissəsi yaz gursululuğu dövrünə təsadüf edir.

Dağ çaylarında qidalanma çox zaman qar və buzlaq sularının hesabına olur. Buzlaq çayları qış aylarında ancaq yerəlti sularla qidalanır. Qeyd etmək lazımdır ki, dağ çaylarının qidalanma xüsusiyyətləri yüksəklikdən asılı olaraq dyişir.

Böyük çayların qidalanması, onların axıb keçdiyi ərazilərin müxtəlif fiziki-coğrafi şəraitə malik olması ilə əlaqədar mürekkəb xarakter daşıyır. Belə çaylarda qidalanma çox zaman qarışıq olur. Şərqi Asiya çaylarının qidasının əsasını musson yağışları təşkil edir. Musson yağışları ilin isti dövründə yağır.

Qeyd etmək lazımdır ki, daimi donuşluq yayılmış ərazilərdən keçən çayların yeraltı sularla qidalanması çox cüzi olur və həmin ərazidəki çayların qida mənbələri qar və yağış sularıdır.

3.4.2.Qida mənbələrinin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi. Hidroqrafın genetik parçalanması

Çayın su sərfi il ərzində dəyişir. Yaz gursululuğu və daşqın vaxtı onun qiyməti böyük, qıtsulu dövrdə isə kiçik olur. Su sərfinin dəyişməsinə göstərən qrafikə hidroqraf deyilir. Hidroqrafı orta gündəlik su sərfələrinin qiymətlərinə görə qururlar. Hidroqrafı tərtib etdikdə, şaqulu oxda su sərfinin qiyməti, üfüqi oxda isə günlər göstərilir. Şəkil 3.12-də Qarqarçayın Ağa körpü məntəqəsi üçün hidroqrafı verilmişdir.

Hidroqraftan göründüyü kimi, yazda su sərfi əvvəlcə artır, sonra isə azalaraq, yayda minimum qiymət alır və payızda yenidən artır. Hər il üçün hidroqraf tərtib etmək olar. Su sərfini zamana vurduqda axım həcmi alınır. Hidroqrafın daxilindəki sahəni təyin etməklə illik axım həcmi hesablamaq mümkündür.

Kiçik çayların və yağışla qidalanan çayların hidroqrafları çoxzirvəli olur. Hər bir rejim fazasına məxsus səciyyəvi su sərfələri ən böyük (maksimal) və ən kiçik

(minimal) su sərfəlidir. Həmin sərfələr aşağıdakı xarakterik dövrlərə görə müəyyən edilir:

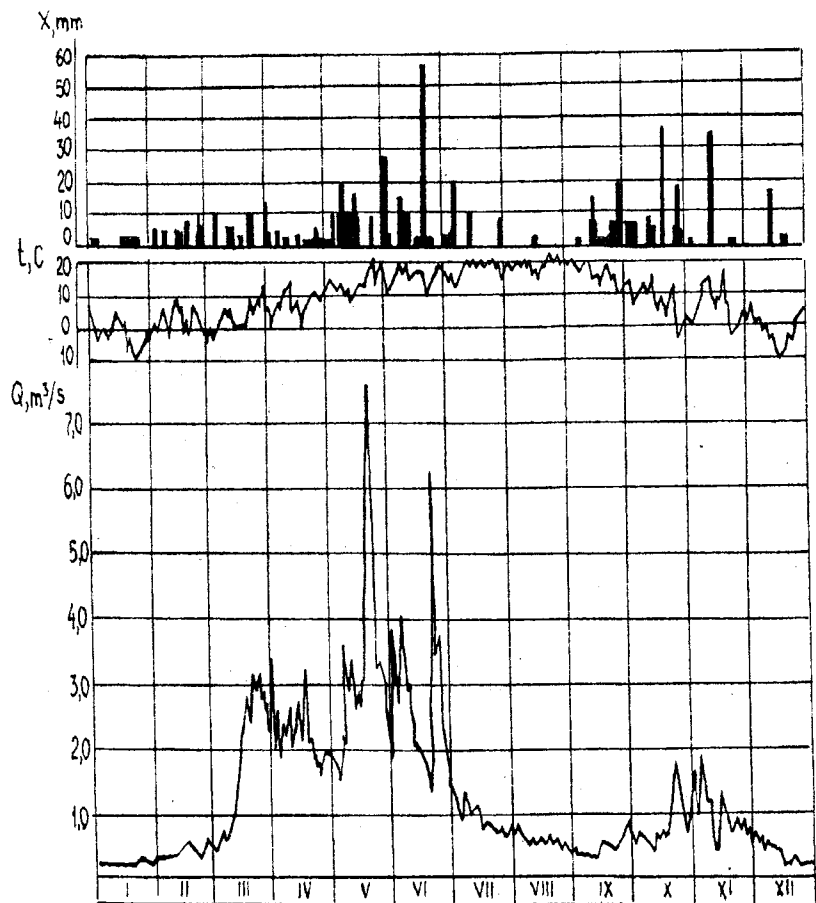
- İllik maksimal və minimal su sərfəli;
- Yaz gursululuğu dövrünün maksimal su sərfi;
- Daşqın dövrünün maksimal su sərfi;
- Yay aralıq fazanın minimal su sərfi;
- Qış aralıq fazanın minimal su sərfi.

Müşahidə müddəti çox olarsa onda səciyyəvi hidroqraf qurmaq olar. Belə hidroqraf su rejiminin səciyyəvi xüsusiyyətlərini özündə əks etdirir və hər ildeki meteoroloji şəraitlə bağlı təsadüfi tərəddüdlərdən azad olur. Bu hidroqrafı qurmaq üçün onun səciyyəvi nöqtələrindəki maksimal və minimal sərfələrin çoxillik orta qiymətləri və tarixləri müəyyən edilməlidir.

Çayların müxtəlif qida mənbələrindən aldığı suyun miqdarını müəyyən etmək üçün hidroqrafı parçalamaq lazımdır. Hidroqrafı bir neçə üsulla parçalamaq olur.

B.V.Polyakovun sxeminə görə gursululuğun qalxma dövründə yeraltı sularla qidalanma azalmağa başlayır və gursululuğun maksimumu keçdikdə tamamilə kəsilir. Gursululuğun axımı azalmağa başladıqda çaya axan yeraltı suların miqdarı artmağa başlayır.

B.İ.Kudelin hidrogeoloji şəraiti nəzərə almaqla hidroqrafın parçalanma sxemlərini vermişdir (şəkil 3.13).



Şək. 3.13. Qarqarçayın Ağa körpü məntəqəsi üçün kompleks qrafik: 1-temperaturun gedişi; 2-yağintıların gedişi; 3-hidroqraf

Çayların yeraltı sularla qidalanma xüsusiyyətləri həm də çayın sulu horizontlarla hidravliki əlaqəsinin dərəcəsi ilə müəyyən edilir. Burada aşağıdakı hallar ola bilər:

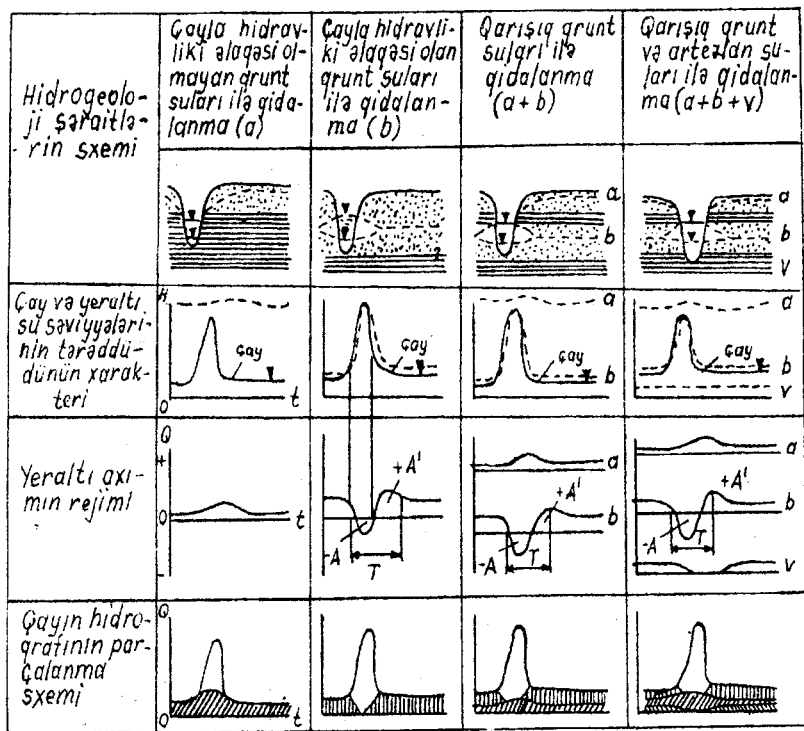
- Yeraltı sular çayla hidravliki əlaqədə deyil;
- Tam hidravliki əlaqədə olan hal;
- Dövri (vaxtaşırı) hidravliki əlaqə olan hal;

Həm basqısız və həm də artezian suları ilə qidalanma olan hal.

Yeraltı sular çayla hidravliki əlaqədə olmadıqda, çayın rejimi yağıntılarda rejiminə uyğun olur və yeraltı axımın hidroqrafı çayın hidroqrafına oxşayır. Hidravliki əlaqə olduqda isə yeraltı axım şişmə xarakteri daşıyır. Belə ki, çayda səviyyə qalxdıqda sahil tənzimlənməsi baş verir. Səviyyə yüksək olduqda qrun sularında şişmə gedir və çay suları yeraltı suların ehtiyatını artırmağı başlayır. Səviyyə aşağı düşdükdə isə həmin sular əksinə, çaya axmağa başlayır. Çayda səviyyə maksimum olduqda sahil tənzimlənməsi yeraltı axımın tam kəsilməsinə gətirib çıxarır. Yeraltı axım böyük daşqınlar zamanında da çox azalır.

Tam hidravliki əlaqə düzənlik çaylar üçün, dövri əlaqə və əlaqəsiz hal isə dağ çayları üçün səciyyəvidir.

Gursululuq və daşqın dövrlərində hidroqrafı parçalamaqla yeraltı qidalanmanı müəyyən etmək üçün iki qrup metodlardan istifadə edilir.



1 - çayla hidravliki əlaqəsi olmayan qum suları ilə qidalanma; 2 - çayla hidravliki əlaqəsi olan qum suları ilə qidalanma; 3 - artızdan suları ilə qidalanma; 4 - çayda suyun səviyyəsi; 5 - çayda suyun səviyyəsi; 6 - artızdan suları ilə qidalanma; 7 - yeraltı suların səviyyəsi; 8 - çayda suyun səviyyəsi; T - səth axımının sahillə tənzimlənmə müddəti.

Şək. 3.13. Çayın hidroqrafının parçalanmasının tipik sxemləri (B.İ.Kudelinə görə).

1-sulu süxurlar; 2-sukeçirməyən süxurlar; 3-səth axımı; 4-çayla hidravliki əlaqəsi olmayan sulu horizontlardan yeraltı axım; 5-çayla hidravliki əlaqəli sulu horizontlardan yeraltı axım; 6-basqılı horizontlardan axım; 7-yeraltı suların səviyyəsi; 8-çayda suyun səviyyəsi; T-səth axımının sahillə tənzimlənmə müddəti.

-A və +A-gursululuq dövründə yeraltı axımın mənfi və müsbət fazaları.

Birinci qrup metodlarda yeraltı axımın gursululuq dövründə artması nəzərə alınır. (V.Q.Qluşkov, M.İ.Lvoviç, K.P.Voskresenski). Bu üsullara əsasən yeraltı axımı hidroqrafda ayırmaq üçün gursululuğun başlanğıcındakı və sonundakı sərlərə müvafiq nöqtələr düz və əyri xətlə birləşdirilir.

İkinci qrup metodlar isə gursululuq dövründə yeraltı axımın azalmasını, hətta tam kəsilməsini nəzərə alır (B.V.Polyakov, B.İ. Kudelin).

Yeraltı qidalanmanı ayırmaq üçün hidrokimyəvi məlumatlardan istifadəyə əsaslanan üsul da mövcuddur (P.P.Voronkov, V.V.Drozd və b.). Yeraltı axım aşağıdakı düsturla hesablanır:

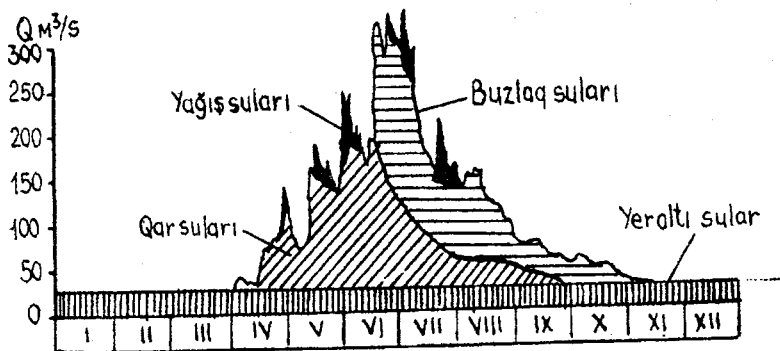
$$Q_y = Q_p \frac{C_G - C_{s\grave{e}th}}{C_y - C_{s\grave{e}th}}, \quad (3.76)$$

burada Q_y , Q_G - müvafiq uyğun olaraq yeraltı və çay sularının sərfi; C_G , $C_{s\grave{e}th}$, C_y -çayın səth və yeraltı sularının minerallaşmasının müəyyən bir komponenti.

Hövdədəki bulaqların rejiminin yeraltı qidalanmanın xarakterinə təsirini göstərən hidroqrafı parçalama üsulunu F.A.Makarenko təklif etmişdir.

Dağ çaylarında qar, yağış, buzlaq və yeraltı suların qidalanmasında payını müəyyən etmək mürəkkəb məsələdir. Bu məsələni həll etmək üçün hövzənin

fiziki-coğrafi şəraiti təfəsilatla təhlil edilməli, mövcud qida mənbələri və onların hansı müddətlərdə çayı qidalandırması müəyyənləşdirilməlidir. Bunun üçün axımın, yağıntıların və temperaturun illik gedişi birgə təhlil edilməlidir (şəkil 3.14).



Şək. 3.14. Dağ çayının hidroqrafının parçalanma sxemi.

Dağ çaylarının hidroqrafını parçaladıqda nəzərə almaq lazımdır ki, çay buzlaq suyu ilə qidalanırsa, qış dövründə onun qidasını qunt suları təşkil etməlidir. Yay dövründəki yeraltı qidalanma təqribən qışın başlanğıcındakı sərfə müvafiq ayrılmalıdır. Qar suyu ilə qidalanma isə hövzənin alçaq hissələrində qar əriməyə başladıqdan qurtardığı dövrə qədər olur. Yağış suları ilə qidalanma yay-payız daşqınları arasındakı dövrlərdə baş verir.

3.4.3.Çayların qida mənbələrinə görə təsnifatı

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 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 suları ilə qidalanan çay tipinə aid olunur. Əgər hər bir qida mənbəyinin payı 50%-dən az olarsa, bel 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.

Kanadada, Alyaskada, Skandinaviya yarımadasında və Rusiyanın şimalında çayların qidalanmasında qar suları üstünlük təşkil edir. Mülayim qurşaqda qar əsasən yazda, subarktik qurşaqda isə (Yukon, Makkenzi çaylarının hövzələri) yayda əriyir. Cənub yarımkürəsində qar suları ilə qidalanan çaylar azdır. Bunlara misal olaraq Pataqoniya yastanından və Avstraliyada Qarlı dağlardan axan çayları göstərmək olar. Ümumiyyətlə, cəmi 9 çay tipi üçün qar su-

ları ilə qidalanma üstünlük təşkil edir və bu çayların hövzələri bütün qurunun 25-30%-ni tutur.

Əsas qida mənbəyi yağış suları olan çaylar Yer kürəsində daha geniş yayılmışdır (21 tip və qurunun 60%-i). Cənub yarımkürəsində Antarktida, Andın yüksək dağlıq zonası və Pataqoniya yastanı istisna olmaqla qalan ərazidə, Şimal yarımkürəsinin isə 50%-də çay axımının əsas hissəsini yağış suları təşkil edir.

Örtük buzlaqların yayılmış ərazilərdə: Antarktida-da, Qrenlandiyada, Kanada Arktik arxipelaqında və s. çayların qidasının 80%-dən çoxu buzlaq sularının payına düşür. Burada axım prosesi iki aya yaxın bir müddətdə müşahidə olunur və bütün illik axım yay dövründə formalaşır.

Dağ buzlaqlarının yayıldığı ərazilərdə: Alp, Skandinaviya, Qafqaz, Tyan-Şan, Pamir, Altay, Himalay dağlarında çayların qidalanmasında buzlaqlar mühüm rol oynayır. Belə çaylar 7 tipdə birləşdirilir.

Əsasən yeraltı sularla qidalanan çaylar cəmi 3 tip əmələ gətirir. Belə çaylara çatlı vulkanik süxurların geniş yayıldığı Kiçik Qafqazda, Mərkəzi Asiyanın qalın denudasiya materialları ilə örtülmüş dağlıq massivlərində rast olunur.

3.4.4. Su rejimi fazaları

Su obyektlərinin vəziyyətlərinin il ərzində qanunauyğun dəyişməsi hidroloji rejim adlanır. Bu dəyişkənlik fiziki-coğrafi şəraitdən, ilk növbədə isə yağınların, havanın temperaturunun və rütubətliyin dəyişməsindən asılıdır. Müxtəlif su obyektlərinin- çayların, göllərin, bataqlıqların, yeraltı suların rejimləri ayrılıqda öyrənilir. Su obyektlərinin səviyyəsinin və su sərfinin il ərzində qanunauyğun dəyişməsi su rejimi adlanır. Səviyyənin sutka, fəsil və çoxillik bir müddət ərzində dəyişməsi səviyyə rejimi, sərfin dəyişməsi isə sərf rejimi adlanır.

Buz hadisələrinin göstərilən müddətdə dəyişməsinə buz rejimi, suyun temperaturunun dəyişməsinə isə termik rejim deyilir. Bunlarla yanaşı, çayların gətirmələr, hidrokiimyəvi rejimləri, məcra prosesləri və s. kimi rejimləri mövcuddur. Onların hər biri ayrılıqda öyrənilir. Rejimin səciyyəvi dövrləri rejim fazaları adlanır. Rejim fazalarının başlanğıc tarixi və sonu fiziki-coğrafi amillərdən, başlıca olaraq iqlim şəraitindən asılıdır. Çayların əsas rejim fazaları aşağıdakılardır:

- Gursululuq;
- Daşqın;
- Qıtsulu (aralıq).

Təbii su obyektlərinin su rejimlərindən fərqli olaraq, kanalların, su anbarlarının rejimləri onların iş xüsusiyyətlərindən asılıdır. Qurutma meliorasiyası üçün tikilmiş bəzi kollektor-drenaj şəbəkələrinin su rejimi, həmin ərazidən axan çayların su rejimi ilə oxşardır.

Qarın, buzların əriməsindən və uzun sürən yağışlardan sonra çaylarda suyun səviyyəsi qalxır, su sərfi artır və bu hər il eyni vaxtda təkrarlanır. Bu rejim fazası gursululuq adlanır.

Düzenlik çaylarında gursululuq əsasən yaz fəslinə təsadüf edir. Bu zaman temperatur müsbət olur, hava qar qızır, qar tədricən əriyir və müəyyən bir müddətdə çayın su sərfi artır ki, bununla da yaz gursululuğu başlayır.

Dağlıq ərazilərdə yüksəklikdən asılı olaraq qarların və buzlaqların əriməsi eyni vaxtda baş vermir. Buna görə də gursululuğun davamiyyəti artır və yaz-yay gursululuğu əmələ gəlir.

Şərqi Avropanın şimal hissəsindəki çaylarda yay gursululuğu əsasən yaz qar əriməsi hesabına yaranır. Şimal rayonlarında qar ehtiyatı cənub rayonlara nisbətən çox olduğu üçün onlarda gursulu dövrlərdə çayların axım miqdarı da çox olur. Bu çaylarda gursuluq dövrü 180-200 gün və daha çox davam edir. Cənuba getdikcə gursulu dövrün davamiyyəti azalır. Çayların əsas axımı yaz gursulu dövründə olur.

Yüksək dağlıq ərazi çaylarında və mənbəyini buzlaqlardan götürən çaylarda gursululuq yayda olur. Yaz-yay gursululuğu olan çaylara Terek, Amudərya, Sirdərya və başqalarını misal göstərmək olar. Uzun sürən musson yağışları nəticəsində Amur çayı hövzəsində yay gursululuğu müşahidə olunur. Ümumiyyətlə, illik axım miqdarının əsas hissəsi gursulu dövrə təsadüf edir. Gursululuğun artma dövrü azalma dövrünə nisbətən qısa olur. Gursululuğun davamiyyəti qar ehtiyatından, qarərimə prosesinin şiddətliyindən və başqa fiziki-coğrafi amillərdən asılıdır.

Qarın əriməsi böyük çay hövzələrinin hər yerində eyni vaxtda başlamır. Bu gursululuğun formalaşmasına təsir göstərir.

Qar əriməyə başlayan kimi axım əmələ gəlmir. Ərinti suyunun bir hissəsi qar örtüyündə yığılır və o, maksimal rütubət tutumuna çatdıqdan sonra suvermə prosesi başlayır. Əgər qar əriyəndə yağış yağarsa, bu zaman qar örtüyünün suvermə qabiliyyəti artır.

Qardaxili akkumulyasiya ilə yanaşı, ərimə suyunun bir hissəsi hövzənin səthində olan xırda çökəkliklərə yığılır, bir hissəsi isə torpaq-qrunt qatına süzülür. Gursululuğun formalaşmasına yuxarıda göstərilən amillərdən başqa, hövzədə olan göl və bataqlıqlar, bitki örtüyü də təsir göstərir.

Yamacların ekspozisiyası da ərinti sularının maksimal axım modulunun azalmasına səbəb ola bilər. Qeyd etmək lazımdır ki, ərinti sularının infiltrasiyasına hövzənin torpaq-qrunu layının fiziki-mexaniki tərkibi böyük təsir göstərir. İnfiltrasiya olmuş qar suyunun bir hissəsi qrunu nəmləndirir, qalan hissəsi isə yeraltı suların ehtiyatını artırır.

Beləliklə, ərinti suları axımının formalaşmasında aşağıdakı mərhələlərin olduğunu göstərmək olar:

- qarda ərinti sularının əmələ gəlməsi;
- ərinti sularının qar örtüyündə akkumulyasiyası;
- ərinti sularının hövzənin səthindəki çökəkliklərdə akkumulyasiyası;
- ərinti sularının torpaq-qrunu da infiltrasiyası və akkumulyasiyası;
- ərinti sularının yamaclarda və hidroqrafiki şəbəkə ilə axması.

Ərinti sularının yamaclarda və hidroqrafiki şəbəkədə axın sürətindən asılı olaraq yaz gursululuğun müddəti dəyişir. Maksimal su sərfinin qiyməti də həmin sürətdən asılıdır. Əgər yamaclarda və hidroqrafiki şəbəkədə axının sürəti kiçik olarsa, yaz gursululuğun davamiyyəti artır, sürət böyük olduqda, isə, əksinə azalar.

[Gursululuğu öyrəndikdə əsas məsələlərdən biri onun axım həcmnin və maksimal su sərfinin təyin

edilməsidir. Müxtəlif coğrafi rayonlar üçün gursululuğun başlanma və qurtarma tarixini, onun davamiyyətini müəyyən etməyin böyük praktiki əhəmiyyəti vardır.] Yaz gursululuğunun axım həcmi ayrı-ayrı illər üzrə təyin etmək üçün çayların hidroqraflarını parçalamaq lazımdır. Hidrometrik müşahidə məlumatları olmayan çaylar üçün isə yaz gursululuğunun axımı ərazi üçün tərtib edilmiş axım xəritəsinə görə də təyin edilə bilər. Yaz gursululuğunun maksimal sərfini təyin etmək üçün aşağıdakı düsturdan istifadə edilə bilər:

$$Q_p = \frac{K_0 h_p \mu}{(F + 1)^n} \delta_1 \delta_2 F, \quad (3.77)$$

burada Q_p -p% təminatla hesablanan maksimal su sərfi, m³/san; K_0 -gursululuğun yığcamlıq əmsalı; h_p -hesablama təminatlı gursululuğun axım layı; F -sutoplayıcı hövzənin sahəsi; δ_1 -göl və su anbarlarının tənzimlənməsi ilə çayın maksimal su sərfinin azalmasını nəzərə alan əmsal; δ_2 -meşə və bataqlıqların təsirindən maksimal su sərfinin azalmasını nəzərə alan əmsal; μ - maksimal sərfərin və axım laylarının statistik kəmiyyətlərinin eyni olmadığını nəzərə alan əmsal.

Daşqın hidroloji rejim fazalarının ən əsaslarından-
dır. Daşqın, nisbətən qısa müddət ərzində su sərfinin
kəskin artmasına deyilir.

Daşqının yaz və yay gursululuğundan fərqi onda-
dır ki, o müəyyən bir vaxtda deyil, ilin müxtəlif fəsillə-
rində baş verir, axım həcmi gursululuqdakından az
olur və nisbətən qısa müddət ərzində davam edir.

Daşqınlar leysan yağışları və qış zamanı havanın
mülayimləşməsi ilə əlaqədar olaraq qarın əriməsin-
dən və uzun sürən yağışlardan sonra əmələ gəlir.

Leysan daşqınları isə Krim, Qafqazın Qara dəniz
sahillərində və Dneprin Karpatdan axan qollarında
daha tez-tez baş verir.

Daşqınlar ilin müxtəlif fəsillərində əmələ gəlir.
Daşqının əsas ünsürləri qalxma və düşmə müddətlə-
ri, daşqın axımının həcmi və maksimal su sərfidir.
Ayrı-ayrı hallarda daşqının maksimal sərfi və sə-
viyyəsi gursulu dövrün müvafiq sərfindən və sə-
viyyəsindən böyük ola bilər. Daşqın zamanı çayda
daşqın dalğası əmələ gəlir.

Kiçik hövzəli çaylarda hesabı sərf kimi daşqın
sərfləri qəbul edilir. Daşqın zamanı su böyük ərazilə-
ri basır və müxtəlif təsərrüfat sahələrinə böyük ziy-
anlar vurur. Odur ki, bir çox çay hövzələrində hər il
daşqına qarşı mübarizə tədbirləri görülür. Bəzən bu
məqsədlə çaylarda xüsusi tənzimləndirici su anbar-
ları da tikilir.

{Daşqının formalaşması sutoplayıcı hövzədə yağış sularının toplanma vaxtından asılıdır. Leysan yağışları böyük hövzələrdə müntəzəm paylanmır və yalnız onun müəyyən sahələrini tutur. Leysan, şiddətliyi 10-20 mm/saatdan çox olan, qısa müddət davam edən (2-3 saat) yağışlara deyilir. Leysan yağışları isə şiddətliyi 2-10 mm/saatdan çox olan və bir neçə saatdan bir neçə günə qədər davam edən yağışlara deyilir. Leysan və leysan yağışı yağdıqda, suyun bir hissəsi torpaq səthinin islanmasına sərf olunur, yəni az yağışın yağması ilə səth axımının başlanması arasında müəyyən bir vaxt keçir. Bu vaxt, hövzənin geoloji quruluşundan, relyefindən, bitki örtüyündən asılıdır. Yağış suyunun bir hissəsi buxarlanmaya, bir hissəsi isə hövzədəki mikroçökəklikləri doldurmağa sərf olunur. Bunların hər ikisi daşqın axımının itkiləridir. Yağış suyu süzülərək torpağa keçir və yeraltı sularının ehtiyatını artırır. Buna görə də həmin sular hidroqrafiki şəbəkəyə gec gəlib çatır. Səth axınları xırda su lülələri şəklində yamaclarda hərəkət edir, bir-birinə qarışır, sonra isə birləşərək çay şəbəkəsinə daxil olur. Yamaclardan axan səth sularının sürəti hidroqrafın formasına böyük təsir göstərir. Bu sürətlərin kəmiyyətini təyin edən amillərdən biri hövzənin bitki örtüyüdür. Bitki örtüyü olan hövzələrdə səth axını coşqun xarakterli olmur. Bitkisiz hövzələrdə isə bu axın coşqun olur və onun kinetik enerjisinin bir

hissəsi hidravliki müqaviməti dəf etməyə sərf olunsa da, eroziya prosesi daha şiddətli gedir. Daşqına çayla hərəkət edən dalğa kimi baxsaq, onda həmin dalğanı səciyyələndirən əsas kəmiyyətlər onun yayılma sürəti, amplitudası və uzunluğu olacaqdır. Daşqın dalğası hərəkət edərkən onun ön hissəsində qalxma zamanı meyllik, enmədəkindən çox olur. Buna görə də daşqın fazası üçün su sərfinin səviyyədən asılılıq əyrisi ilgəg şəklində olur. Düzənlik çaylarında isə bu əlaqə əyrisi adi formada kimi qalır.

Yağış daşqınının maksimal su sərfi, hövzəsinin sahəsi 200 km²-dən az olan çaylarda aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$Q_p = A_{1\%} \varphi H_{1\%} \lambda_p \delta F, \quad (3.78)$$

burada $H_{1\%}$ - 1% təminatlı sutkalıq yağış layı; φ - daşqının axım əmsalı; $A_{1\%}$ - 1% təminatlı maksimal axım modulu; F - hövzənin sahəsi, km²-lə.

Hövzəsinin sahəsi 200 km²-dən çox olan çaylarda maksimal su sərfini təyin etmək üçün empirik düsturlardan istifadə edilir. Bu düsturlarda, maksimal axım modulunun hövzənin sahəsi artdıqca azalması (reduksiyası) nəzərə alınır.)

Reduksiyanı göstərən dərəcə ayrılmış hər bir hidroloji rayon üçün sabit qəbul edilir.

Maksimal su sərfələri üzərində aparılan müşahidələr kifayət qədər olduqda hesablamalar riyazi statistikanın üsullarına əsaslanır və müxtəlif təminatlı sərfələr təminat əyrisini ekstrapolyasiya etməklə əldə edilir. Maksimal axımı hesablamaq üçün müxtəlif analitik təminat əyrilərindən istifadə olunur.

Empirik təminatı hesablamaq üçün aşağıdakı düsturdan istifadə olunur:

$$p = \frac{m - a}{n + 1 - 2a} 100\% . \quad (3.79)$$

Bu düsturda $a=1$ olduqda Kritski-Menkelin (Veybul), $a=0.3$ -də N.N.Çeqodayevin, $a=0.5$ olduqda isə Hazenin düsturları alınır.

Qəza daşqın su sərfələri müşahidə edilirsə, bu düsturlarla hesablanmış təminatların qiymətləri böyük olur. Müşahidə edilmiş maksimal su sərfələri arasında bir və ya bir neçə su sərfi başqa su sərfələrinin qiymətlərindən ciddi fərqlənərsə, onların təminatını M.Ə.Məmmədovun düsturu ilə hesablamaq olar:

$$p_m = \frac{m}{n + K_i^z} \cdot 100\% \quad (3.80)$$

burada p_m - empirik təminat, %-lə; m - azalma sırasında su sərfinin sıra nömrəsi; K_i - modul əmsalı ($i=1,2,3,\dots,n$); n - sıra üzvlərinin ümumi sayı (müşahidə müddəti); z - üst göstəricisi olub, variasiya əmsalının qiymətinə uyğun götürülür: $C_v > 1.8$ olduqda $z=2$; $C_v < 1.8$ olduqda $z=3$; $0.3 \leq C_v \leq 0.5$ -də $z=4$ və $C_v \leq 0.3$ -də $z=5$ götürülür.

Hidrometriki müşahidə məlumatları kifayət qədər olduqda maksimal su sərfinin hesablanması aşağıdakı ardıcılıqla yerinə yetirilir:

- Maksimal su sərləri azalma sırasında düzülür;
- Sıranın orta qiyməti hesablanır;
- Modul əmsalları hesablanır;
- Empirik təminatlar hesablanır;
- Variasiya və asimmetriya əmsalları momentlər və ya təqribi ən çox həqiqətəbənzər üsullardan biri ilə hesablanır;

a) momentlər üsulu ilə:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - 1)^2}{n - 1}}, \quad (3.81)$$

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (K_i - 1)^3}{(n-1)(n-2)C_v^3}, \quad (3.82)$$

b) təqribi ən çox həqiqətə bənzər üsul ilə:

$$\lambda_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \lg K_i}{n-1}, \quad (3.83)$$

$$\lambda_3 = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \lg K_i}{n-1}. \quad (3.84)$$

λ_2 və λ_3 statistikalarına görə C_v və C_s/C_v nisbəti xüsusi nomogrammalardan tapılır.

Empirik təminat əyrisi müərkəb formaya malik olduqda hamarlanmış əyridən 5%, 50% və 95% təminatlı su səfləri aşağıdakı düstürlərlə hesablanır:

$$S = \frac{Q_5 + Q_{95} - 2Q_{50}}{Q_5 - Q_{95}}, \quad (3.85)$$

$$\sigma_Q = \frac{Q_5 - Q_{95}}{\Phi_5 - \Phi_{95}}, \quad (3.86)$$

$$Q = Q_{50} - \sigma_Q \Phi_{50}, \quad (3.87)$$

$$C_v = \frac{\sigma_Q}{Q}. \quad (3.88)$$

S əmsalının qiymətinə görə xüsusi cədvəllərdən Φ_s və binomial təminat əyrisinin orta qiymətdən normallaşdırılmış sapmalarının F_5 , F_{50} və F_{95} qiymətləri götürülür və orta kvadratik meyletmə tapılır (σ_Q).

Hesablanmış parametrlərə müvafiq seçilmiş analitik əyri ehtimal damasında qurulur. Bu əyrinin köməyi ilə empirik əyri ekstrapolyasiya edilərək müxtəlif təminatlı maksimal su sərələrinin qiymətləri tapılır.

Düzənlik çaylarında yaz gursululuğu qurtardıqdan sonra qıtsulu rejim fazası başlayır. Bu fazada çaylar əsasən yeraltı sularla qidalanır. Müşahidə olunduğu mövsümdən asılı olaraq hidroqraflarda yay (yay-payız) və qış aralıq fazaları seçilir.

Arid zona çaylarında yay fəslində uzun müddət yağışsız dövr davam etdikdə yeraltı suların ehtiyatı tükəndiyindən çaylar quruyur. Azərbaycan ərazisində Viravulçay, Boladıçay, Mətalaçay, Sumqayıtçay,

Ceyrankeçməz və b. çaylar quruyan çaylardır. Qıt-sulu rejim fazasında leysan yağışlar yağdıqda qısa müddətli daşqınlar müşahidə edilir. Şimal rayonlarda sərt qış zamanı çayı qidalandıran yeraltı sular tamamilə buz əmələ gəlməyə sərf olunduqda çaylar tam donurlar.

Çayların qış rejimində üç dövr ayrılır: donma, buz örtüyünün əmələ gəlməsi və onun açılması dövrləri. Donma, şimal çaylarında havanın temperaturu mənfi olduqda oktyabr ayının axırında və ya noyabrın əvvəllərində başlayır. Bu zaman axın sürəti az olan səhələrdə sahil buzı əmələ gəlir və suyun üzərində buz örtüyü yaranır. Cənuba getdikcə donma vaxtının başlanğıcı noyabrın axırına və ya dekabrın əvvəlinə təsadüf edir. Çaylarda su turbulent hərəkəti nəticəsində həmişə qarışır. Bu aşağı qatların soyumasına səbəb olur və sudaxili buzlar əmələ gəlir.

Getdikcə suyun səthi tamamilə buzla örtülür və sudaxili buzun əmələ gəlməsi dayanır. Ucqar şimal rayonlarında çaylar 7-8 ay, cənubda isə 2-3 ay buzla örtülü olur.

Çayların bəzi hissələrində tam buz örtüyü yaranmır. Belə yerlərdə sudaxili buz bütün qış dövründə əmələ gəlir.

Qeyd etmək lazımdır ki, Cənubi Qafqaz çaylarının çoxu buzla tam örtülmür. Bu çayların bəzilərində sahil buzları əmələ gəlir.

Buz örtüyünün qalınlığı S.V.Bıdın və P.P.Belokoninin empirik düsturu ilə təyin edilə bilər:

$$h_s = 11 \sqrt{\sum t + 2.3}, \quad (3.89)$$

burada $\sum t$ -mənfi orta aylıq temperaturların cəmi (dərəcə ilə).

Mülayim qurşaqda çayların buz örtüyünün qalınlığı 0.25-1.00 m olur. Yazda havanın temperaturu artıqca buz üzərindəki qar əriməyə başlayır, buz örtüyünün qalınlığının artma prosesi dayanır və qar əriyib qurtarıqdan sonra buz örtüyü nazıqləşir. Bundan sonra çaylar buz örtüyündən azad olmağa başlayır və buz axını əmələ gəlir. Buz axını çay üzərində tikilmiş hidrotexniki qurğular üçün böyük təhlükə doğurur. Bu təhlükənin qarşısını almaq üçün müxtəlif tədbirlər görülür.

3.4.5. Su rejiminə görə çayların təsnifatı ✓

Çayların çox geniş yayılmış və öz əhəmiyyətini bu günə kimi itirməmiş ilk təsnifatlarından birini A.İ.Voyeykov vermişdir. O, iqlim amillərinin çayların qidalanma xarakterinə və axının il ərzində paylanmasına təsirini ön plana çəkmişdir:

B.D. Zaykov çayların su rejiminin xarakterini təhlil edərək, keçmiş SSRİ çaylarının təsnifatını vermişdir. O, bütün çayları üç qrupa bölür:

- *gursululuq yazda müşahidə olunan çaylar;*
- *gursululuq ilin isti dövründə müşahidə olunan çaylar;*
- *daşqın rejimli çaylar.*

İlin gursululuqdan başqa qalan dövrü ərzində çayların rejim xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq B.D.Zaykov hər qrupun çaylarını bir neçə tipə bölür.

Fransalı alim M.Parde bütün dünya çaylarının təsnifatını vermişdir. O, axımın və yağıntıların il ərzində paylanması, çayların qidalanma xüsusiyyətlərini nəzərə almışdır.

Bu təsnifata görə çaylar üç əsas qrupa bölünür:

- *sadə rejimli çaylar;*
- *birinci dərəcə kompleks rejimli çaylar;*
- *ikinci dərəcə kompleks rejimli çaylar.*

İki rejim fazası (gursulu və qıtsulu fazalar) və yalnız bir tip qida mənbəyi olan çaylar sadə rejimli çaylar qrupuna aid edilir. Bu qrup çaylar öz növbəsində üç tipə bölünür: buzlaq, qar və yağış rejimli çaylar.

Birinci dərəcə kompleks rejimli çaylar bir neçə qida mənbəyinə malikdir. Onların su rejimində il ərzində bir neçə maksimum və minimum müşahidə olunur. Bu qrupa qar-yağış, yağış-qar rejimli və başqa tip çaylar daxildir.

İkinci dərəcə kompleks rejimli çaylar qrupuna qollarının axımı müxtəlif qida mənbələri ilə formalaşan çaylar aiddir. Belə çaylara misal olaraq, Amazan, Nil, Niger və s. göstərmək olar.

3.5.Çay axımı

3.5.1. Çay axımının əmələ gəlməsi

Çay axımı yer səthinə düşən yağıntılardan (yağış və qar) və buzlaqların əriməsindən əmələ gəlir. Yağıntıların bir hissəsi mikroçökəkliklərin doldurulmasına sərf olunur və torpağın səthini isladır. Çökək sahələr su ilə dolduqdan sonra və yağışın intensivliyi (qarın və buzlağın isə ərimə intensivliyi) su və torpaq-qrunnt təbəqəsinə süzülmə intensivliyindən, yeni axım itkisinin şiddətliyindən çox olduğu vaxtdan başlayaraq axım əmələ gəlir.

Əmələ gəlmiş axımın müəyyən hissəsi buxarlanmaya və bitkilər tərəfindən transpirasiyaya sərf olunur.

Yer səthinə düşən yağıntıların əmələ gətirdiyi sular adətən lay şəklində deyil, ayrı-ayrı kiçik şırnaqlar şəklində olur. Belə şırnaqlar bir-birinə qovuşaraq müvəqqəti və daimi axarlı kiçik çaylara birləşir. Bunlar da öz sularını tam formalaşmış yatağa malik olan çaylara axıdirlar. Bilavasitə yer səthində mövcud olan belə axıma səth axımı deyilir.

Meşəli sahələrdə səth axımı digər landşaft sahələri ilə müqayisədə az olur. Karstlaşmış və yaxşı sukeçirmə qabiliyyətinə malik süxurlar geniş yayılmış rayonlarda bəzən ümumiyyətlə səth axımı yaranmır. Belə rayonlarda yağış və qar sularının çox hissəsi və ya hamısı infiltrasiya olunur və yeraltı yolla çaylara daxil olur ki, bu da yeraltı axım adlanır.

Bilavasitə çay şəbəkəsində mövcud olan axıma çay axımı deyilir.

Müxtəlif landşaft zonalarında səth və yeraltı axım arasındakı nisbət eyni olmur. Meşəli sahələrdə meşəaltı torpaqlar yaxşı sukeçirmə qabiliyyətinə malik olduğundan səth sularının xeyli hissəsi torpağa süzülərək qrunut sularının səviyyəsini artırır. Bu, çayların qrunut suları ilə daha çox qidalanmasına şərait yaradır. Meşəsiz sahələrdə isə, əksinə, yağış və qar sularının çox hissəsi bilavasitə yerin səthi ilə axaraq çaya tökülür. Səth və yeraltı axım arasındakı nisbət karst və yaxşı sukeçirmə qabiliyyətinə malik olan süxurlar yayılan rayonlarda daha aydın surətdə nəzə-

rə çarpır. Məsələn, Qarabağ vulkanik yaylasında qar və yağış sularının çox hisəsi çatlı lava süxurlarından sızaraq yeraltı axıma çevrilir.

Səth və yeraltı axım arasındakı nisbətə dəyişməsi çay axımının rejiminə və onun il ərzində paylanmasına təsir göstərir.

Axım mürəkkəb təbii proses olmaqla çoxsaylı fiziki-coğrafi amillərin (iqlim, relyef, torpaq örtüyü, geoloji şərait, bitki örtüyü və eləcə də göllərin, bataqlıqların çay hövzəsində olması və s.) müxtəlif təsirinə məruz qalır. Axımın əmələ gəlməsində iqlim amilləri həlledici rol oynayır. İqlim axıma yalnız birbaşa deyil, dolayı yolla- relyef, torpaq və bitki örtükləri vasitəsilə də təsir edir.

Təbii amillərin axıma təsiri təcrid olunmuş şəkildə deyil, bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə olur və onlar müxtəlif istiqamətdə özünü göstərir. Bunların bir qismi yağıntı sularının yer səthi ilə axmasına şərait yaradır, digərləri isə axım əmələgəlmə prosesini zəiflədir və ya onun əmələ gəlməsinə maneçilik törədir.

İqlimin axıma təsirini su balans tənliyindən aydın görmək olur. Konkret il üçün çay hövzəsinin su balans tənliyi aşağıdakı şəkildədir:

$$X = Y + Z \pm U, \quad (3.90)$$

burada X-yağıntının miqdarı; Y- axım; Z- buxarlanma; U-çay hövzəsində yığılan və ya sərf olunan rütubət ehtiyatı.

Əgər baxılan yağıntının miqdarı axım və buxarlanmanın cəmindən çox olarsa, onda hövzədə rütubət yığılır və U kəmiyyəti tənliyə müsbət, əks halda isə ($X < Y + Z$) mənfəi işarə ilə daxil olur. Ehtimal edilərsə ki, uzun dövr ərzində rütubətin yığılma və sərf olunması orta hesabla bərabərləşir, onda orta çoxillik dövr üçün su balansı tənliyini aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$X_0 = Y_0 + Z_0, \quad (3.91)$$

burada X_0 , Y_0 , Z_0 - müvafiq olaraq yağıntının, axımın və buxarlanmanın orta çoxillik qiymətləridir.

Tənlikdən göründüyü kimi, $Y_0 = X_0 - Z_0$, yeni orta çoxillik axım, orta çoxillik yağıntı ilə buxarlanmanın fərqinə bərabərdir. Buradan aydın olur ki, orta çoxillik axım, hər şeydən əvvəl iqlim amillərindən, sonra isə buxarlanmaya təsir edən başqa təbii amillərdən asılıdır.

Çay hövzəsinə yığılan və sərf olunan rütubətin miqdarı o zaman bərabərləşir ki, səthi və yeraltı su-

ayırıcı xəttlər bir-birilə tam üst-üstə düşsünlər. Əks halda, qonşu hövzələr arasında yeraltı yolla axım mübadiləsi baş verir.

Buxarlanma prosesinin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, su maye və sülb halında buxara çevrilir. Su molekulları aramsız olaraq müxtəlif sürətlə və istiqamətlə hərəkət edir. Su səthində olan molekullar, molekulyar ilişmə qüvvəsinin təsirindən azad olaraq atmosfərə daxil olur, yəni buxarlanır. Təbii şəraitdə buxarlanma çox mürəkkəb prosesdir. Onun intensivliyi bir çox meteoroloji amillərdən və buxarlanma gedən səthin xassələrindən asılıdır. Buxarlanma gedən səthin temperaturunun artması ilə buxarlanmanın miqdarı da artır. Havanın rütubətliyi nə qədər az olarsa, buxarlanmanın intensivliyi də bir o qədər çox olar. Bundan başqa, havanın aşağı qatındakı turbulentli qarışma şəraiti buxarlanmaya əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Bu proses nəticəsində, buxarlanma gedən səthdən su buxarı şaquli istiqamətdə atmosferin yuxarı təbəqələrinə aparılır. Küləyin buxarlanmaya olan təsiri xüsusilə böyükdür. Küləyin sürətinin artması ilə buxarlanmanın intensivliyinin nə dərəcədə çoxalması havanın rütubətliliyindən asılıdır. Torpaq səthindən gedən buxarlanmaya torpağın tipi, onun səthinin nəmliyi, relyef, grunt sularının hansı dərinlikdə yerləşməsi və s. təsir göstərir.

Bitkilərin suyu buxarlandırmasına transpirasiya deyilir. Transpirasiyanın intensivliyi havanın rütubətliyindən, havanın və torpağın temperaturundan, küləyin sürətindən asılıdır. Müxtəlif ağac növlərinin transpirasiya qabiliyyətləri fərqlidir. Məsələn, enliyarpaqlı ağaclar iynəyarpaqlı ağaclara nisbətən daha çox su buxarlandırır. Su səthindən gedən buxarlanmaya havanın rütubət çatışmazlığı və suyun durğunluğu daha güclü təsir göstərir. Rütubət çatışmazlığının artması ilə buxarlanmanın intensivliyi də artır.

Çay hövzəsinin səthindən buxarlanma səthin xarakterindən asılı olaraq müxtəlif olur və torpaqdan, su səthindən və bitkilərdən buxarlanmanın cəminə bərabərdir.

Su səthindən buxarlanmanın təyin edilməsi hal-hazırda lazımı dərəcədə həll edildiyi halda, torpaq səthindən gedən buxarlanmanın və bitkilərin transpirasiyasının qiymətləndirilməsi hələ də mürəkkəb və çətin məsələ olaraq qalmaqdadır. Bu, eyni meteoroloji şəraitdə səth örtüyünün və bitki növlərinin müxtəlifliyi ilə əlaqədar torpaq səthindən gedən buxarlanmanın və transpirasiyanın müxtəlif olması ilə izah edilir.

Bütün bu qeyd olunanları nəzərə alaraq, çay hövzəsinin səthindən gedən buxarlanmanın miqdarı ayrı-ayrı kateqoriyalar üzrə deyil, ümumi səth üçün hesablanır və cəm buxarlanma adlanır.

Orta çoxillik dövr üçün cəm buxarlanmanın kəmiyyəti su balansı tənliyinə əsasən yağıntı ilə axımın miqdarı arasındakı fərq kimi hesablanı bilər. Bu ən sadə və düzgün üsul hesab edilir. Həmin üsulun xətası yağıntıların və çay axımının ölçülmə dəqiqliyindən asılıdır. Hesablanmış cəm buxarlanmaya əsasən buxarlanma xəritəsi tərtib etmək mümkündür.

M.İ.Budiko radiasiya balansına görə quru səthindən buxarlanmanı hesablamaq üçün metod işləyib hazırlamışdır. O, buxarlanma ilə radiasiya balansı arasındakı əlaqəni müəkkəb riyazi düstur şəklində vermişdir. Hesabatı sadələşdirmək üçün müəllif həmin düstur əsasında nomogram qurmuşdur.

Çay hövzəsi səthindən buxarlanmanı təyin etmək üçün İ.S.Kuzinin və B.V.Polyakovun buxarlanma qrafikləri ən geniş yayılmış üsullardan biri hesab olunur. İ.S.Kuzinin qrafiki çay hövzələri səthindən buxarlanmanın orta aylıq qiymətilə havanın orta aylıq temperaturu arasındakı əlaqə ayrılərindən ibarət olub, ifrat rütubətli zonada buxarlanmanın miqdarını hesablamaq üçün yararlıdır. B.V.Polyakov torpağın su balansı tənliyinə əsaslanaraq, orta aylıq buxarlanma ilə orta aylıq yağıntı və havanın temperaturu arasında əlaqə qrafiki qurmuşdur. Hesablamalar göstərir ki, illik buxarlanmanın kəmiyyətini təyin etmək üçün Polyakovun qrafiki daha yaxşı nəticə verir və

həmin qrafikə görə aylıq buxarlanma hesablandıqda böyük xəyata yol verilmir.

Su balansı tənliyi və yuxarıda göstərilən üsullarda quru səthindən illik buxarlanma kəmiyyətinin təyin edilməsi buxarlanma xəritəsinin tərtibinə zəmin yaradır. Quruda illik buxarlanmanın paylanması zonal xarakter daşıyır və bu, buxarlanmaya təsir edən fiziki-coğrafi amillərin üfüqi zonallığı ilə əlaqədardır. İllik buxarlanmanın ən kiçik qiyməti (100 mm və az) tundra zonasında müşahidə olunur. Cənuba getdikcə illik buxarlanma tədricən artır və meşə zonasının cənub qurtaracağında maksimum qiymətə (500 mm) çatır. Daha cənub rayonlarda illik buxarlanma yenedən azalır və Mərkəzi Asiyanın səhralarında 100 mm-dən az olur. Buxarlanmanın maksimal buxarlanma zonasından şimala doğru azalması, rütubətin bol olduğu halda istiliyin çatışmaması, cənuba doğru azalması isə istilik həddindən artıq olduğu halda rütubətin çatışmaması ilə izah edilir.

Müxtəlif təbii zonalar üçün buxarlanmanın qiymətləri cədvəl 3.2-də verilmişdir.

Quru səthindən buxarlanmanın üfüqi zonallığı bəzi hallarda pozulur. Belə ki, Polesyedə, Kolxida və Qərbi Sibir ovalıqlarında buxarlanmanın kəmiyyəti nisbətən böyük olan qapalı sahələrə rast gəlinir.

Müxtəlif təbii zonalarda buxarlanma

Təbii zona	İllik buxarlanma, mm	Təbii zona	İllik buxarlanma, mm
Tundra	100-150	Meşə-çöl	500-300
Meşə-tundra	150-200	Çöl	300-200
Meşə	250-500	Səhra	200-100

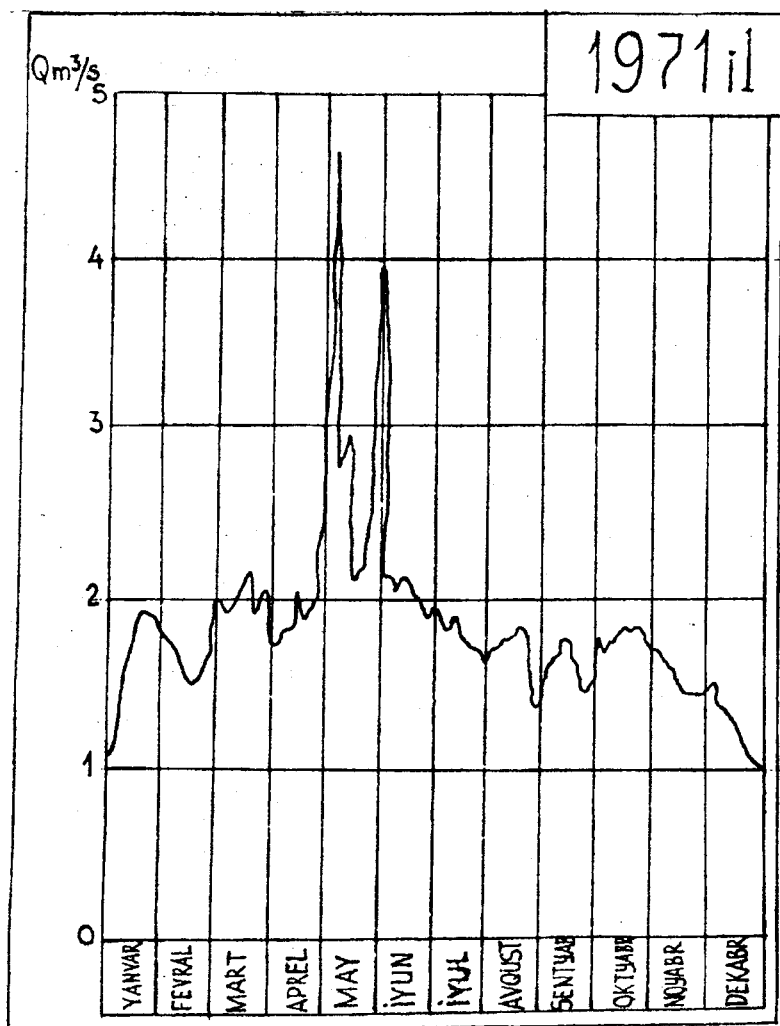
Dağlıq ərazilərdə buxarlanma şaquli qurşaqlıq qanuna müvafiq paylanır. Yüksəklik artdıqca, adətən, buxarlanma azalır. Torpaq örtüyü və geoloji quruluşun çay axımına təsiri bilavasitə deyil, dolayı yolla, infiltrasiya və buxarlanma vasitəsilə olur. Torpaq və qrunat yağıntı və axım arasında bir növ vasitəçi rolunu oynayır.

Geoloji şəraitin axıma təsiri daha aydın nəzərə çarpır. Şimali İtaliyada iki çay hövzəsinin- Letimbor çayının Pikard və Sansonbiya çayının Eller məntəqəsinə qədər (karst inkişaf etmiş sahələr), eyni iqlim şəritinə və relyef quruluşuna malik olmaqla, sutoplayıcı sahələri bərabərdir. Lakin infiltrasiya şəriti müxtəlif olduğuna görə bu çaylar bir-birindən illik axımın miqdarına görə fərqlənirlər. Sansonbiya çayı hövzəsində suyu yaxşı keçirən süxurların tutduğu sahə Letimbor hövzəsi ilə müqayisədə 7 dəfə böyükdür. Bununla əlaqədar, Sansonbiya çayının illik axımı Letimbor çayı ilə müqayisədə 206 mm artıqdır.

Karstın geniş yayıldığı çay hövzələrində axım nisbətən çox olur. Bu, yağıntıların xeyli hissəsinin torpaq-süxur qatından süzülərək buxarlanmada iştirak etməməsi ilə əlaqədardır. Məsələn, Krımda ən çox yağıntı düşən yayla sahəsində səth axımı olmur. Maksimal axım isə qrunut sularının ən çox səthə çıxdığı sahədə dəniz səviyyəsindən 600-1200 m yüksəklikdə müşahidə edilir.

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi, Qarabağ vulkanik yaylasında geniş yayılmış çatlı lava süxurları səth sularını intensiv sürətdə infiltrasiya edir və bu, yeraltı suların ehtiyatını artırır. Bu ərazi çaylarında yeraltı axım illik axımın 50%-dən çoxunu təşkil edir. Məsələn, Həkərə çayının sol qolu olan Zabux çayında illik axımın 60-70 %-i yeraltı axımın payına düşür.

Sukeçirən yumşaq süxurlardan təşkil olunmuş çay hövzələrində infiltrasiya prosesi o dərəcədə intensiv gedir ki, bu süxurlar rütubətin akumuliyatoru rolunu oynayır və buna görə də çay axımını tənzimləyir. Məsələn, Cənubi Amerikada Lov çayı hövzəsində yağıntılar il ərzində kəskin dərəcədə qeyri-bərabər paylandığı halda, axım demək olar ki, bərabər paylanır.



Şək. 3.15. Zabuxçayın (Zabux məntəqəsi)
hidroqrafı

Bitki örtüyünün axıma bilavasitə təsiri nisbətən azdır. Bitki örtüyü yer səthinin kələ-kötürlüyünü artırdığına görə səth sularının axın sürəti azalır. Bu isə suyun torpağa daha çox süzülməsinə şərait yaradır. Meşənin axıma təsiri çay hövzələrinin su balansı ünsürlərində özünü daha kəskin göstərir. Torpaq səthindən gedən buxarlanmaya və bitkilərin transpirasiyasına sərf olunan suyun miqdarı, adətən, bitki örtüyü olmayan və ya az olan sahələrə nisbətən çox olur.

Böyük çay hövzələrində iqlim amillərinin axıma olan təsiri artır və əksinə, digər amillərin və həmçinin meşənin təsiri azalır.

Relyefin axıma bilavasitə təsiri çox azdır. Meyilli çox olan sahələrdə suyun axın sürətinin artması ilə əlaqədar, adətən, infiltrasiyaya sərf olunan itki azalır. Lakin ərazinin yüksəkliyi çay hövzəsinin su balansı ünsürlərinə (yağıntı, buxarlanma və infiltrasiya) böyük təsir göstərir. Yüksəkliyi çox olan sahələrdə sülb yağıntılar ildən- ilə toplanaraq qalır. Meşəsiz sahələrdə qar küləklə sovrulduğundan, onun ərazidə paylanması qeyri-bərabər olur. Yarıq şəbəkəsi yaxşı inkişaf etmiş sahələrdə bu daha aydın nəzərə çarpır. Dağlıq rayonlarda günəş şüalarının təsirindən qorunan ayrı-ayrı çökək sahələrdə (dağ çökəkləri, dağ dərələri və s.) çoxlu qar yığılır, yayda isə onlar əriyərək çayları qidalandırır. Düzenlik rayonlarda

relyefin nisbi hündürlüyünün az dəyişdiyi sahələrdə belə yağıntının yüksəkliyə görə artması nəzərə çarpır. Dağlıq rayonlarda yüksəkliyə görə yağıntının artması daha kəskin xarakter daşıyır. Məsələn, Lənkəran ovalığında illik yağıntının miqdarı 1100-1200 mm olduğu halda, 200-1000 m yüksəklikdə 1400-1600 mm-ə çatır. 1000 m-dən yüksəklikdə isə yağıntı azalır, yeni yağıntının inversiyası müşahidə edilir. Böyük Qafqazın cənub yamacının ətəklərində (400-800 m yüksəklikdə) illik yağıntının miqdarı 600-800 mm olduğu halda, orta və yüksək dağlıq zonada 1200-1400 mm-ə qədər artır.

Dağlıq ərazilərdə illik yağıntıların artması müəyyən yüksəkliyə qədər davam edir və sonra azalma başlayır. Yağıntının yüksəklikdən asılı olaraq artma xarakteri ayrı-ayrı hallarda müxtəlif intensivliklə gedir. Bəzən qonşu rayonlarda belə, dağ yamaclarının rütubətli hava kütlələrini qəbul edən səmtində yağıntı əks yamaclara nisbətən xeyli çox düşür. Dağlarla əhatə olunmuş sahələr, ümumiyyətlə illik yağıntının miqdarının az olması ilə fərqlənir. Məsələn, Böyük Qafqazın cənub yamacında (Azərbaycan daxilində) illik yağıntının miqdarı 1000 mm-dən artıq olduğu halda, bu dağ silsiləsinin şimal-şərq yamacında 500-600 mm-ə qədər azalır.

Yağıntının yüksəkliyə görə artmasından başqa, onun növünün dəyişməsi də hidroloji nöqtəyi-

nəzərdən böyük əhəmiyyət kəsb edir. Adətən, yüksəklik artdıqca sülb halında düşən yağıntının miqdarı artır. Bu da axım əmsalinin və ümumiyyətlə, axımın çoxalmasına səbəb olur.

Yüksəkliyin artması ilə havanın temperaturu və rütubət çatışmamazlığı azalır və bu da buxarlanmaya gedən itkinin azalmasına səbəb olur.

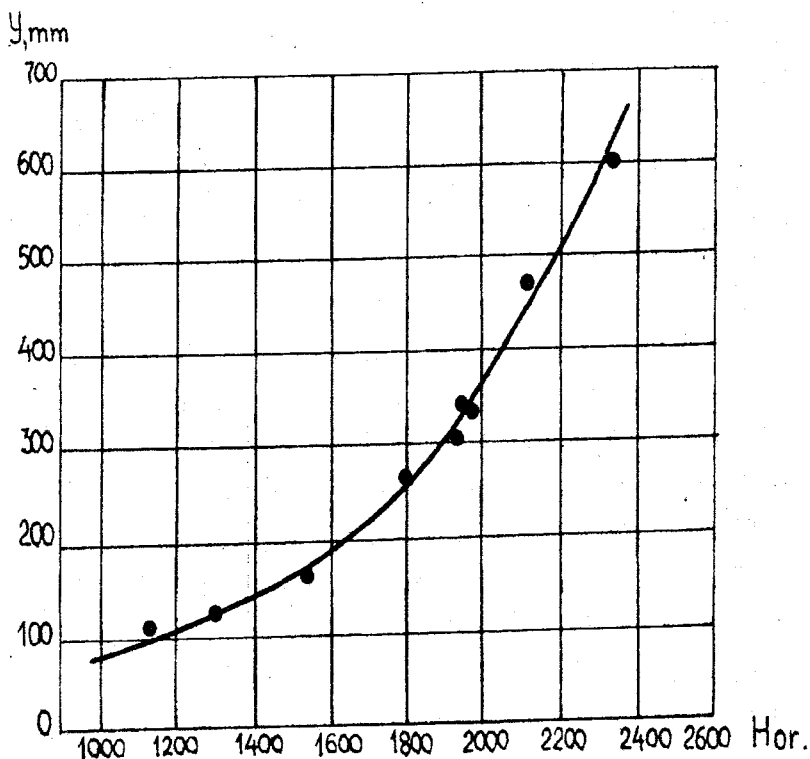
İqlim amillərinin şaquli qurşaqlığı, axımın şaquli qurşaqlığını əmələ gətirir. Axımın yüksəkliyə görə artması (şəkil 3.16) ərazinin fiziki-coğrafi və ilk növbədə iqlim xüsusiyyətindən asılı olaraq, müxtəlif intensivliklə gedir.

Göllərin çay axımının rejiminə təsiri kifayət qədər yaxşı öyrənilmişdir. Gursululuq və daşqın axımı göllərdə transformasiya edildiyindən, axımın ekstermal qiymətləri tənzim olunur. Gölün illik axıma təsiri, bilavasitə su və quru səthlərdən gedən buxarlanma arasındakı nisbətdən asılıdır. Bu nisbətin dəyişmə xarakteri müxtəlif fiziki-coğrafi şəraitdə eyni deyildir. Buna görə də gölün illik axıma təsiri fiziki-coğrafi şəraitdən asılı olaraq dəyişir.

Kifayət qədər rütubətli və ifrat rütubətli zonalarda çay hövzəsinin göllük əmsalı 10%-ə qədər olduqda, illik axım, zonal axımdan 7-8%-ə qədər az olur.

Arid zonada həmin göllülük dərəcəsinə (10 %-ə qədər) su səthindən gedən buxarlanmanın artması

ilə əlaqədar olaraq illik axım, zonal axımdan 60-70%-ə hətta 100 %-ə qədər az ola bilər.



Şek. 3.16. Hövzənin orta yüksəkliyi ilə axım layı arasındakı əlaqə (K.Qafqazın c.-ş. yamacı)

Göllər çöl və yarımsəhra rayonlarında axımın illik gedişindəki tərəddüdü artırır. Belə ki, azsulu illərdə yağıntının az olması və buxarlanmanın çoxalması nəticəsində göl səthindən buxarlanma ilə yağıntı ara-

sındakı fərq kəskin artır. Bununla əlaqədar, göl səthinin sahəsi bir qədər kiçilir. Çoxsulu illərdə isə, əksinə, göl səthindən buxarlanma ilə yağıntı arasında fərq kiçik olur. Buna görə də azsulu illərdə çayların sululuğu kəskin dərəcədə azalır, çoxsulu illərdə isə artır və bu, illik axımın tərəddüdünü gücləndirir. Beləliklə, gölün tənzimləyici rolu universal xarakter daşımaqla, konkret fiziki-coğrafi şəraitdən asılıdır.

Bataqlığın illik axıma təsiri göllərdə olduğu kimi, konkret fiziki-coğrafi şəraitdən asılı olmaqla, su və quru səthindən gedən buxarlanmanın fərqi ilə müəyyən edilir.

Humid zonada bataqlıq illik axımı bir qədər artırır və ya heç dəyişdirmir. Arid zonada isə, bataqlıq səthindən buxarlanma qurudan buxarlanmaya nisbətən böyük olduğundan illik axım bir qədər azalır.

Bataqlıq qar və yağış sularının xeyli hissəsini akumuləsiya etdiyindən, yaz gursululuğunun və ya yağış daşqınlarının maksimal su sərfələri kiçilir. Məsələn, Pripyat çayının Mostov Vilyansk məntəqəsinə qədər sutoplayıcı sahənin 36 %-ni, Soj çayının Qomelya məntəqəsinə qədər isə 10%-ni bataqlıqlar tutur. Hər iki çayın hövzələrinin sahələri bərabər olsa da, Pripyat çayının maksimal su sərfi, Soj çayının müvafiq su sərfindən 3.5 dəfə azdır.

Bataqlıq, axımın il ərzində paylanmasına göllərlə müqayisədə nisbətən zəif təsir göstərir.

Humid zonada bataqlıqların qurudulması illik axımı azaltmır, əksinə, daşqınların rejiminin qeyri-bərabərliyini artır.

3.5.2. *İllik axım* ✓✓

İl ərzində çay hövzəsindən yığılıb çayla axıdılan suyun və ya gətirmələrin miqdarına illik axım deyilir. İllik su axımının miqdarı, əsasən, kub metrə, kub km-lə, sülb və gətirmələrin illik axım miqdarı isə tonla ifadə edilir. İllik axım həm də illik axım modulu ($l/san \cdot km^2$) və axım layı (mm) ilə də ifadə olunur. İllik axım il ərzindəki bütün axım fazalarını (qıtsulu, gursulu və s.) əhatə edir. Onun miqdarı sabit qalmır və dəyişir. Hər hansı hansı bir çayın illik axımının çoxillik dövrdə təhlili göstərir ki, axım bəzi illərdə çox, digər illərdə isə az olur. Axım miqdarı çox olan illər çoxsulu və az olan illər isə azsulu hesab edilir.

Bəzən illik axım təqvim ili üçün deyil, hidroloji il üçün hesablanır. Hidroloji il hövzədə ən az su ehtiyatı olan dövrdən (oktyabr və ya noyabr) başlanır. Bu dövrdə çayda suyun səviyyəsi ən aşağı olur və onun tərəddüdü nəzərə çarpmır.

Orta çoxillik axım miqdarı, axım norması adlanır. Axım norması heç də sabit qala bilməz. O, antropogen amillərin təsiri nəticəsində dəyişə bilər.

Axım norması su sərfilə Q , axım həcmi W , axım modulu M , axım layı Y ilə göstərilə bilər. Axım norması çayların ən mühüm hidroloji ünsürlərindən biri olub, layihə ilə hesablama işlərində ən vacib bir kəmiyyət kimi istifadə edilir.

Axım normasını ifadə edən illik axım layı və axım modulu xəritələşdirilə bilər.

Axım norması düzənlik rayonlarında coğrafi enlikdən asılı olaraq dəyişir. Dağlıq rayonlar üçün isə onun şaquli zonallığı səciyyəvidir. Bəzi hallarda bu zonal qanunauyğunluqlar yerli şəraitdən asılı olaraq pozula da bilər.

Axım norması üç müxtəlif hal üçün təyin edilir:

- axım üzərində müşahidələr kifayət qədər olduqda;
- axım üzərində müşahidələr kifayət qədər olmadıqda;
- axım üzərində müşahidələr olmadıqda.

Birinci hal üçün axım norması dəqiq, o biri iki hal üçün isə təqribi, müəyyən xəta ilə təyin edilir.

25 < 3.5.3. Axım norması və axım xəritələri ✓

1. Uzun müddət müşahidələr aparıldıqda, axım norması, hər hansı bir hidroloji sıranan orta hesabı qiyməti kimi təyin edilir.

Əgər axım norması su sərfi ilə ifadə olunarsa, o aşağıdakı düstur ilə hesablanır:

$$\overline{Q} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}, \quad (3.92)$$

burada $\overline{Q}$ - axım norması (orta çoxillik su sərfi); Q_1, Q_2, Q_3, Q_n - konkret illərin orta su sərfi; n -müşahidə illərinin sayı.

Axım norması, axım həcmi və ya axım layına görə hesablandıqda, müvafiq olaraq aşağıdakı düsturlardan istifadə olunur:

$$\overline{W} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{n}, \quad (3.93)$$

$$\overline{h} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n}, \quad (3.94)$$

burada W_i - illik axım həcmi; $\overline{W}$ - axım norması, orta çoxillik axım həcmi; h_i - illik axım layı; $\overline{h}$ - axım norması (orta çoxillik axım layı).

Müşahidə illərinin sayı sonsuzluğa yaxınlaşarsa ($n \rightarrow \infty$), axım norması da həqiqi qiymətinə yaxınlaşar. Hidrologiyada müşahidə müddəti bəzən 50-60 il, çox çaylar üçün isə 20-40 il təşkil edir. Odur ki, həqiqi axım norması orta qiymətdən σ_{Q_n} qədər fərqlənir. Sıranın uzunluğu artıqca, bu fərq azalır və n-illik sıranın orta kəmiyyətinin orta kvadratik xətası belə təyin edilir:

$$\sigma_n = \pm \frac{\sigma_Q}{\sqrt{n}}, \quad (3.95)$$

burada σ_Q - illik orta sərfərin (Q_i) n il üçün orta qiymətinin orta kvadratik xətasıdır:

$$\sigma_Q = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - Q_{or})^2}{n-1}}, \quad (3.96)$$

burada Q_{or} -su sərfinin n il üçün ədədi orta qiymətidir.

Axımın çoxillik dövr ərzindəki tərəddüdündə azsulu və çoxsulu illər (fazalar) növbələndiyi üçün, hesabat dövrünü düzgün seçmək çox vacib məsələlərdən biridir. Hesabat dövrünü seçdikdə azsulu və çoxsulu fazaların ancaq biri götürülə bilməz. Odur ki,

hesabat dövrü həm çoxsulu, həm də azsulu fazaları, yəni tam bir dövrü əhatə etməlidir.

2. Qısa müddətdə aparılan müşahidə nəticələrinə görə axım normasını ($n \ll N$) (3.92) düsturu ilə təyin etsək, axımın həqiqi qiymətindən çox fərqli bir qiymət alırıq. Bu hal üçün axım norması müşahidə sırasını uzatmaqla təyin olunmalıdır. Qısa müşahidə sırasını uzun bir sıraya gətirmək üçün oxşar çay seçmək lazımdır. Hesablama aparılan çay üçün seçilmiş oxşar çayın hövzəsi onunla eyni fiziki-coğrafi şəraitə malik olmalıdır. Oxşar çayın seçilməsində ən əsas və obyektiv meyar, onların illik axım tərəddüdlərinin sinxronluğudur.

Axım tərəddüdlərinin sinxronluğunu müəyyən etmək üçün hər iki çayın illik axım məlumatlarına görə fərq-integral ayrılıqları qurulur. Hesabat aparılan çayın və oxşar çayın orta illik su sərtləri arasında korrelyasiya əmsalı hesablanır. Hər iki çayda paralel müşahidə 10-15 il ərzində aparıldıqda və korrelyasiya əmsalı $r \geq 0.70$ olduqda, hesabat aparılan çayın hidroloji sırası uzadılır və ona əsasən axım norması hesablanır.

Korrelyasiya əmsalı belə hesablanır:

$$r_{1,2} = \frac{\sum_1^m (Q_{1i} - \bar{Q}_1)(Q_{2i} - \bar{Q}_2)}{\sqrt{\sum_1^m (Q_{1i} - \bar{Q}_1)^2 \sum_1^n (Q_{2i} - \bar{Q}_2)^2}}, \quad (3.97)$$

burada Q_{1i} , Q_{2i} - müvafiq olaraq, hesabat aparılan və oxşar çayın paralel müşahidə aparılan n illdəki orta illik su sərfələri; $\bar{Q}_1$, $\bar{Q}_2$ - n il müddətində müvafiq orta illik sərfələrin orta ədədi qiymətləri.

Qısa müşahidə sırasını çoxillik sıraya gətirmək üçün əlaqə qrafikindən də istifadə edilə bilər. Belə əlaqə qrafiki öyrənilən çayda və oxşar çayda eyni illərdə aparılan müşahidələrin nəticələrinə əsasən orta illik sərfələr arasında tərtib edilir.

Eyni illərdə aparılan müşahidələr kifayət qədər olmadıqda, fəsillik və orta aylıq sərfələrdən də istifadə edilə bilər. Təyin olunacaq axım norması, oxşar hövzənin axım normasına müvafiq olaraq əlaqə qrafikindən götürülür.

Bəzi hallarda eyni illərdə aparılan müşahidələr 5 ilədək olur. Belə olduqda axım analitik üsulla çoxillik sıraya gətirilir və axım norması hesablanır. Müşahidələr 5 illik bir dövrü əhatə edərsə, əlaqə qrafiki tərtib edilmir. Onda belə hesab edilir ki, əlaqə əyrisi

koordinat başlanğıcından keçir və hər bir ildə hər iki çay üçün orta illik su sərfələrinin nisbəti sabit qalır:

$$\frac{Q_{1n}}{Q_{2n}} = \frac{Q_{01}}{Q_{02}}, \quad (3.98)$$

burada Q_{1n} , Q_{2n} - müvafiq olaraq, hesabat aparılan çayın və oxşar çayın orta illik su sərfələrinin paralel müşahidələr dövrü üçün orta hesabi qiymətləri; Q_{01} , Q_{02} - həmin çayların axım normaları.

Beləliklə, düstur (3.98-dən) öyrənilən çayın axım normasını hesablamaq üçün aşağıdakı ifadə alınır:

$$\overline{Q}_{01} = \overline{Q}_{02} \cdot \frac{Q_1}{Q_2}. \quad (3.99)$$

Hidroloji cəhətdən zəif öyrənilmiş ərazilərdə müşahidə sırasını, çay hövzəsində meteoroloji ünsürlər üzərində uzun müddət ərzində aparılan müşahidələrə görə də uzatmaq olar.

Öyrənilməmiş çayların axım norması müxtəlif üsullarla təyin edilir. Bunlardan ən geniş istifadə olunanı izoxət üsuludur. Axım modulunun izoxət xəritəsini tərtib etdikdə belə hesab edilir ki, iqlim və başqa fiziki-coğrafi amillərə müvafiq olaraq ərazi üzrə axımın dəyişməsi səlis olur. İzoxət xəritəsində axım

modulu su sərfi ölçülən nöqtəyə deyil, hövzənin ağırlıq mərkəzinə aid edilir və belə hesab olunur ki, axım hövzədə müntəzəm paylanır.

Axım norması müəyyən ediləcək çay hövzəsinin həndəsi mərkəzi gözəyari götürülür. Sonra yaxın izoxətləri interpolasiya etməklə həmin mərkəz üçün axım norması hesablanır.

Dağlıq rayonlarda interpolasiya aparıldıqda relyef nəzərə alınmalıdır. Axım izoxətləri ərazi üzrə qeyri-müntəzəm yerləşərsə, onda xətti interpolasiya tətbiq olunmur və axım norması aşağıdakı ifadəyə görə hesablanır:

$$\overline{M} = \frac{M_1 f_1 + M_2 f_2 + \dots + M_n f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n}, \quad (3.100)$$

burada M_1, M_2, M_n - hövzə daxilində qonşu izoxətlərə uyğun axım modulunun qiyməti; f_1, f_2, f_n - müvafiq izoxətlər arasındakı sahələrdir.

Beləliklə, axım modulunu izoxətlər xəritəsindən tapdıqdan sonra su sərfi ilə ifadə edilən axım norması bu düsturla hesablanır:

$$\overline{Q} = \frac{MF}{100}, \quad (3.101)$$

burada F- hövzənin sahəsi; M- axım modulu.

Axım normasını izoxet xəritələri ilə hövzəsinin sahəsi 50000 km²-ə qədər olan çaylar üçün hesablayırlar. Oyrənilməmiş çayların axım normasını xəritədən müəyyən etdikdə, yeraltı suları məcrasına tam toplaya bilməyən və arid zonada yerləşən kiçik çayların axım normasına düzəlişlər verilir. Düzəlişlərin qiyməti hövzənin sahəsindən və yerləşdiyi coğrafi zonadan asılı olaraq müəyyən edilir.

Dayaq məntəqələri arasında interpolyasiya aparmaqla axım normasını təyin etmək üçün bir neçə dayaq məntəqəsində axım norması hesablanır. Topografiki xəritədə hövzələrin ağırlıq mərkəzində axım norması qeyd edilir. Düzənlik və nisbi hündürlüklər az dəyişən rayonlarda axım norması xətti interpolyasiya üsulu ilə təyin edilir. Dayaq məntəqələri arasında relyefin xəritəsi kəskin dəyişirsə, onda axımın il ərzində paylanması onun yüksəkliyinə mütənəsib olaraq götürülür. Interpolyasiya üsulu ilə təyin edilmiş axım normasının dəqiqliyi, dayaq məntəqələrinin axım normasının hesablanma dəqiqliyindən asılıdır.

Dağ çaylarının axım normasına relyef təsir göstərdiyindən, axımın izoxet xəritəsinin dəqiqliyi aşağı olur. Dağ rayonlarında şaquli zonallığı və yamacların səmtini nəzərə almaq məqsədilə ayrı-ayrı hidroloji

rayonlar üçün axım norması ilə hövzənin orta yüksəkliyi arasında əlaqə qrafiki tərtib edilir (şəkil 3.16).

3.5.4. İllik axımın tərəddüdü ✓

Çay axımı hövzənin meteoroloji şəraiti ilə sıx əlaqədardır. Meteoroloji şərait zaman və məkandan asılı olaraq tez-tez və bəzən də ciddi dəyişdiyindən, axım da dəyişkən olur. Axımın tərəddüdlərində müəyyən qanunauyğunluq vardır. Misal üçün, Azərbaycan çaylarından bəzilərinin axımı yaz aylarında artır (yaz gursululuğu), yayda azalır, (yay aralıq dövrü), sonra payızda artır (yağış daşqınları) və qış dövründə yenidən azalır (qış qıtsulu dövrü). Çay axımının belə tərəddüdü qanunauyğun olub, Yerin Günəş ətrafında fırlanması ilə əlaqədardır.

İqlim ünsürlərinin gedişi demək olar ki, çox da dəyişmir. Hər bir iqlim qurşağı üçün çay axımının ümumi rejimi və tərəddüdü ildən-ilə təkrar olunur (yaz gursululuğu, yay və qış qıtsulu dövrləri). Ancaq bu dəyişkənlik tam qanunauyğun olmadığından, axımın tərəddüdü bir orta qiymət ətrafında baş verir və həmin qiymətdən çox, ya da az olur. Bu orta ədədi əvvəlcədən söyləmək çətindir. İqlim amilləri ildən-ilə ciddi dəyişməsə də, bir il qışda qar örtüyü və yaz

axımı çox, digər ildə isə qışda yağıntının və ona uyğun axımın miqdarı az olur.

Əgər çoxillik bir müddət ərzində axımın tərəddüdünü təhlil etsək görərik ki, orta illik axım uzun bir müddət ərzində az dəyişir. Belə hesab edilir ki, illik axımın tərəddüdündə müəyyən bir müntəzimlik yoxdur. Axımın öyrənilməsində əsas məsələlərdən biri su təsərrüfatı hesablamaları üçün axımın xarakteristikalarını müəyyənləşdirməkdir. Əgər, hidrotexniki qurğuları layihələşdirdikdə onun gələcək işi nəzərdə tutulursa, onda axımın gələcəkdə necə dəyişmələrini müəyyən etmək lazımdır. Aydındır ki, gələcəkdə axımın necə dəyişəcəyini ancaq keçmişdə ölçülmüş axıma görə söyləmək mümkündür. Axımın dəyişkənliyinə iqlim amillərindən başqa, hövzənin relyefi, geoloji quruluşu, bitki örtüyü, antropogen amillər və s. təsir göstərir. Bu amillərin axıma təsiri çox müxtəlif və mürekkəb bir şəkildə özünü biruzə verir. Axım miqdarı bir-birindən çox asılı olmayan amillərə görə təyin edilir və hər bir amilin axıma təsirini ayrılıqda təyin etmək çox çətindir.

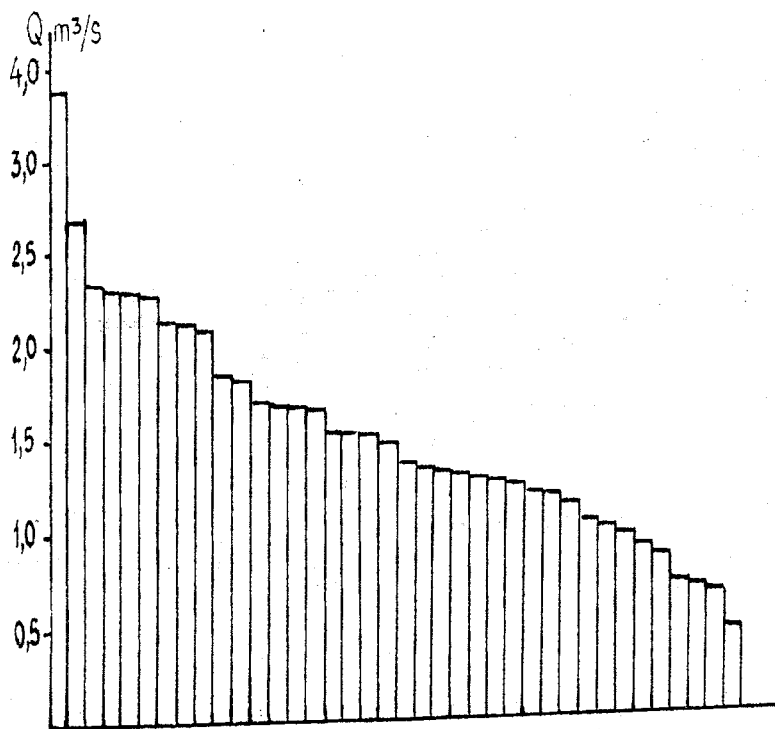
Axımın ildən-ilə dəyişməsində müəyyən bir qanunauyğunluq müəyyən etmək çətin olduğundan, illik axıma təsadüfi bir hadisə kimi baxıla bilər.

Axım çoxamilli və bu amillər çoxpilləli olduğundan, onların hər birinin ayrılıqda axımın formalaşmasına təsirini müəyyən etmək mümkün olmadığından,

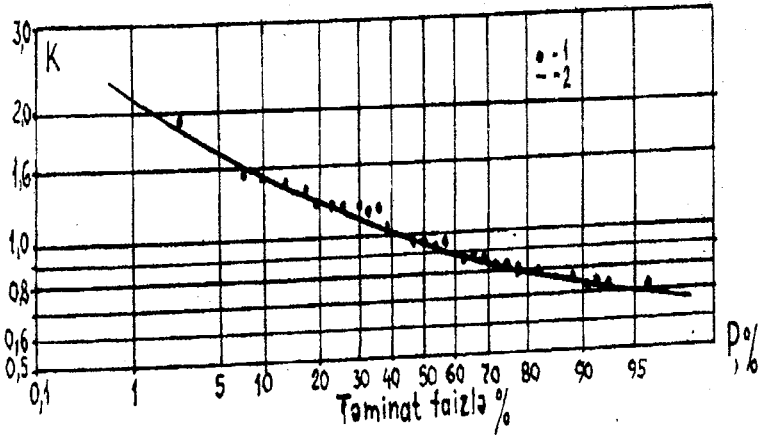
axım kəmiyyətləri (orta illik su sərfəri, maksimal su sərfi və s.) təsadüfi kəmiyyət kimi qəbul edilir. Belə yanaşmada çayın ən böyük orta illik su sərfinin hansı qiymət alacağını hesablamaq imkanı olsa da, onun hansı tarixdə baş verəcəyini söyləmək mümkün olmur. Beləliklə, orta illik sərlərə təsadüfi kəmiyyətlər birliyi kimi baxaraq, onların çoxillik tərəddüdünə riyazi statistikanın üsullarını tətbiq etmək olar. Bu üsulları tətbiq etdikdə, orta illik sərlərin bir-birindən asılı olmaması və fazaca bircins olduğu, yəni hər ildə eyni amillərin təsiri altında əmələ gəlməsi nəzərdə tutulur.

Tutaq ki, bir çayın axımı üzərində bir neçə il müşahidə aparılmışdır. Əgər bu müşahidələrin nəticələrini orta illik su sərlərini azalma şərti ilə sıraya düzüb, qrafikini tərtib etsək, bir pilləli qrafik alarıq (şəkil 3.17).

Bu diaqram davamiyyətlik diaqramı adlanır. Diaqramdan orta illik su sərfinin təkrarlanmasını, yəni onun neçə il ərzində (tədqiq olunan dövrdə) götürülmüş hər hansı bir qiymətdən çox olmasını təyin etmək mümkündür. Əgər, müşahidə müddəti çox uzun bir dövrü (100-200 il) əhatə etsəydi, pilləli qrafik səlis əyri şəklini alardı. Belə qrafikə təminat əyrisi deyilir (şəkil 3.18).



Şek. 3.17. Qarqarçayın (Ağakörpü) orta illik su sərfələrinin davamiyyətlilik diaqramı



Şek. 3.18. Qarqarçayın (Ağakörpü) illik axımının təminat əyrisi: 1-Empirik nöqtələr; 2- Analitik təminat əyrisi

Şekildəki təminat əyrisindən görünür ki, 80 % təminata $K=0.79$ müvafiqdir. Bu o deməkdir ki, 100 ildən 80-də axım $K=0.79$ -dan çoxdur, 20 ildə isə illik axım bu qiymətdən azdır. Təminat əyrisini tərtib etmək üçün hidroloji sıranın xassələri bir neçə ədədi parametrlə səciyyələnir. Bunlardan biri sıranın ədədi orta qiymətidir. Tutaq ki, sıra orta illik su səflərindən tərtib olunub. Onda sıranın ədədi orta qiyməti (Q_n) belə hesablanır:

$$Q_{or} = \frac{\sum_1^n Q_i}{n}, \quad (3.102)$$

burada Q_{or} -orta illik sərfər; n - illərin sayı.

Sıranın parametrlərindən biri də orta kvadratiki meylətmədir:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_1^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n}}, \quad (n \geq 30) \quad (3.103)$$

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_1^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n-1}}, \quad (n \leq 30) \quad (3.104)$$

Orta kvadratiki meylətmə sıranın dəyişkənliyini seçiyyələndirir. Bir neçə sıranın dəyişkənliyini müqayisə etdikdə orta kvadratiki meylətmədən istifadə etmək mümkün olmur. Çünki, sıraların ədədi orta qiymətləri (Q_i) bir-birindən çox fərqlənə bilər (məsələn, Araz və Volqa çaylarının orta illik sərfəri). Belə olduqda, müqayisə üçün dəyişkənlik (variasiya) əmsalından istifadə edilir. Sıranın variasiya əmsalı

orta kvadratiki meyletmənin ədədi orta qiymətə olan nisbətində deyilir və S_v ilə işarə olunur:

$$C_v = \frac{\sigma}{Q_n} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - Q)^2}{n-1}} / Q_n \quad (3.105)$$

və ya

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_i}{Q} - \frac{Q_n}{Q_n} \right)^2}{n-1}} \quad (3.106)$$

Məlumdur ki, $\frac{Q_i}{Q_n} = K_i$ modul əmsalıdır. Onda:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - 1)^2}{n-1}} \quad (3.107)$$

Statistik sıranın üçüncü parametri asimmetriya əmsalıdır (G_s). Sıra o zaman simmetrik olar ki, onun üzvlərinin ədədi orta qiymətdən meyletməsinin müsbət və mənfi qiymətləri eyni tezliyə (təkrarlanmaya) malik olsun. Ancaq hidroloji kəmiyyətlərin sırası əsasən asimmetrik olur.

Asimmetriya əmsalı aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$C_s = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (K_i - 1)^3}{(n-1)(n-2)C_v^3}. \quad (3.108)$$

Statistik sıranın göstərilən parametrlərini təyin etdikdə nisbi xətlər aşağıdakı düsturlarla hesablanır.

Ədədi ortanın (Q_0) 0.68 ehtimalı ilə nisbi xətası:

$$E_{Q,0.68} = \pm \frac{C_v}{\sqrt{n}} \cdot 100\%. \quad (3.109)$$

Variasiya əmsalının nisbi xətası:

$$E_{C_v,0.68} = \pm \sqrt{\frac{1+C_v^2}{2n}} \cdot 100\%. \quad (3.110)$$

Asimmetriya əmsalının nisbi xətası isə:

$$E_{C_s,0.68} = \pm \frac{1}{C_s} \sqrt{\frac{6}{n} \cdot \sqrt{1+6C_v^2+5C_v^4}} \cdot 100\%. \quad (3.111)$$

Təminat əyrisinin tipini sırf riyazi təhlil vasitəsilə müəyyən etmək çətindir. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, axımın çoxillik tərəddüdünü ehtimal nəzəriyyəsində

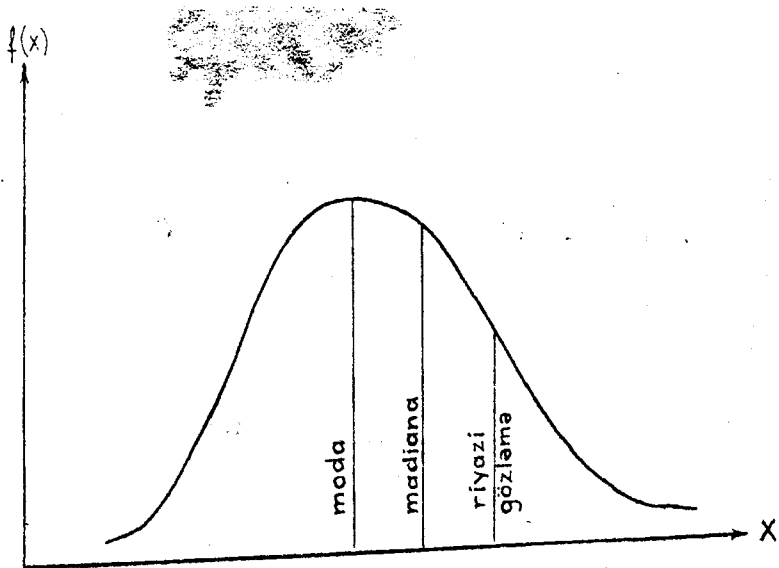
istifadə olunan təminat əyrilərinin bir tipi olan binominal əyri vasitəsilə daha yaxşı göstərmək olar. Binominal əyri tənliyinin ən çox istifadə edilən variantı qamma paylanma tənliyidir:

$$Y = \frac{\alpha^\alpha}{\Gamma(\alpha)} \cdot e^{-\alpha x} X^{\alpha-1}, \quad (3.112)$$

burada Y- təminat əyrisinin ordinatıdır, $C_s=2C_v$ -də $\alpha = 1/C_v^2$ (C_v - variasiya əmsalındır); $\Gamma(\alpha)$ - qamma-funksiyanın işarəsidir; X- dəyişkənliyi öyrənilən kəmiyyət (misal üçün orta illik sərf).

Məlumdur ki, ehtimalların paylanma əyrisinin üç səciyyəvi nöqtəsi vardır (şəkil 3.19).

Birinci nöqtə paylanmanın mərkəzi adlanır və o, ədədi orta qiymətə uyğun olur. İkinci nöqtə sıranı iki bərabər hissəyə bölən nöqtə olub, median adlanır. Üçüncü nöqtə isə ən böyük tezliyə (təkrarlanmaya) malik olan nöqtədir və ona moda deyilir. Moda nöqtəsindən keçən ordinata modal ordinat deyilir.



Şək. 3.19. Ehtimalların paylanma əyrisi

Binominal əyrinin (ehtimalların paylanma əyrisi-nin) əsas tənliyi koordinat oxunun başlanğıcı moda nöqtəsindən başlandıqda belə yazılır:

$$Y = Y_0 \left(1 + \frac{X}{a} \right)^{\frac{a}{d}} e^{-\frac{X}{a}}, \quad (3.113)$$

burada $-X$ paylanma əyrisinin absisi, yəni öyrənilən hidroloji hadisənin dəyişən qiymətləri (misal üçün orta illik sərfər); Y - paylanma əyrisinin ordinatı, yəni tezliklərin müvafiq qiyməti; Y_0 - əyrinin modal ordi-

natı; e-natural loqarifmanın əsası ($e=2.71828$); α -asimetriya radiusudur və $\alpha = \frac{C_v \cdot C_s}{2}$; a - modadan əyrinin sol kənarına qədər olan məsafə, $a = \frac{2C_v}{C_s} - \frac{C_s C_v}{2}$; ϵ_v - variasiya əmsalı; ϵ_s - asimetriya əmsalı;

Təminat əyrisini yuxarıda göstərilən tənliklərə əsasən qurmaq üçün müşahidə məlumatlarına görə onun üç əsas parametrini (ədədi orta qiyməti, variasiya və asimetriya əmsalları) hesablayıb tənliyi integrallamaq lazımdır; Tənliyi integrallamaq çətin olduğu üçün A.Foster, S.İ.Ribkin təqribi integrallama aparmış və alınan məlumata əsasən cədvəl tərtib etmişlər. Bu cədvəl $C_v=1$ olduqda təminat əyrisi ordinatlarının təminatdan (P) və assimetriya əmsalından asılı olaraq orta qiymətdən meylətməsini göstərir.

Cədvələ əsasən analitik təminat əyrisinin ordinatı belə hesablanır:

$$K_p = \Phi C_v - 1, \quad (3.114)$$

burada K_p - təminat əyrisinin verilmiş təminata (P) uyğun ordinatı; $\Phi C_v - 1$ - verilmiş S_s -ə müvafiq təmi-

nat əyrisi ordinatının orta qiymətdən meyl etməsinin cədvəl qiymətidir.

Beləliklə, müxtəlif təminatlara görə (1, 5, 10, 20, 50, 99% və s.) əyrinin ordinatları tapılır və analitik təminat əyrisi qurulur. Təminat əyrisi ehtimallar damasında qurulur və normal paylanma əyrisi (Qaus əyrisi) düz xətt şəklində təsvir olunur.

Təminat əyrisindən istifadə edərək verilmiş təminata görə orta illik sərfin qiymətinin və ya tələb olunan axım həcmnin hansı faizlə təmin olunduğunu müəyyən etmək mümkündür.

Təkrarlanma. (N) ilə təminat (P) arasında əlaqə aşağıdakı kimidir:

$$N = \frac{100}{P\%}, \quad P \leq 50\% \text{ (çoxsulu illər üçün) } (3.115)$$

$$N = \frac{100}{100 - P\%}, \quad P > 50\% \text{ (azsulu illər üçün) } (3.116)$$

Misal üçün, orta illik sərfin təminatı 5 %-dirsə, onda onun təkrarlanması:

$$N = \frac{100}{5} = 20 \text{ il olur.}$$

Yeni 5 % təminatlı orta illik sərf 20 ildə bir dəfə təkrar ola bilər. Empirik təminat əyrisini qurmaq üçün hidroloji kəmiyyətlər azalma sıra ilə düzülür və Q , S_v və S_s hesablanır. Sonra isə empirik təminatlar aşağıdakı düsturlara görə hesablanır:

$$P = \frac{m}{n+1} \cdot 100\%, \quad (3.117)$$

və ya

$$P = \frac{m-0.3}{n+0.4} \cdot 100\%, \quad (3.118)$$

$$P = \frac{m}{n+K^Z} \cdot 100\% \quad (3.119)$$

burada- m su sərfinin sıra nömrəsi; n – müşahidə illərinin sayı; K -modul əmsalı; Z - üst göstəricisi.

Empirik təminat əyrisi qurularkən ordinat oxunda modul əmsalları və ya hidroloji kəmiyyətin mütləq qiymətləri, absis oxunda isə təminat faizləri göstərilir.

Hidroloji hesablamalarda üç parametrlı qammapaylanma əyrisindən də istifadə edilir. Bu paylanmanın parametrlərini momentlər üsulundan başqa, ən çox həqiqətə bənzər üsul və qrafoanalitik üsulla da təyin etmək olar.

Təqribi ən çox həqiqətə bənzər üsul ilə paylanma ayrılmasının parametrlərini təyin etmək üçün aşağıdakı statistikalar hesablanır:

$$\lambda_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \lg K_i}{n-1}, \quad (3.120)$$

$$\lambda_3 = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \cdot \lg K_i}{n-1}. \quad (3.121)$$

Hesablanmış statistikalara görə mövcud nomogramadan variasiya əmsalının və S_s/C_v -nin qiymətləri müəyyən edilir.

Qısa sıralara görə axım normasını hesabladığda variasiya əmsalının qiyməti çoxillik dövrə gətirilir.

Öyrənilməmiş çayların orta illik axımının variasiya əmsalı izoxətlər xəritəsindən götürülür və ya empirik əlaqələrə görə hesablanır. Belə əlaqələrdən birinin riyazi ifadəsi aşağıdakı kimidir:

$$C_v = \frac{A}{M^{0.4} (F + 1000)^{0.1}}, \quad (3.122)$$

burada A- zonal landşaft şəraitindən asılı kəmiyyətdir; M-axım norması; F-hövzənin sahəsidir.

3.5.5. Axımın il ərzində paylanması

Axımın il ərzində paylanması ərazinin iqlim şəraitindən, relyefindən, geoloji quruluşundan və s. asılıdır. Lakin bu amillər arasında əsas rol iqlim amilləri oynayır. Çayların illik axımında müəyyən dövrilik müşahidə edilir ki, bu da əsas etibarilə iqlim amillərinin illik gedişi ilə əlaqədardır. Belə ki, iqlim amillərinin (yağıntının, havanın temperaturunun) bilavasitə təsiri nəticəsində çayların qidalanma xüsusiyyətləri dəyişir. Hövzə səthinə düşən yağıntının hamısı axım əmələ gətirmir. Yer səthinə düşən yağıntıların axım əmələgətirmə ehtimalı bir sıra səbəblərlə müəyyən edilir. Əkər, yağıntının bir hissəsi sülb (qar) halında düşürsə, o hövzə səthində qar örtüyü şəklində qalır və yalnız havanın temperaturu müsbət olduqda əriyərək axım əmələ gətirir. Əgər, hövzəyə yağıntı yağış şəklində düşürsə, onda axımın il ərzində paylanması bilavasitə yağışın rejimi ilə müəyyən edilir. Bu vəziyyət isti ölkələrdə müşahidə olunur.

Çay axımının il ərzində paylanmasına hava temperaturunun təsiri, yağıntının əsas hissəsi ilin isti dövründə düşən çay hövzələrində axımın formalaşması ilin soyuq dövründə olur, çünki yay yağışları demək olar ki, bütövlüklə infiltrasiyaya və buxarlanmaya sərf olunur. Bu çayların axımının illik gedişi

yağıntının illik gedişi ilə sinxron, hava temperaturunun gedişi ilə asinxronudur.

Qidalanmasında qar suları əsas rol oynayan çaylarda axımın il ərzində paylanması başlıca olaraq qar örtüyünün ərimə prosesi ilə əlaqədardır. Qış dövründə çay hövzələrində qar halında yığılmış rütubət ehtiyatı yazda əriyərək çoxsulu fazanı əmələ gətirir. Belə çaylara misal olaraq Şərqi Avropa düzənliyindən və dağlıq rayonlardan axan çayları (buzlaqla qidalanan çaylardan başqa) göstərmək olar. Bu çaylar axımın çox hissəsinin gursululuq dövründə keçməsilə fərqlənir. Əgər, digər qida mənbələrinin rolu cüzdirsə (məsələn Qazaxıstan tipli çaylarda olduğu kimi), onda yaz axımı orta illik axımın 80%-100%-ə qədərini təşkil edir. Azsulu dövrlərin (yay və qış) axımı cüzi miqdarda olur, payız daşqınları isə ya çox zəif nəzərə çarpır. Yağış və yeraltı suların rolu artıqca, axım il ərzində nisbətən bərabər paylanır, yay aralıq dövrün axımı artır, payız daşqınları güclənir.

Qış uzun və soyuq keçən rayonlarda gursululuğun dalğası yay dövrünün müəyyən hissəsini əhatə etdiyindən yay axımı artır. Buna misal olaraq, Yukon çayını (Alyaska) göstərmək olar: yay axımı yaz axımından demək olar ki, 3 dəfə artıqdır.

Beləliklə, axımın il ərzində paylanması iqlimin, xüsusən yağıntı və hava temperaturu rejimlərinin təsirinə əhəmiyyətli dərəcəyə məruz qalır. Yüksək

dağlıq rayonlarda çayların əsas qida mənbəyini daimi qar və buzlaq suları təşkil edir. Sülb halında olan həmin rütubət ehtiyatı hava qızdıqda əriyir və axımın illik gedişi hava temperaturunun illik gedişinə uyğun olur (şəkil 3.12).

Yüksək sutoplayıcı sahəyə malik olan çayların qidalanma xüsusiyyətlərinin dəyişməsi ilə axımın il ərzində paylanması xarakteri də dəyişir. Altay tipli çaylarda axımın əsas hissəsi yayın 1-ci yarısında, Tyan-Şan tipli çaylarda isə bütün yay dövründə keçir. Dağlıq ərazilərin müxtəlif yüksəklik zonalarında qarın eyni vaxtda əriməməsi ilə əlaqədar olaraq, axımın il ərzində paylanması düzənlik çaylarına nisbətən daha bərabər olur.

Digər fiziki-coğrafi amillər də (torpaq-qrunt, geoloji quruluş, meşə, göl və bataqlıq) axımın il ərzində paylanmasının müxtəlif dərəcədə dəyişməsinə səbəb olur.

Suyun torpaq-qrunta süzülmə dərəcəsindən asılı olaraq, yağış və qar sularından yaranan axımın miqdarı da müxtəlif olur. Torpağa süzülmüş yağıntının bir hissəsi aerasiya zonasında qalır, sonra isə buxarlanmaya və bitkilərin transpirasiyasına sərf olunur, qalan hissəsi isə yeraltı suların ehtiyatının artırır. Sulu laylar çay şəbəkəsi ilə kəsildikdə, səthə çıxaraq azsulu dövrdə çayları qidalandırır.

Çay hövzəsini təşkil edən süxurların məsamələri və çatları su ilə dolaraq bir növ yeraltı su anbarı yaradır və sonradan çayı qidalandıraraq çay axımını tənzimləyir. Çay hövzəsi yaxşı sukeçirmə qabiliyyətinə malik süxurlardan təşkil olunarsa, geoloji şərait axımın il ərzində paylanmasına güclü təsir göstərir. Buna misal olaraq, Qarabağ vulkanik yaylasında yerləşən çay hövzələrini göstərmək olar. Bu yayla çatlı vulkanik süxurlardan təşkil olunduğundan, yağış və qar suları intensiv surətdə sızaraq yeraltı axıma çevrilir. Buna görə də çayların axımı güclü təbii tənzimlənməyə uğrayır və axımın il ərzində bərabər paylanması ilə qonşu ərazi çaylarından kəskin fərqlənir.

Göl, axımın təbii tənzimlənməsinə böyük təsir göstərir. Belə ki, ilin yağıntılı dövründə göl yağış və qar sularının müəyyən hissəsini özündə saxlayır, sonrakı dövrlərdə isə çayı qidalandırır. Gölün axımı tənzimləyici rolu onun ölçülərindən, morfologiyasından, göldəki su ehtiyatından və çay hövzəsində gölün mövqeyindən asılıdır. Kareliyada və Kola yarımadasında (Rusiya) çay axımının müəyyən hissəsi yazda və payızda göl çalasına yığılır, sonra isə bir qədər gecikərək göldən çıxan çaya daxil olur. Belə hövzələrdə göllük dərəcəsi artdıqca yazda və payızda axım azalır, yayda və qışda, əksinə artır.

Mesənin axımın il ərzində paylanmasına təsiri ondan ibarətdir ki, meşədə qarın ərimə müddəti uzandığından, yaz axımının davamiyyəti artır, yeraltı və səth sularının nisbəti dəyişir. Meşəli hövzələrdə yay və qış aralıq dövrlərində axım meşəsiz hövzələrə nisbətən çox olur. Məsələn, Volqa hövzəsindəki meşəliyi 70% olan Vorya çayında yay axımı, meşəliyi 3 % olan Sit çayının müvafiq dövrdəki axımından 5-6 dəfə, qış aylarında isə 6-8 dəfə çoxdur.

Meşə torpaqlarının tənzimləyici təsiri kəmiyyətə yalnız torpağın xarakterindən və meşənin tipindən deyil, həm də çayların yeraltı sularla qidalanma dərəcəsiindən asılıdır. Qrunt suları ilə əlaqəsi zəif olan kiçik çaylarda bu təsir, yeraltı sularla yaxşı əlaqəsi olan böyük çaylara nisbətən zəifdir.

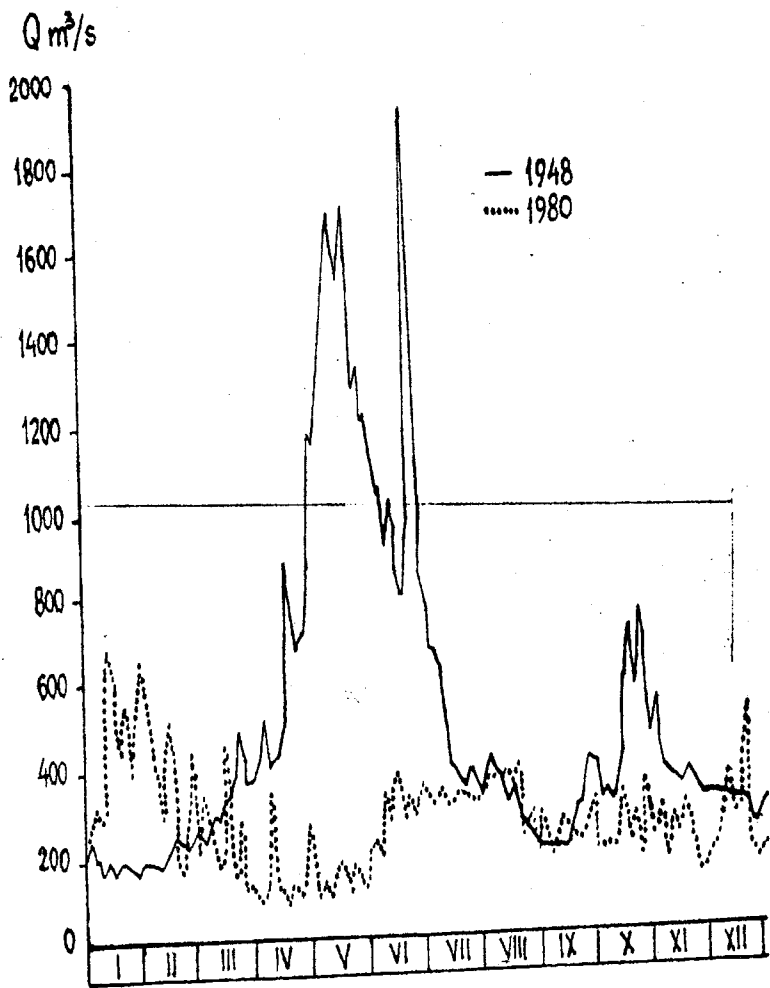
Ümumiyyətlə, axımın il ərzində paylanması və axımın ekstremal qiymətləri arasında fərqi azalması, yalnız hövzənin coğrafi vəziyyətindən, meşə və torpaq örtüyünün tipi və xarakterindən deyil, həmçinin, hövzənin sahəsindən və çay dərələrinin dərinliyindən də asılıdır.

Hövzənin sahəsi özü-özlüyündə axımın tənzimləyicisi olmaqla yanaşı müxtəlif amillərin axıma təsirinin inteqral göstəricisidir. Dağlıq rayonlarda bu rolü hövzənin orta yüksəkliyi oynayır. Buna görə də digər güclü tənzimləyici amillərin təsiri (göl, karst və s.) olmadıqda, hövzə sahəsinin və onun orta yüksəkliyi-

nin artması ilə, bir qayda olaraq, axımın illik gedişi bir qədər bərabərləşir.

Axımın illik gedişinə hövzə sahəsinin təsiri meşə-çöl və çöl zonasının kiçik çaylarında daha kəskin sürətdə nəzərə çarpır. Çünki bu çaylarda səthi və yeraltı axım arasındakı nisbətən dəyişməsi çay dərələrinin dərinliyindən asılıdır. Bu axırını isə, bir qayda olaraq çayın sutoplayıcı sahəsinin böyüməsi ilə artır. Nəticədə yeraltı sularla qidalanma şəraiti yaxşılaşır və axımın il ərzində paylanması nisbətən bərabərləşir.

Təbii amillərdən başqa axımın il ərzində paylanmasına antropogen amillər də təsir edir. Bu, Kür çayının Mingəçevir su anbarının tikilməsindən əvvəl və sonrakı illərə müvafiq hidroqraflarını müqayisə etdikdə aydın nəzərə çarpır (şəkil 3.20).



Şəkil 3.20. Kür çayının (Mingəçevir şəhəri) axımının tənzimlənməsindən əvvəl (1948) və sonrakı (1980) hidroqrafları

3.5.6. Çaylarda maksimal və minimal axım ✓

Çayların əksəriyyətinin illik su rejimində çoxsulu və azsulu fazalar müşahidə olunur. Maksimal axım dedikdə, çoxsulu fazalarda-gursululuq və ya daşqın dövrlərində müşahidə edilmiş ən böyük su sərfi başa düşülür. Bəzən maksimal axımın xarakteristikası kimi ən böyük ani su sərfinin kəmiyyətindən də istifadə etmək olar.

Dünyada baş verən kortəbii hadisələrin 40%-i maksimal su sərfəri ilə bağlıdır. Doğrudan da, geniş əraziləri su basması yalnız maddi ziyanla nəticələnir və bəzən çoxsaylı insan tələfatı ilə müşayiət olunur. Belə ki, subasma nəticəsində 1972-ci ilin iyun ayında ABŞ-da 100-dən artıq adam həlak olmuş, maddi ziyan isə 2 mlrd. dollar təşkil etmişdir. 1887-ci ildə Xuanxe çayının daşması nəticəsində Çində 900 mindən artıq insan həlak olmuşdur.

Çayda səviyyənin qalxma hündürlüyü, su altında qalan ərazilərin sahəsi, axın sürətləri, hidrotexniki qurğulara axının göstərdiyi təsir və s. ilk növbədə maksimal su sərfinin kəmiyyətindən asılıdır.

Yaz gursululuğu və payız daşqınları dövrlərində keçən maksimal su sərfəri mənzələrinə görə fərqlidir. Bu maksimumlar, müvafiq olaraq, qar və yağış suları ilə formalaşır.

Gursululuğun maksimal su sərfələri hövzələrinin sahəsi 1000 km²-dən böyük olan çaylarda arktik zondan çöl zonasına qədər artır, sonra isə yarımsəhra zonası istiqamətində azalır. Hövzələrinin sahəsi 100-200 km² olan kiçik çaylar üçün isə qar sularının maksimal su sərfələri arktik zondan 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.

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. Lənkeran 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 Krımda payız daşqınlarından, Böyük Qafqazın şimal-qərb ərazilərində isə hətta yay daşqınlarından yüksəkdir.

Kiçik və orta çaylarda müşahidə olunan gursululuq və yağış daşqınlarının maksimal su sərfələrinin nisbətənə görə dağlıq ərazilərin hidroloji rayonlarını üç qrupa bölmək olar:

1. *Daşqınların maksimal su sərfələri kursululuğun 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, Kırım, Şərqi Sayan).*

Azsulu dövrlərdə müəyyən müddət ərzində (1 gündən 30 günə kimi) axım ən az olan zaman 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 axımın formalaşmasında iştirak edir və onların ehtiyatı qış aralıq faza başlanana qədər tükənir.

Minimal axımın formalaşmasında mövsümi grunt sularına nisbətən daha dərinədə yerləşən daimi grunt suları əsas rol oynayır. Düzen rayonlarda bu sular bir və ya bir neçə sulu horizontda yığılır və onların çaya

su verməsi dərənin bu laylara kəsilmə dərinliyindən asılıdır. Bu, düzən ərazilərdə qrunտ və səth sularının arasında hidravliki əlaqənin olması ilə bağlıdır.

Dağlıq ərazilərdə isə bu əlaqə olmadığından qrunտ suları bulaqlar vasitəsilə çayları qidalandırır. Burada minimal axımın əmələ gəlməsinin təbii şəraiti həm şaquli, həm də üfüqi istiqamətdə dəyişir.

Minimal axım dövründə çayların sululuğu kəskin azaldığından antropogen amillərin təsiri daha güclü şəkildə hiss olunur.

Minimal axım haqqında məlumatlar kanalları və nasos stansiyalarını layihələşdirdikdə, çay sularının keyfiyyətini qiymətləndirdikdə və s. hallarda olunur.

3.5.7. Axımın tənzimlənməsi ✓

Çay axımının həm illik tərəddüdü, həm də il ərzində qeyri-müntəzəm paylanması ondan su təchizatında, suarmada, energetikada, sənayenin müxtəlif sahələrində və s. istifadə etməyi çətinləşdirir.

Çay axımının əsas hissəsi (60%-dən çoxu) yaz gursululuğu vaxtı keçir və bitkilərin vegetasiya dövrü azsulu dövrə təsadüf edir.

Energetikanın suya tələbatı qış fəslində artır, bu isə qış aralıq rejim fazası ilə üst-üstə düşür. Kommunal təsərrüfatı və sənayenin suya tələbatı gündüz artır, gecə isə azalır. Bu misallardan aydın olur ki,

çay axımının təbii rejimi bu hallarda suya tələbatı ödəyə bilmir. Odur ki, çay axımının mövcud tələbatlara uyğun olaraq tənzimlənməsinə böyük ehtiyac vardır. Təbii axımın sudan istifadə və su istehlakının rejiminə uyğun süni yollarla paylanması axımın tənzimlənməsi adlanır.

Davamiyyətinə görə axımın tənzimlənməsi sutkalıq, həftəlik, aylıq, mövsümi, illik və çoxillik ola bilər.

Axımın tənzimlənməsi nəinki su ehtiyatlarının səmərəli istifadə edilməsində, həm də daşqınların və sel axınlarının qarşısını almaqda da böyük rol oynayır. Bu məqsədlə su anbarları, dəhnələr və müxtəlif ölçülü hovuzlar tikilir.

Çay axımını tam tənzimləmək həmişə mümkün olmur. Tənzimlənmənin əsas meyarı onun texniki-iqtisadi göstəriciləri, o cümlədən 1m^3 suyun qiyməti olmalıdır.

İldən-ile axımı tənzimlənen çayların sayı artır.

Çaylarda iri su anbarlarının tikilməsi nəinki yeraltı və səth sularının rejimlərinə, həm də ətraf ərazinin təbii şəraitinə təsir göstərir və onu dəyişdirir. Su anbarları tikildikdə geniş ərazilər su altında qalır. Odur ki, tənzimlənmənin iqtisadi cəhətdən məqsədəuyğun olduğunu təyin etməklə yanaşı, onun ətraf mühitə gələcəkdə necə təsir edəcəyini də qiymətləndirmək lazımdır. Nəzərə almaq lazımdır ki, layihənin istənilən variantında ekoloji müvazinət pozulmamalıdır.

3.5.8. Çayların termik rejimi ✓

Çaylarda istilik ehtiyatının dəyişməsi il ərzində su kütləsinin qızması və soyuması ilə əlaqədardır. Beləliklə, su axınındakı ümumi istilik, onun balansının gəlir və çıxar hissələrinin arasındakı nisbətə dəyişməsinə bərabərdir.

Çayın hər hansı hissəsində suyun orta temperaturunun artıb- azalması, orada su ilə atmosfer, yatağın dibi və çayın ətraf sahələri arasında gedən istilik mübadiləsindən və həmçinin, su tərəfindən udulan və əks olunan günəş şüalarının enerjisindən asılıdır.

Çayda suyun temperaturunun gedişi havanın temperatur gedişi ilə uyğundur. Lakin suyun temperaturunun dəyişməsi havanın temperaturuna nisbətən ləng gedir. Bu, suyun çox böyük istilik tutumuna malik olması ilə əlaqədardır. İlin isti dövrünün birinci yarısında havanın temperaturu suyunkundan yüksək, ikinci yarısında isə aşağı olur. Suyun temperaturunun maksimumu havanın maksimal temperaturundan az olub, ondan bir qədər gec müşahidə olunur.

Litosferin dərin laylarından çıxan yeraltı sularla qidalanan çaylarda ilin isti dövründə suyun temperaturu bir qədər sabit olur. Belə ki, yeraltı suların temperaturunun dəyişməsi hava temperaturundan asılıdır. Bu çaylarda qışda donmayan sahələrə rast gəlinir.

Buzlaq və qar suları ilə qidalanan çayların suyu alçaq temperatura malik olmaları ilə səciyyələnilir. Buna görə də, adətən, ilin isti dövründə suyun və havanın temperatur fərqi mənfi, ilin soyuq dövründə isə müsbət olur. Göldən başlanğıcını götürən çaylarda suyun temperaturu yazda alçaq, payızda isə yüksək olması ilə səciyyələnilir.

Çaylarda suyun temperaturu zamana görə və çayın axını istiqamətində dəyişir.

Çaylarda axın turbulent xarakterli olduğundan, su kütləsi müntəzəm sürətdə qarışır və bu, canlı en kəsikdə suyun temperaturunun bir qədər bərabər paylanmasına səbəb olur. Lakin dəqiq müşahidələr göstərir ki, suyun temperaturu çayın en kəsinin müxtəlif nöqtələrində eyni deyildir. Bu temperatur fərqinin yaranması, çayın qidalanmasında iştirak edən yeraltı suların, çaya qarışan qolun və göl suyunun temperaturunun əsas çayın suyunun temperaturundan fərqli olması və həmçinin, çayın səth su qatı ilə aşağıda yerləşən su təbəqələri arasında su mübadiləsinin zəif getməsi ilə əlaqədardır.

Çayın eni istiqamətində suyun temperaturunun paylanması müxtəlifdir. Belə ki, ilin isti dövründə çayın sahilinə yaxın hissələrdə suyun temperaturu orta hissəyə nisbətən yüksək olur. İlin soyuq dövründə isə bunun əksi müşahidə edilir. Bu onunla izah olunur ki, suyun dərinliyinin artması ilə su kütlə-

sinin qızması və soyuması zəifləyir. Yayda, gündüz çayın səth hissəsi dibə nisbətən isti olduğu halda, gecə suyun səthi soyuduğundan dib hissənin temperaturu daha yüksək olur. Çayın səthi buzla örtüldükdə də dib hissədə suyun temperaturu səthə nisbəti çox olur.

Suyun temperaturu çayın axın istiqamətində də dəyişir. Bu, çay boyu iqlim qurşaqlarının dəyişməsindən, çayın qollarının suyunun temperaturundan və çay hövzəsində mövcud olan göl və buzlaqlardan asılıdır. Çay sularının temperaturunun dəyişməsi çayların üfünün hansı istiqamətində axmaları ilə də əlaqədardır. Bu əlamətə görə çaylar Şimal yarımkürəsində meridian və paralel istiqamətlərində axan çaylar qruplarına ayrılır.

Cənubdan şimala doğru axan böyük çaylarda (Makkenzi, Ob) suyun temperaturu yuxarı axında (dağlıq hissədə) az olur. Çöl və meşə-çöl zonasında isə çay qollarının nisbətən isti suları hesabına temperatur artır və sonra şimala doğru tədricən azalır. Şimaldan cənubə doğru axan çaylarda (əgər soyuq sulu qol qəbul edilmirsə) suyun temperaturu mənsəbə qədər bir qayda olaraq artır. Paralel istiqamətində axan çayların suyunun temperaturu axın istiqamətində demək olar ki, sabit olması ilə səciyyələnir. Belə çayların termik rejiminə nisbətən isti və ya soyuq suya malik olan qolların qarışması təsir edir.

Çay suyunun temperaturu aydın nəzərə çarpan sutkalıq və illik gedişə malikdir. Suyun sutkalıq temperatur amplitudu meteoroloji şəraitdən (günəş radiasiyası, hvanın və torpağın temperaturu, yağıntı və su səthindən gedən buxarlanma) və çayların sululuq dərəcəsiindən asılıdır. Çay nə qədər çox sululuğa malik olarsa, sutkalıq temperatur amplitudu bir o qədər kiçik olur. Suyun illik temperatur gedişi fəsillər üzrə havanın temperaturunun dəyişməsiindən asılıdır.

3.5.9.Çayların buz rejimi

Çay suyunun soyuması buz əmələ gələnə qədər davam edir. Bu zaman çayın istilik balansı mənfi olur. Çünki, istilik su səthindən atmosfərə keçir. Su kütləsi ilə atmosfer arasında gedən istilik mübadiləsində əsas rolunu ümumi günəş radiasiyası, effektiv şüalanma, suyun buxarlanmasına sərf olunan istilik və çay suyu ilə atmosfer arasında gedən turbulent istilik mübadiləsi oynayır. Suyun soyuması bilavasitə onun səthindən başlayır.

Axının orta sürəti az olduqda, buz əsasən suyun səthində əmələ gəlir və buz örtüyünün formalaşması qısa müddətdə baş verir. Belə hallarda statiki donma müşahidə olunur. İti axan çaylarda buz yalnız suyun səthində deyil, canlı en kəsiyinin bütün hissələrində

əmələ gəlir və onun formalaşma prosesi tədricən gedir. Belə halda dinamikı buz bağlama baş verir. Statiki buz bağlamanın dinamikı növə keçə bildiyi axın sürətinə böhran sürət deyilir və o, təqribən 0.5 m/san-yə bərabərdir.

Qışda havada sabit mənfi temperaturı müşahidə edildiyi vaxtdan başlayaraq çay suyunun temperaturu 0 °C-dən aşağı düşür və bu zaman çayda buz olan sahələrə rast gəlmək olur.

Çayların donması. Çayın səthində suyun temperaturu donma temperaturuna (0 °C) qədər aşağı düşürsə və su səthindən istilikvermə, su kütləsindən oraya gələn istilikdən çox olarsa, çayda buz əmələ gəlməyə başlayır. Çayların ən az sürətə və dərinliyə malik olan hissələrində su tez soyuduğuna görə ilk buz kristalları məhz orada müşahidə edilir. Bu buz kristalları çayın sahillərində bir-birilə birləşərək sahil boyu uzanan buz zolağı əmələ gətirir və buna da sahil buzu deyilir.

Sahil buzu əmələ gələn vaxtda, bəzən isə ondan da əvvəl çaylarda buz piyi müşahidə edilir. Buz piyi, suyun səthində üzən kiçik buz iynəciklərindən əmələ gələn bir neçə millimetr qalınlıqlı nazik və şəffaf buz parçalarından ibarətdir. Uzaqdan bu buz növü suyun üzərində donub qalmış yağ ləkələrini xatırladır ki, buna görə də ona buz piyi adı verilmişdir. Buz piyi

soyuq, buludsuz və küləksiz hava şəraitində əmələ gəlir.

Temperaturu 0°C olan və donmayan su səthi üzərinə çox qar yağdıqda o, əriməyib bilavasitə qar örtüyü əmələ gətirir. Bu qar kütləsi su səthindən yuxarıya qalxdıqda pambıq topasına oxşayır.

Axının turbulentli xarakterindən asılı olaraq suda aramsız qarışma prosesi getdiyindən, çayın canlı en kəsiyində suyun temperaturu bərabərləşir. Müəyyən şəraitdə bütün su kütləsi tədricən 0°C -yə qədər soyuyur.

Buzla örtülü olmayan su səthində suyun kəskin soyuması nəticəsində, bütün dərinlik boyu və çayın dibində sudaxili buz kristalları əmələ gəlir. Bilavasitə çayın dibində əmələ gələn buz, yumşaq və qeyri-şəffaf, müxtəlif ölçülü və formalı buz kristallarından təşkil olur. İlişmə qüvvəsinin təsiri ilə məcranın dibində birləşən belə buzlara dib buzu deyilir.

Yatağı daşlı və coşqun axınlı olan dağ çaylarında və düzənlik çaylarının sürəti böyük olan astanalı hissələrində dib buzu daha intensiv əmələ gəlir. Belə çay hissələrində turbulent qarışma daha şiddətli gədir və daxili su cərəyanları axının bütün dərinliyi boyu suyun kəskin soyumasına imkan verməklə bərabər, səthdən soyuq su kütlələrinin həddindən çox soyuq olan dib hissəyə aparır. Bunun nəticəsində,

səth və su daxili buz kristallarından təşkil olunmuş dib buzu əmələ gəlməyə başlayır.

Çayın səthində üzən dib buzu, piy buzu, buzlaşmış qar və ya xırda-xırda parçalanmış buzların qarışığından ibarət olan buz kütləsi xəşələ buzu adlanır. Bu, çaylarda buz əmələgəlmənin ən geniş yayılmış növüdür. Xəşələ, su axını ilə birlikdə hərəkət edir, ya da buz örtüyünün altında hərəkətsiz vəziyyətdə olur. İntensiv xəşələ buz axını, adətən sudaxili buz kristallarının intensiv əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır. Xəşələ buzunun formalaşması buz örtüyünün yaranmasından əvvəl baş verir. Buz örtüyü mövcud olan dövrdə isə o, yalnız buz örtüyü olmayan açıq sahələrdə əmələ gəlir, çünki orada intensiv sudaxili buz yaranır. Bəzən dib buzu və xəşələ kütləsi çayın ən kəşiyini tamamilə dolduraraq su axınının sərbəst hərəkətinə mane olur. Bu hadisəyə buz tıxacı deyilir.

Belə tıxaclar çayda su səviyyəsinin həddindən çox qalxmasına səbəb olur. Onlar ən çox çay yatağının əyrintili və dərinliyin kəskin dəyişdiyi dar, bəzən isə geniş yerlərində əmələ gəlir. Ən böyük tıxaclar buz kütləsinin hərəkəti nəticəsində yaranır.

Xəşələ buz dağ çaylarında daha çox müşahidə edilir. Bu çaylarda sudaxili və xəşələ buzunun əmələ gəlməsi hər il bütün qış mövsümü baş verir.

Sudaxili buzun əmələ gəlməsi çox hallarda su kəmərlərinin, hidroelektrik stansiyaların normal is-

tismarını çətinləşdirir. Belə ki, bu buz HES-lərin su qəbuledici və turbin torlarının üzərinə yığılaraq, suyun daxil olmasına mane olur. Çay yataqlarındakı as-
tanalı sahələrdə dib buzunun tez artması buz adala-
ranan əmələ gəlməsinə şərait yaradır. Buz adaları
hərəkətsiz, kövrək buz yığımlarından ibarət olub, çay
yatağının dibindən başlayaraq səthinə doğru artır və
göbələk formalı olurlar. Onlar bir-biri ilə birləşərək
buz bəndləri əmələ gətirir və suyun səviyyəsinin qal-
xmasına səbəb olur. Buz adaları Anqara, Neva və
digər çaylarda müşahidə edilir.

Buz piyi, suyun səthindəki qar kütləsi, xəşələ, sa-
hillərdən qopmuş sahil buzları bəzən böyük buz
yığınları təşkil edirlər və bunların bir-biri ilə donub
birləşməsi nəticəsində çayda üzən buz hissələri və
böyük buz sahələri əmələ gəlir. Belə buz formalarına
payız buz axını deyilir.

Düzenlik çaylarında buz axını nisbətən sakit gedir.
Dağ çaylarında, xüsusən cənub rayonlarında, payız
buz axınını buzun davamiyyətli xəşələ buz axını
əvəz edir. Payız buz axınının intensivliyi, dava-
miyyəti və başlanma tarixi havanın temperatur şə-
raitindən və çayın ölçüsündən asılıdır.

Payız buz axınının başlanma tarixi havanın tem-
peratur rejimindən asılıdır. Buna görə də geniş
düzenliklərdən axan çaylarda payız buz axınının
başlanma tarixi üfüqi zonallıq qanununa müvafiq

dəyişir. Ən tez payız buz axını sentyabrın ikinci yarısında Asiyanın şimal rayonlarının çaylarında başlayır. Payız buz axını tədricən cənuba yayılır və ən gec (dekabrda) Mərkəzi Asiya və bundan da gec (yanvar) Cənubi Qafqaz çaylarında müşahidə edilir. Sibirin böyük çaylarında payız buz axınının başlanması həmin ərazilərdə olan kiçik çayların donma vaxtına nisbətən gecikir və bu, həmin çayların özləri ilə külli miqdarda istilik aparmaları ilə əlaqədardır.

Payız buz axınının davamiyyəti bir neçə gündən bir aya qədərdir.

Payız buz axınının intensiv vaxtında hava temperaturu 0°C -dən aşağı olarsa, ayrı-ayrı buz parçaları donaraq bir-biri ilə birləşir və böyük buz örtüyü sahəsi yaranır. Çay yatağının daraldığı və istiqamətinin kəskin dəyişdiyi adətli hissələrində buz örtüklü sahələr hərəkətsiz vəziyyət aldıklarından, bir-biri ilə və sahillərlə birləşərək kələ-kötür səthli buz yığınları əmələ gətirir. Bunlara buz qalağı deyilir. Buz qalaqları suyun səviyyəsinin artmasına və axın sürətinin azalmasına səbəb olmaqla yanaşı, buz örtüyünün əmələ gəlməsini sürətləndirir. Əgər, əmələgəlmiş buz qalağı çayın yuxarı hissələrindən üzüb gələn buz kütləsinin qarşısını kəsirsə, çayda buz örtüyü yaranır. Buz örtüklü sahələr tədricən çay boyu yuxarı yayılır. Böyük və orta çaylarda buz örtüyü bu qayda ilə əmələ gəlir. Kiçik çaylar, böyük çaylara nisbətən

tez donur və onlarda buz örtüyü sahil buzlarının inkişafı nəticəsində əmələ gəlir. Belə buz örtüyü nisbətən hamar səthə malik olur.

Dağ çaylarında, xüsusən cənub rayonlarda (məsələn, Cənubi Qafqazda) buz örtüyü nadir hadisə hesab edilir. Bu çaylarda yalnız xəşələ buzunun çox yayıldığı sahələrdə buz örtüyü əmələ gələ bilər.

İsti iqlim şəraiti ilə əlaqədar olaraq, Qafqazın Qara dəniz sahili zonası və Krımın cənub dənizkənarı sahillərindəki çaylarda buz örtüyü ümumiyyətlə müşhiddə edilmir.

Bəzən çaylarda buzbağlama dövründə buz çatlarından çıxan suyun buz örtüyü üzərində donması müşahidə edilir. Bu proses qışda bir neçə dəfə baş verdiyindən buz örtüyü üzərində təbəqəli buz təpəciyi yaranır.

Sibirin bəzi rayonlarında belə buz təpəcikləri həmçinin qrunut sularının donmasından əmələ gəlir. Belə buz təpəcikləri çay dərəsində, subasarda formalaşır və uzun zaman ərimir.

Kəskin soyuq iqlimli rayonlarda, məsələn, daimi donuşluq zonasında çox şaxtalı qışda bəzi çaylar dibə qədər donur. Çayların tamamilə donması, qış fəslində onların əsas qidasını təşkil edən qrunut sularının azalması, tükənməsi və həmçinin çay suyunun buz əmələ gəlməsinə sərf olunması ilə əlaqədardır.

Çaylarda buz örtüyü yarandıqdan sonra buzun qalınlığı onun alt hissəsinin hesabına tədricən çoxalır. Buzun qalınlığı səth hissədən də arta bilər. Bu, qışda havanın temperaturunun yüksəlməsi ilə əlaqədar buz üzərindəki qarın qismən əriməsindən əmələ gələn və ya buzun çatlaması nəticəsində səthə çıxan suyun donması hesabına ola bilər.

Çayların buzdan açılması. Havanın temperaturu 0°C -dən yuxarı qalxdıqda qar örtüyü əriməyə başlayır. Bu sular sahillərdən çayın səthindəki buzun üzərinə axır.

Sahilə yaxın yerlərdə buz örtüyü üzərindəki qar əriyir, buz örtüyü isə tədricən çatlayır. Yer səthi tez qızdığından sahil buzlarının əriməsinə daha yaxşı şərait yaranır. Çaya axıb gələn qar suları suyun səviyyəsini qaldırır və bu buz örtüyünün parçalanmasını sürətləndirir. Beləliklə, sahilə yaxın hissələrdə su zolağı yaranır. Buz örtüyü isə sahillərdən ayrılaraq üzür. Suyun səviyyəsinin kəskin artması nəticəsində buz örtüyü çayın axın istiqamətində müəyyən məsafədə hərəkət edir. Beləliklə, buzun ümumi hərəkəti başlayır. Suyun səviyyəsi daha da artdıqda, buz örtüyü yuxarı qalxır və tədricən parçalanaraq çay boyu aşağıya doğru hərəkət edərək yaz buz axını əmələ gətirir. Yaz buz axını payız buz axınından xeyli güclü olması ilə fərqlənir.

Böyük buz kütləsi, çay yatağının dar, adalı və döngəli yerlərində üst-üstə yığılaraq buz qalağı əmələ gətirir. Buz qalağı olan yerdən yuxarıda suyun səviyyəsi intensiv sürətdə artır və nəticədə çay daşaraq ətraf sahələri basır.

Bu hadisə Sibirin şimala axan böyük çayları üçün daha səciyyəvidir. Burada buz açılma çayların yuxarı axınından başlayır. Bu zaman suyun səviyyəsi vaxtaşırı yaz gursululuğu dövrünə nisbətən daha yüksək olur. Yaz gursululuq dalğası çayın axını istiqamətində yayıldıqda, hələ buzdan açılmayan hissələrlə rastlaşır və burada buz parçaları üst-üstə yığılaraq buz qalağı əmələ gətirir. Belə buz qalaqları çoxalaraq çayın qarşısını bənd kimi kəsir və çay suyu ətrafa yayılır.

3.6.Çay gətirmələri

3.6.1.Çayların enerjisi və işi ✓

Cismin iş görmə qabiliyyəti enerji adlanır. Vahid zamanda görülən işə güc deyilir. Çayların enerjisi iki növ olur: onlardan birincisi hərəkət edən suyun zərbəsinin enerjisi, ikincisi isə düşən suyun enerjisidir. Su axınının istiqamətinə perpendikulyar bərkidilmiş divara suyun hidravlik zərbə qüvvəsi aşağıdakı kimi hesablanır:

$$P = \frac{1000fv^2}{g}, \quad (3.123)$$

burada f -divarın sahəsi; v -orta sürət; g - sərbəst düşmə təcili.

Suyun içərisində olan və hərəkət edən cismə təsir göstərən hidravlik zərbə qüvvəsi isə

$$P_n = \frac{1000f(v - v_1)^2}{g} \quad (3.124)$$

düsturu ilə hesablanır. Burada v_1 - cismin hərəkət sürətidir və $v_1 < v$.

Suyun axınına əks istiqamətdə hərəkət edən cismə təsir edən zərbə qüvvəsi isə aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$P_s = \frac{1000f(v - v_2)^2}{g}, \quad (3.125)$$

burada v_2 - cismin hərəkət sürətidir.

Düşən suyun enerjisi su sərfi (Q) və çayın düşməsindən ($H_1 - H_2$) asılıdır. Götürülmüş hər hansı iki kəsikdə çayın enerjisi aşağıdakı riyazi ifadəyə görə hesablanır:

$$E = \rho \cdot g \cdot Q \cdot (H_1 - H_2), \quad (3.126)$$

burada Q- su sərfi; ρ - suyun sıxlığı; ($H_1 - H_2$)- çayın düşməsi və ya basqı.

Çayın düşməsini meyilliklə ifadə etsək, onda:

$$E = \rho \cdot g \cdot l \cdot v \cdot i \cdot \omega, \quad (3.127)$$

burada i- meylik; l- çay hissəsinin uzunluğudur.

Çay axınının gücünü kilovatla da ifadə etmək olar. 100 l (100 kq) suyun 1 m hündürlükdən düşməsi 1 kvt, bir saatdakı gücü isə 1 kvt-saatdır.

$$N_{\text{kvt}} = \frac{1000Q \cdot H}{75 \cdot 1.36} = 9.8Q(H_1 - H_2) = 9.8QH_{\text{kvt}}. \quad (3.128)$$

Gücü at qüvvəsi ilə ifadə etsək:

$$N_{\text{at}} = \frac{1000Q(H_1 - H_2)}{75} = 13.3Q(H_1 - H_2). \quad (3.129)$$

Çayın enerjisinin həm su sərfindən, həm də basqıdan asılı olduğunu nəzərə alaraq, onun gücünü artırmaq məqsədilə qarşısını bəndlə kəsirlər.

Axan suyun kinetik enerjisi

$$E_k = \frac{1000 \cdot Q}{2g} \cdot v^2, \quad (3.130)$$

və düşən suyun enerjisi

$$E_g = 1000QH \quad (3.131)$$

olarsa, onda bənd tikdikdə çayın enerjisinin artmasını belə ifadə etmək olar:

$$\frac{E_g}{E_k} = \frac{1000 \cdot Q \cdot H \cdot 2g}{1000 \cdot Q \cdot v^2} = \frac{19.62H}{v^2}. \quad (3.132)$$

Əgər suyun basqısını bənd vasitəsilə 5 m artırısaq və suyun çayda axın sürəti bənd tikilənə kimi $v=1\text{m/san}$ olarsa, onda çayın gücü $19.62 \cdot 5/1^2=98$ dəfə artmış olar.

Hidroenerji ehtiyatlarından texniki istifadə əmsalı böyük çaylarda daha yüksəkdir.

Qafqaz çayları-Kuban, Terek, Kür, Samur, Rioni və başqaları ildə 294 mlrd. kvt-saat enerji istehsal edə bilər.

Azərbaycan çaylarının hidroenerji ehtiyatı 3.8 mln. kvt və ya ildə 33.5 mlrd. kvt-saat-dır. Kür çayının potensial hidroenerji ehtiyatı 2.0 mln kvt-ə bərabərdir.

Hər bir cisim hərəkət etdikdə iş gördüyü kimi, su da çayda hərəkət etdikdə iş görmə qabiliyyətinə malik olur. Çayların işi axan suyun sürəti ilə əlaqədardır. 1 kq (1l) suyun 1 m yüksəklikdən düşməsi, həmin suyun düşmə zamanı gördüyü işdir. Çayların işi daxili sürtünməyə, sahillərə və yatağın dibinə sürtünməyə, yatağın deformasiyasına və yuyulub çaya gətirilən bərk hissəcikləri nəql etməyə sərf olunur.

Çay yatağının deformasiyasında və gətirmələrin nəql edilməsində çayın işinin əsas toplananları aşağıdakılardır:

- bərk hissəciklərin yuyulması;
- hövzədən yuyulub çaya gətirilmiş hissəciklərin nəql edilməsi;
- hissəciklərin çökdürülməsi.

Çayların dibinin yuyulması ilə yanaşı, yan eroziya da müşahidə olunur. Belə ki, çayın eni getdikcə artır, çay axını düz xətti deyil, əyri xətti olur. Düzenlik çaylarının planda döngələrə malik olmasına əsas

səbəb, məcranın asan yuyulan süxurlardan təşkil olunmasıdır. Döngələrə bütün çaylarda rast olunur, ancaq onlar düzənlik çayları üçün daha səciyyəvidir.

Kiçik Asiyada olan Meandr çayının (indi o, Böyük Mendere adlanır) döngəliyi (əyrintiliyi) daha aydın göründüyü üçün, döngəli çayları meandrlı çaylar adlandırırlar. Cənubi Qafqazın ən böyük çayı olan Kürün də aşağı axınında əyrintilik böyükdür.

Çayların meandrlı olmasına səbəb odur ki, yan eroziya baş verdikdə axın öz düzxətli istiqamətini dəyişir və su axınının lülələri bir sahilə yönələrək oranı yumağa başlayır. Bu zaman qarşıdakı sahilə yaxın hissədə axının sürəti azaldığı üçün orada gətirmələr çökür. Sahilə dəyib oranı yuyan su axını lülələri istiqamətlərini dəyişərək əks sahilə doğru hərəkət edir və oranı da yumağa başlayır. Çay axını boyu davam edən bu proses nəticəsində meandrlar getdikcə böyüyür və inkişaf edir.

Meandr ilgək formasını aldıqdan sonra, onun boğaz hissəsini axın yararaq məcranı düzləndirir və kənarda qalan köhnə məcrada axmaz əmələ gəlir.

Çayların əyrintiliyini (döngəliyini) kəmiyyətə əyrintilik əmsalı xarakterizə edir.

3.6.2. Çay gətirmələrinin əmələ gəlməsi və əsas xarakteristikaları ✓

Çay axını ilə aparılan və ya çökərək məcra və subasarlarda dib çöküntülərini əmələ gətirən bərk mineral hissəciklər gətirmələr adlanır. Çay gətirmələrinin əmələ gəlməsinə səbəb olan əsas təbii proseslər aşağıdakılardır: aşınma, denudasiya və eroziya.

Aşınma, fiziki-kimyəvi proseslərin təsiri altında bərk dağ süxurlarının ayrı-ayrı hissələrə və xırda hissəciklərə bölünməsidir. Aşınmanın iki əsas növü var: fiziki və kimyəvi aşınma. Aşınma məhsullarının yamac boyu ağırlıq qüvvəsinin təsiri ilə hərəkəti denudasiya prosesi adlanır. Eroziya prosesi isə su və küləyin torpağa və süxurlara dağıdıcı təsiridir. Bu üç prosesin təsiri nəticəsində çay axınları bərk hissəciklərlə zənginləşir. Çay axınları vasitəsilə nəql edilən gətirmələrin miqdarı eroziya prosesinin şiddətliyindən asılıdır. Çay gətirmələrinin əmələ gəlməsində su eroziyası daha fəal rol oynayır. Eroziya yamac və yataq eroziyalarına bölünür. Yamac eroziyası öz növbəsində səthi yuyulma və dərinlik yuyulmasına bölünür. Hövzə səthinə yağan yağışın mexaniki təsiri ilə parçalanan torpaq-qrunt hissəcikləri yağış damcıları ilə birlikdə ətrafa sıçrayır və əmələ gəlmiş səth axınına qarışaraq, onunla birlikdə axıdılır. Ya-

macın meyilliindən, axının miqdarından asılı olaraq bərk hiss c kl rin bir hissəsi hidroqrafiki şəbəkəyə gətirilir.

Yamac eroziyası ərazinin fiziki-coğrafi şəraitindən çox asılıdır. Yağışın  idd tliyi v  yamacın meyilli artıqca, eroziya prosesi güclənir. Eroziya prosesinin gedişatına torpaq və bitki örtüyü də böyük təsir göstərir. Bitki örtüyü olan ərazidə yamac eroziyasının şiddətliyi az olur. Həmin prosesin gedişatına t s r r fat fəaliyyətinin də təsiri böyükdür. Odur ki, bir çox rayonlarda eroziyanı zəiflətmək və onun qar sısını almaq üçün aqrotexniki tədbirlərdən istifadə edilir.

Məcra eroziyasının da iki n v  var. Onların biri dərinlik (dib), o biri isə yan eroziyasıdır. Düzənlik çaylarının çoxu tarazlaşmış vəziyyət almışlar, yəni axın boyu quytullar v  növbəli dayazlıqlar bir-birini əvəz edir. Onların vəziyyətinin dəyişməsi əsasən yaz gursululuğ  və ya daşqınlar vaxtı baş verir.

Yan eroziya nəticəsində çayların sahilləri yuyulur v  genişlənir.

 ay gətirmələri hərəkət x susiy tl rin  görə asılı və dib g tirm l rin  bölünür.  ay axınının orta sürətindən, canlı en kəsikdə yerli sürətlərin paylanmasından v  gətirmələrin iriliyindən asılı olaraq, bərk hiss c kl rin (gətirmələrin) bir qismi çayın dibindən qaldırılaraq uzun bir məsafəyə asılı halda nəql etdirilir. Bir qrup gətirmələr isə çayın dibindən qaldırılaraq

qısa bir məsafəyə aparılır və sonra yenidən çayın dibinə çökür. Bu proses bir müddət təkrar olunur və saltasiya adlanır. Bəzi iri gətirmələr isə çayın dibi ilə yuvarlanaraq aparılır.

Gətirmələrin asılı və dib gətirmələrinə ayrılması şərtidir. Belə ki, axının sürətindən asılı olaraq dib gətirmələri asılı gətirmələrə çevrilir və əks proses müşahidə olunur.

Gətirmələrin əsas xarakteristikaları aşağıdakılardır: həndəsi ölçüsü, hissəciklərin forması, qranulometrik (mexaniki) tərkibi, fiziki-kimyəvi xassələri və məsaməliyi.

Gətirmələrin ən vacib xarakteristikası onun ölçüsüdür. Qranulometrik tərkibinə görə gətirmələr müxtəlif fraksiyalara bölünürlər: gil, toz, qum, çınqıl, kəsək (və ya daş). Hər bir fraksiya həndəsi ölçüsünə görə bir neçə qrupa bölünür (cədvəl 3.3).

Gətirmələrin ölçüsünü təyin etmək üçün onları tordan (ələkdən) keçirirlər. Gətirmələr, tərkibində olan gil, toz hissəcikləri və qumların miqdarına görə 21 kateqoriyaya bölünürlər.

Müxtəlif fraksiyaların ölçüləri

Fraksiyanın adı	İriliyi	Gətirmələrin ölçüsü mm-lə
Gil, toz şəkilli qrun	--	0,005 0,005-0,05
Qum	Nazik	0,05-0,1
	Xırda	0,1-0,25
	Orta irilikli	0,25-0,5
	İri	0,5-2
Çınqıl		2-5 5-10 10-20
Xırda çay daşı		20-40 40-60 60-80 80-100 100-120 120-150 150-200
Kəsək (daş)		200

Gətirmələrin fiziki-kimyəvi xassələrindən ən əsası sıxlıqdır (ρ). Onların sıxlığı 2650-2700 kq/m³ olur. Gətirmənin durğun suda müntəzəm düşmə sürəti

hidravliki irilik adlanır (ω). Hidravliki iriliklə gətirmənin ölçüsü arasında əlaqə var. Diametri d olan kürə şəkilli hissəciyin hidravliki iriliyi Reynolds ədədi kiçik olduqda ($Re = \frac{\omega d}{\nu} < 0.1$) Stoks qanununa görə hesablanır:

$$\omega = \frac{\rho \cdot g \cdot d^2}{18\mu} \left(\frac{\rho_g}{\rho_0} - 1 \right), \quad (3.133)$$

burada ω -hidravliki irilik; ρ_0 -suyun sıxlığı; ρ_g -gətirmənin sıxlığı; μ -dinamiki özlülük; d -gətirmənin diametri.

Gətirmələr fraksiyalara ayrıldıqdan sonra, onların çəkirlərinə görə orta diametri təyin edilir:

$$d_{or} = \frac{\sum d_i R_i}{100}, \quad (3.134)$$

burada d_i -götürülmüş fraksiyanın orta hesabı iriliyi; R_i - fraksiyanın faizlə tərkibi (çəkiyə görə).

Hidravliki iriliyin qiymətləri cədvəl 3.4-də verilmişdir.

Gətirmələrin hidravliki iriliyi (mm/san)

Suyun tem. °S	Gətirmələrin diametri. mm-lə									
	10	5	2	1	0,5	0,25	0,1	0,5	0,01	
5	420	294	184	100	48,0	19,0	4,1	1,07	0,042	
10	420	294	184	106	52,6	21,4	4,8	1,24	0,049	
20	420	294	184	116	58,8	25,9	6,0	1,60	0,064	

Ümumiyyətlə, gətirmələr çayın canlı en kəsiyində qeyri-müntəzəm paylanaraq nəql etdirilir. Səthdən dibə doğru gətirmələrin miqdarı və onların iriliyi artır.

Çay axını asılı və dib gətirmələrindən başqa, suda həll olmuş maddələri də nəql etdirir.

Çayın canlı en kəsiyindən vahid zamanda keçən gətirmələrin miqdarına gətirmələr sərfi deyilir və kq/san ilə ifadə olunur. Asılı (R) və dib (G) gətirmələri ayrılıqda ölçülür və hesablanır. Müəyyən bir müddət ərzində (gün, ay, fəsil, il və s.) çayın apardığı gətirmələrin ümumi miqdarına isə gətirmələr axımı deyilir. Gətirmələr axımı, adətən tonla ifadə olunur. Hövzənin vahid sahəsindən aparılan gətirmələr axımına gətirmələrin axım modulu deyilir və t/km^2 ilə ifadə olunur. Müəyyən bir müddətdə (gün, ay, il, fəsil və s.) suda həll olunmuş maddələrin çayda aparılan miqdarına ion axımı deyilir.

Asılı, dib gətirmələri və ion axımlarına birlikdə sülb axımı deyilir:

$$W_s = W_a + W_d + W_i, \quad (3.135)$$

Sülb axımının toplananları aşağıdakı düsturlara görə hesablanır:

$$W_a = R \cdot T, \quad (3.136)$$

$$W_d = G \cdot T, \quad (3.137)$$

$$W_i = I \cdot T, \quad (3.138)$$

burada R-asılı gətirmələr sərfi; G-dib gətirmələr sərfi; I- həll olunmuş maddələr sərfi.

Suyun vahid həcminə düşən gətirmələrin miqdarına bulanıqlıq dərəcəsi deyilir (ρ).

$$\rho = \frac{P}{V}, \quad (3.139)$$

burada P- gətirmələrin nümunədəki çəkisi; V- su nümunəsinin həcmi, m^3 .

Gətirmələr sərfini bulanıqlıq dərəcəsinə görə təyin etmək olar:

$$P = R + G = \frac{\rho Q}{1000} \quad \frac{kg}{san} \quad (3.140)$$

və ya

$$\rho = \frac{1000 \cdot P}{Q}, \quad \frac{q}{m^3}, \quad (3.141)$$

burada Q- su sərfidir.

Çoxillik orta gətirmələr axımı gətirmələrin axım norması adlanır:

$$P = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}, \quad (3.142)$$

burada P_i - illik gətirmələr axımı; n-illərin sayı.

3.6.3. Asılı gətirmələr

Axın vasitəsilə asılı halda nəql edilən gətirmələrin hərəkət qanunauyğunluğunu ilk dəfə 1848-ci ildə Dyupyu əsaslandırmışdır. Onun müşahidələrinə görə sürət qradiyenti böyük olduqda çayın dibində yerləşən bərk cisimlərə qaldırma qüvvəsi təsir göstərir. Axının dibində olan bərk hissəciyin üst səthində suyun sürəti böyük, aşağıda isə kiçik, bəzən isə hətta sıfıra bərabər olur. Bernulli tənliyinə görə sürət çox olan yerdə təzyiq az olur. Dibdə isə, əksinə, təzyiq çox olduğundan sükunətdəki gətirmələrə qaldırma qüvvəsi təsir göstərərək, onları yerlərindən

tərpədir. Yerindən oynamış bərk hissəciklər axınla birlikdə hərəkət edir. Bundan sonra gətirmələrin uzun müddət asılı halda qalması axının turbulentliyindən, o cümlədən şaquli sürət pulsasiyasından asılıdır. Hal-hazırda asılı gətirmələrin hərəkətinin iki nəzəriyyəsi mövcuddur. Nəzəriyyələrdən biri diffuziya nəzəriyyəsidir. Onu 1913-1923-cü illərdə atmosfer üçün V.Şmit və Ç.Teylor vermişlər. V.M.Makkaveyev isə 1931-ci ildə diffuziya nəzəriyyəsini məcra axınları üçün işləmişdir. Diffuziya nəzəriyyəsinə görə gətirmələrin hərəkəti turbulent axında mübadilənin mövcud olması ilə əlaqədardır. Həmin nəzəriyyəyə əsasən axında turbulent qarışma zamanı mövcud substansiyalar da (məhlul, istilik, bərk hissəciklər və s.) aparılır.

Diffuziya nəzəriyyəsinin əsas tənliyi belə yazılır:

$$\rho\omega = -\varepsilon \frac{dp}{dy}, \quad (3.143)$$

burada p -axının baxılan dərinliyindəki bulanıqlıq dərəcəsi; ω -hidravliki irilik; ε -turbulent qarışma əmsalıdır.

Dərinlik boyu turbulent qarışma əmsalını sabit götürsək, (3.143) tənliyini inteqrallamaqla aşağıdakı ifadəni alırıq:

$$\frac{\rho}{\rho_{\alpha}} = e^{-\frac{\omega(y-\alpha)}{\varepsilon}}, \quad (3.144)$$

burada ρ_{α} - dibdən α məsafədə olan dərinlikdə bulanıqlıq dərəcəsi; e - natural loqarifmanın əsasıdır.

Hidravliki irilik Stoks qanununa müvafiq olduqda, turbulent qarışma əmsalı su və bərk cisimlər üçün eyni götürülə bilər.

M.A. Velikanov isə diffuziya nəzəriyyəsinin müəlliflərindən olaraq, turbulent qarışma əmsalının axında dərinlik boyu dəyişdiyini göstərir və müxtəlif dərinliklərdə asılı gətirmələrin bulanıqlıq dərəcəsinə təyin etmək üçün belə bir ifadə təklif edir:

$$\frac{\rho_g}{\rho_{\alpha}} = \left(\frac{1-h}{1+\frac{r}{\alpha}} \right)^{\frac{\omega}{\kappa \cdot g h i}}, \quad (3.145)$$

burada r - nisbi dərinlik; ρ_{α} - dibdən müəyyən məsafədə axının bulanıqlıq dərəcəsi; α - nisbi kələkötürlükdür ($\alpha = \frac{\Delta}{n}$ kimi ifadə olunur və çaylar üçün

təqribən $\frac{1}{1500}$ -ə bərabərdir); Δ - mütləq kələ-kötürlük;
 ω - hidravliki irilik; κ - Karman sabitidir (çaylar üçün onun qiyməti 0.54 qəbul edilə bilər); h - dərinlik; i - meylik; g - sərbəst düşmə təcilidir.

Beləliklə, diffuziya nəzəriyyəsinə görə axının müxtəlif dərinliklərində asılı gətirmələrin vahid həcmdəki çəkisini (konsentrasiyasını) yuxarıda götürülmüş (3.144 və 3.145) tənliklərindən tapmaq olar.

Bu nəzəriyyənin çatışmayan cəhətlərindən biri odur ki, bərk hissəciklərin axının turbulentliyinə təsiri və gətirmələrin qarışıqlı təsiri nəzərə alınmır.

Diffuziya nəzəriyyəsindən fərqli olaraq, 1944-cü ildə M.A. Velikanov tərəfindən irəli sürülən turbulent axında asılı gətirmələrin nəql edilməsi nəzəriyyəsində bərk hissəciklərin axının kinematik quruluşuna (sürətin, təzyiqin paylanmasına və s.) təsiri nəzərə alınır. Bu nəzəriyyə gravitasiya nəzəriyyəsi adlanır.

Gravitasiya nəzəriyyəsində gətirmələrin asılı halda nəql edilməsinə axının müəyyən iş sərf etdiyi göstərilir və bu iş qaldırma işi adlandırılır. Asılı gətirmələrin dərinlik boyu paylanması bu nəzəriyyəyə görə aşağıdakı kimi ifadə edilir:

$$\frac{\rho}{\rho_a} = (1 - \eta)^{m\beta}, \quad (3.146)$$

burada

$$\beta = \frac{\kappa \alpha \omega}{(1 + \alpha)i \sqrt{gh}i}, \quad (3.147)$$

$$d = \frac{\rho_g}{\rho} - 1, \quad (3.148)$$

ρ_g -gətirmələrin sıxlığı; ρ - suyun sıxlığı; κ - Karman sabiti; ω -hidravliki irilik; i -meyllilik; h - dərinlik; r -nisbi dərinlik; m -ədədi kəmiyyətdir və nisbi kələ-kötürlükdən asılıdır; ρ_a - dibdəki bulanıqlıq dərəcəsidir.

Çayların orta bulanıqlıq dərəcəsinə təyin etmək üçün bu düsturun sadələşdirilmiş şəklindən istifadə etmək olar:

$$\rho_{or} = \frac{0.8}{\beta^2}. \quad (3.149)$$

Hər iki nəzəriyyəyə görə bulanıqlıq dərəcəsi üçün alınmış düsturlar çaylarda gətirmələrin miqdarı az olduqda, ümumiyyətlə isə düzənlik çaylarının bulanıqlıq dərəcəsinə təyin etdikdə istifadə oluna bilər. Dağ çayları üçün bu düsturların xətalrı çox böyükdür. Asılı gətirmələrin miqdarı çayın axını boyu dəyişir. Bu isə axının boyu sürətin və meyilliğin azalması ilə əlaqədardır.

Ümumiyyətlə, çay bulanıqlıq dərəcəsi mənbədən mənbəyə doğru həm azala, həm də arta da bilər.

Az meyilli çayların nəql etdiyi gətirmələrin miqdarı az olur. Çaylar gətirmələri ən çox yaz gursuluğu və daşqın dövründə nəql edirlər.

Çayın canlı en kəsiyində gətirmələr qeyri-müntəzəm paylanır. Səthdə gətirmələrin miqdarı az, dibdə isə çox olur. Çayın eni boyu da gətirmələrin miqdarı eyni olmur və axıntının istiqamətindən və yerli yuyulmalardan asılıdır.

Çayın eni və axın boyu gətirmələrin paylanmasına onun qollarının gətirmələr rejiminin də böyük təsiri vardır. Suyun bulanıqlıq dərəcəsinə Y.A.Zamarinin təklif etdiyi düsturla da hesablamaq olar:

$$\rho = 0.022 \frac{v}{\omega_0} \sqrt{\frac{Riv}{\omega}}, \quad (3.150)$$

burada ρ - bulanıqlıq dərəcəsi; v - axının orta sürəti; R - hidravliki radius; i - meylik; ω - gətirmələrin hidravliki iriliyi; ω_0 - gətirmələrin hidravliki iriliyinə görə belə təyin edilir: $\omega \geq 0.002$ m/san olduqda $\omega = \omega_0$, $\omega < 0.002$ olduqda isə $\omega = 0.002$ m/san-dir.

3.6.4. Dib gətirmələri

Gətirmələrin bir hissəsi axının ancaq dibi ilə hərəkət edir və belə gətirmələr dib gətirmələri adlanır. Onların hərəkəti gətirmələrin iriliyindən, axının hidravliki göstəricilərindən və yatağın dibində yerləşməsindən asılıdır.

Əvvəlcə axının təsirinə daha çox məruz qalan dibdəki kiçik hissəciklər hərəkətə gəlir. Sonra axının təsiri nəticəsində iri gətirmələr də hərəkətə gəlir.

Dib gətirmələri yaz gursululuğu və daşqın vaxtı daha çox olur. Aralıq fazada axında dib gətirmələri demək olar ki, olmur. Çay yatağının dibində yerləşən hissəciklərə hidrodinamiki qüvvə ilə yanaşı, qaldırma və sürtünmə qüvvələri də təsir göstərir.

Ön və qaldırma qüvvələrinin təsiri nəticəsində dibdə yerləşmiş gətirmələr öz dayanıqlığını itirir və diple yuvarlanmağa başlayırlar. Axında sürət pulsasiyasının olması ilə əlaqədar olaraq gətirmələr müəyyən dərinliyə qədər qalxırlar.

Gətirmələrin hərəkətə gəlməsi axının sürəti ilə sıx əlaqədardır. Fransalı alim Eri bu əlaqənin analitik ifadəsini vermişdir:

$$\gamma d^3 = AV^6, \quad (3.151)$$

burada γ -gətirmələrin xüsusi çəkisi; d -gətirmələrin diametri; A -mütənasiblik əmsalı; V -axının orta sürətidir.

Bu ifadə Eri qanunu adlanır və dib gətirmələrinin çəkisinin axının orta sürətinin altıncı dərəcəsinə mütənasibliyini göstərir.

Eyni mineral tərkibli iki gətirmə ($\gamma_1 = \gamma_2$) üçün aşağıdakı bərabərliyi yazmaq olar:

$$\frac{d_1^3}{d_2^3} = \frac{V_1^6}{V_2^6}. \quad (3.152)$$

Eri qanunu gətirmələrin hərəkət xüsusiyyətlərini aydınlaşdırır. Dağ çaylarının daha iri gətirmələri nəql edə bilməsi bu qanundan aydın olur.

Tutaq ki, dağ çayında sürət 2 m/san, düzənlik çayında isə 0.5 m/san-dir. Onda, $\frac{V_1^6}{V_2^6} = \frac{2^6}{0.5^6} \approx 204.2$. Deməli, düzənlik çayları ilə müqayisədə dağ çayları

diametri 12 dəfə böyük olan hissəcikləri hərəkətə gətirə bilər.

Eri qanunundan göründüyü kimi gətirmələrin hərəkətə başlaması üçün tələb olunan orta sürət aşağıdakı kimi hesablanı bilər:

$$V = K\sqrt{d}, \quad (3.153)$$

burada V-axının orta sürəti; K-mütənasiblik əmsalındır və $K \approx 50$; d- gətirmələrin diametri, mm-lə.

Eri qanunu gətirmələrin diametri 5 mm-dən kiçik olduqda özünü doğrultmur. Odur ki, yuyulma sürətini hesablamaq üçün bir çox düsturlar təklif edilmişdir. M.A.Velikanov gətirmələrin ilkin hərəkətə gəlməsi üçün lazım olan sürəti aşağıdakı düsturla hesablamayı təklif edir:

$$V = 3.14\sqrt{15d + 0.006}. \quad (3.154)$$

Q.İ.Şamov (3.153) düsturundakı K əmsalını sabit ($K=6$) qəbul edir və sürət üçün düsturu belə ifadə edir:

$$V_{or} = 6.0d^{1/3} \cdot h^{1/3}, \quad (3.155)$$

burada h- axının dərinliyi, m-lə; d- gətirmələrin diametri, mm-lə.

Qumdan ibarət olan dib gətirmələri qırçın şəklində hərəkət edir. Məlumdur ki, müxtəlif sıxlıqlı mühitlərin sərhədlərində dalğavari səthlər əmələ gəlir. Məsələn, səhralarda qum barxanları, çaylarda isə su ilə dibdəki bərk hissəciklərin sərhəddində qırçınlı səth yaranır. Qum qırçınlarının uzununa profilində bir neçə səciyyəvi hissə ayırmaq olar: - qırçının arxa yamacı, ön yamacı zirvəsi və dibi. Qırçının təşkil olunduğu gətirmələr belə hərəkət edirlər: ayrı-ayrı qum hissəcikləri ön yamaca zirvəyə qalxaraq sonra aşağı düşür və arxa yamacda çökür. Beləliklə, ancaq qırçının səthində olan qum hissəcikləri hərəkətdə olur. Qırçınlar hərəkət etdikcə, onlar bir neçə xırda qırçınlara da bölünə bilirlər.

Qırçınların hündürlüyü dərinlikdən asılıdır. Dərinlik artdıqca onların hündürlüyü də artır.

Qırçınların sürəti kiçik olur. Məsələn, Volqa çayının orta axınında 8-20 m uzunluğunda olan qum qırçınları bir gündə 0,3-1,3 m məsafəyə hərəkət edir. Dib gətirmələrinin səfini hesablamaq üçün bir sıra düsturlardan istifadə edilir. Dib gətirmələrinin həndəsi ölçüləri axın boyu dəyişir. Dağlıq hissədə çayların nəql etdiyi gətirmələrin diametri böyük, düzənlik hissədə isə kiçik olur.

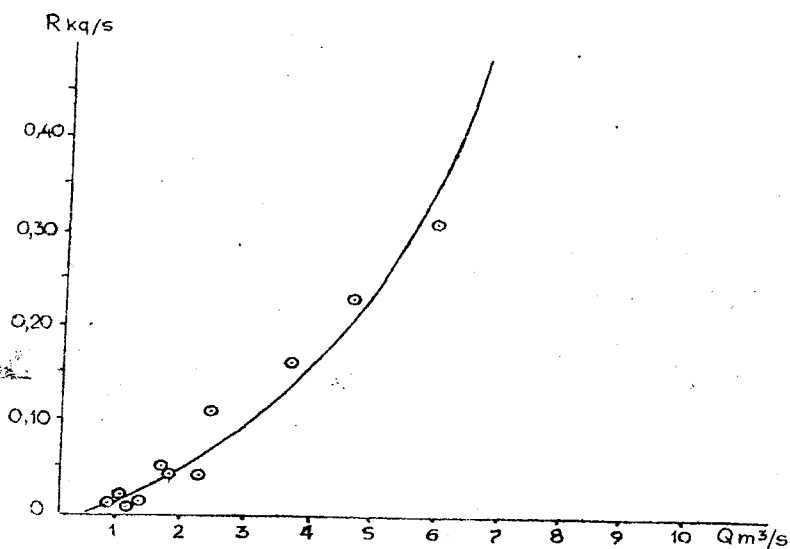
3.6.5. Gətirmələr axımının rejimi ✓

Çayın rejiminin il ərzində dəyişməsi də onların nəql etmə qabiliyyətinə və gətirmələrin miqdarına təsir göstərir. Belə ki, çay yaz gursululuğunda və daşqınlar zamanı ən çox gətirmələr nəql edir. Azsulu dövrlərdə isə çaylardakı gətirmələrin miqdarı minimal olur.

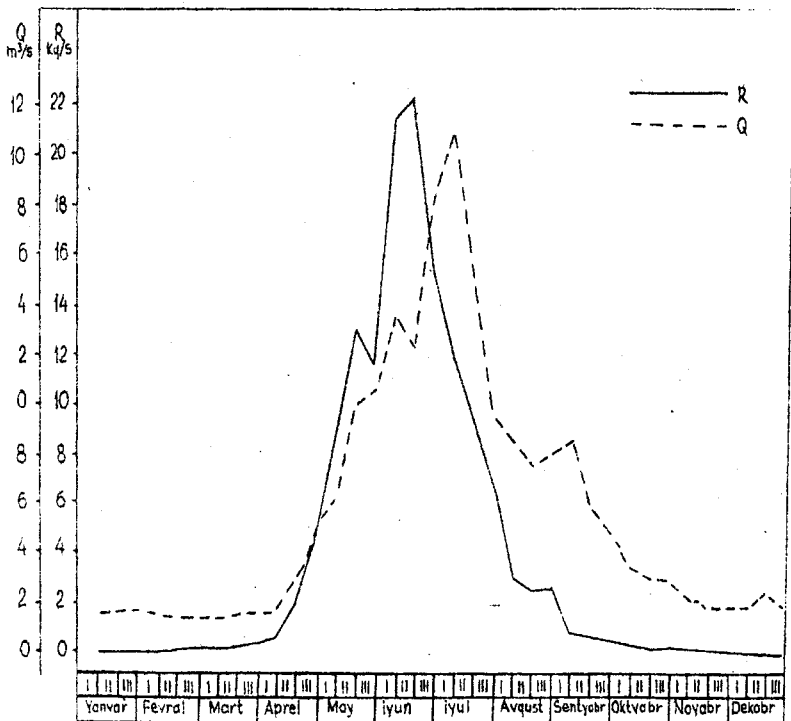
Çayların en kəsiyinin sahəsinin, dərinliyinin, meyilliyyətin axın boyu dəyişməsi, qolların böyüməsi çayların gətirmələri nəql etmə qabiliyyətini dəyişdirir. Bu amillərlə yanaşı, gətirmələrin rejiminə axının turbulentliyi və daxili axıntılar da təsir göstərir. Ümumiyyətlə, gətirmələr axımının il ərzində paylanması çayın su rejimi ilə əlaqədardır. Çayın su sərfi artıqca gətirmələrin sərfi də artır. Su və gətirmələr sərfəri arasındakı əlaqənin qrafiki şəkil 3.21-də göstərilir.

Gətirmələrin maksimal sərfi su sərfinin maksimumundan bir qədər tez müşahidə olunur (şəkil 3.22).

Su rejiminin dəyişməsi ilə əlaqədar, gətirmələrin mexaniki tərkibi də dəyişir. Gursululuğun qalxma fazasında çaydakı gətirmələrin miqdarı xırda fraksiyaların (<0.05 mm) hesabına daha çox artır. Səviyyə düşdükdə isə suda iri fraksiyalar daha çox olur.



Şek. 3.21. Gorançay-Yuxarı Hacıkənd məntəqəsi
 üçün orta aylıq asılı gətirmələr (R) və su
 səfləri (Q) arasında əlaqə.



Şek. 3.22. Qudialçay -Küpçal məntəqəsi üçün orta dekadalıq asılı gətirmələr və su sərfələrinin illik gedişi.

Kiçik çaylarda isə həm kiçik (<0.05 mm), həm də iri fraksiyaların (>0.05 mm) maksimal miqdarı eyni vaxta müşahidə olunur. Bu ondan irəli gəlir ki, böyük hövzəli çaylardan fərqli olaraq kiçik çaylarda hövzənin müxtəlif hissələrindən axıb gələn su, hidroqrafiki şəbəkəyə təxminən eyni vaxtda gəlib çatır.

Meşə zonasının çaylarında bulanıqlıq ən az ($\rho < 20$ q/m³) olur. Bunun səbəbi səth axınının az olması və yuyulma prosesinin zəif getməsidir. Meşə zonasından cənuba getdikcə gətirmələrin miqdarı da artır. Meşəçöl və çöl zonalarında bulanıqlıq 500 q/m³ çatır. Bu səthi eroziyanın güclənməsi ilə izah olunur.

Mərkəzi Asiya və Cənubi Qafqaz çaylarının bulanıqlığının qiymətləri böyükdür. Kür çayının orta illik bulanıqlığı 2000 q/m³, Amu-dərya çayının ki isə 2350 q/m³-ə bərabərdir.

Hidrotexniki qurğular tikildikdə çayların təbii gətirmələr rejimi dəyişir. Belə ki, Kür çayı üzərində bir sıra su anbarları tikildikdən sonra onun illik gətirmələr axımı kəskin azalmışdır.

Bəzi iri çayların gətirmələr axımı haqqında məlumat cədvəl 3.5-də verilmişdir.

Çayların mənsəblərində gətirmələr axımı

Çay	Su toplayıcı sahə, min km ²	İllik su axımı, km ³	Orta illik bulanıqlıq q/m ³	Orta illik gətirmələr axımı, mln. t	Gətirmələr axımı modulu t/km ²
Yenisey	2580	618	21	14,5	5,6
Lena	2490	518	30	16,9	6,8
Ob	2975	398	40	17,4	5,8
Amur	1855	395	63	27,4	14,7
Volqa	1380	252	100	27,7	20,1
Dnepr	504	53	130	6,6	14,9
Amu-dərya	465	42	2350	103,5	220
Kür	188	18	2000	40,0	212
Çu	27	17	720	1,4	52
Sır- dərya	462	14	870	13,3	28,8
Rioni	14	13	640	9,1	650
Kuban	62	11	700	8,5	137

3.6.6. Su anbarları və kanalların lillənməsi

Gətirmələr suvarma sistemlərindəki kanallara daxil olur və onların hidravliki göstəricilərindən asılı olaraq dibə çökə bilər. Bu, kanalların suburaxma qabiliyyətini azaldır və hər il suvarma dövrü qurtardıqdan sonra onları gətirmələrdən təmizləyirlər. Çaylar üzərində tikilmiş su anbarları da çay gətirmələri ilə lillənir. Su anbarında ildən-ilə gətirmələrin miqdarı artır. Bu onun faydalı həcmnin azalmasına səbəb olur. Bəzən su anbarları qısa bir müddətdə gətirmələrlə dolur və sıradan çıxır. Məsələn, Fərhad su elektrik stansiyasının su anbarı 10 il ərzində tamamilə gətirmələrlə dolmuşdur. Dağıstanda Ağ-su çayı üzərindəki su anbarı 3 il ərzində tam lillənmişdir. Gətirmələr axımını öyrənməklə su anbarının lillənmə rejimini müəyyən etmək mümkündür.

Gətirmələr sərfi aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$R = 10^{-3} \cdot \rho \cdot Q, \quad (3.156)$$

burada R- gətirmələr sərfi; ρ - bulanıqlıq dərəcəsi; Q- su sərfi.

Gətirmələrin orta çoxillik axımı isə bu düstura görə hesablanır:

$$\overline{W}_g = \rho \overline{W}_{su} \cdot 10^{-6}, \quad (3.157)$$

burada $\overline{W}_g$ -gətirmələr axımının norması; $\overline{W}_{su}$ - su axımının norması.

Çayda su anbarı tikdikdə onun su və gətirmələr rejimi dəyişir. Su anbarında axının sürəti azaldığı üçün gətirmələr çökməyə başlayır. Gətirmələrin çökmə prosesi lillənmə adlanır.

Asılı gətirmələrlə bərabər, su anbarında dib gətirmələri də yığılır. Düzenlik çaylarında dib gətirmələri asılı gətirmələrin 10 %-ə qədərini təşkil edir. Dağ çaylarında asılı və dib gətirmələrinin axım nisbəti müxtəlif olur. Bəzən dib gətirmələri asılı gətirmələr axımının 25-50 %-ni (və daha çox) təşkil edə bilər. Su anbarının lillənməsini hesabladıqda asılı və dib gətirmələrin axım həcmi müəyyən edilməlidir. Lillənmə müddəti su anbarının istismar gücünü müəyyənləşdirir. İri su anbarları birinci il su ilə doldurulduqda gətirmələrin hamısını özündə çökdürüb saxlayır. Axımı illik tənzimləyən və kiçik bəndli su anbarlarında illik gətirmələr axımın ancaq bir hissəsi qalır. Su anbarında gətirmələrin mexaniki tərkibi bəndə doğru dəyişir: iri gətirmələr çayın su anbarına töküldüyü yerdə, xırda hissəciklər isə bəndə yaxın

çökməyə başlayır və tədricən bəndin yanına gəlib çatır. Su anbarı o zaman gətirmələrlə tam dolmuş hesab edilir ki, çayın təbii gətirmələr rejimi su anbarı olan sahədə yenidən bərpa olunsun. Bu, ölçüləri bənd tikilməmişdən əvvəl çayın ölçülərinə müvafiq olan məcra əmələ gələndən sonra baş verir. Bu zaman gətirmələr bütövlükdə aşağı byefə nəql edilir. Su anbarında bir ildə çökən gətirmələr miqdarının çayın orta illik gətirmələr axımına olan nisbəti su anbarının gətirmələri saxlamaq qabiliyyəti adlanır və aşağıdakı kimi hesablanır:

$$G_1 = \frac{P_r}{P_i}, \quad (3.158)$$

burada P_r -çökmüş gətirmələrin miqdarı; P_i - orta illik gətirmələrin miqdarı.

Su anbarının bir ildə lillənmiş həcmi belə təyin edilir:

$$V_r = \frac{1}{\gamma_r} \cdot P_r, \quad (3.159)$$

burada γ_r -su anbarına çökən gətirmələrin həcm çəkisi-dir.

Gətirmələrin həcm çəkisi müxtəlif fraksiyaların miqdarına görə təyin edilir (cədvəl 3.6).

Cədvəl 3.6

Gətirmələrin həcm çəkisi

Qruntlar	Həcm çəkisi, t/m ³
Lil	0.8-0.9
Qumla qarışıq lil	0.9-1.1
Lillənmiş xırda və iri qumlar	1.2-1.3
Xırda qumlar	1.4-1.5
Orta və iri qumlar	1.5-1.6
Çinqilli qumlar	1.7-1.9
Çinqil	1.8-1.2

Su anbarının normal şişmə səviyyəsindəki (NŞS) həcmnin (W) su axımı normasına (W₀) nisbəti onun nisbi tutumu adlanır:

$$\beta = \frac{W}{W_0} \quad (3.160)$$

Əgər, $\beta > 0.6$ olarsa, onda su anbarında çayın gətirdiyi bütün bərk hissəciklər çöküb qalmalıdır. Nisbi tutumu $0.15 < \beta < 0.6$ olan su anbarları iş rejimindən asılı olaraq gətirmələrin 70-100 %-ni saxlaya bilər.

Nisbi tutum $\beta < 0.15$ olduqda, zamandan asılı olaraq su anbarının lillənmə şiddəti azalacaqdır.

Çayın gətirmələr rejimi haqqında məlumat olmadıqda, oxşar çay üsulundan və ya bulanıqlıq xəritəsindən istifadə edərək asılı gətirmələr axımını təyin etmək olar. Dib gətirmələrinin sərfini aşağıdakı düsturla da hesablamaq olar:

$$R_g = 24 \cdot Q \frac{V}{C \sqrt{H}} \left(\frac{d_{\max}}{d_{\text{or}}} - 1 \right), \quad (3.161)$$

burada Q - çayın su sərfi, m^3/s ; V - çay axınının orta sürəti, m/san ; H -dərnlk, m -lə; C - sürət əmsalı, $\text{m}^{1/2}/\text{san}$; $d_{\max}$ - çayın dib çöküntülərinin maksimal diametri:

$$d_{\max} = \frac{V^3}{50.65 \sqrt{H}}, \quad (3.162)$$

d_{or} -dib çöküntülərinin orta diametri.

Su anbarlarının lillənməsinin gedişi aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$V_{r,z} = V_{r,\text{pr}} \cdot (1 - a'), \quad (3.163)$$

burada $V_{r,z}$ - su anbarının mümkün lillənmə həcmidir; a-birinci ildə su anbarının nisbi lillənməsini səciyyələndirən kəmiyyət, $a = 1 - V_r V_{r,pr}$; t- illərin sayı.

$$V_{r,pr} = V_{NSS} \left[1 - \left(\frac{\omega_j}{\omega_s} \right)^{1.7} \right], \quad (3.164)$$

burada ω_j - çay yatağından maksimal hesabat sərfi-nin 3/4 hissəsi keçdikdə canlı en kəsik sahəsi, m^2 ; ω_s -bəndə yaxın hissədə su anbarının ən böyük en kəsik sahəsi, m^2 .

Birinci ildə lillənmə bu düsturla hesablanır:

$$V_{a,i} = \frac{P_g}{\gamma_r} \left[1 - \left(\frac{\omega_j}{\omega_s} \right)^n \right], \quad m^3 \quad (3.165)$$

burada P_g - illik gətirmələr axımı, t/il; n-üst göstərici və çayın meyliyindən asılıdır.

Su anbarları çay gətirmələri ilə bərabər, onların sahillərinin yuyulub-uçulmasından əmələ gələn materiallarla da lillənir. Sahillərin yuyulması və uçulma-

sından əmələ gələn materiallar hesabına lillənmə, su anbarının gətirmələrlə lillənməsinin 40 %-nə qədərini təşkil edə bilər.

3.6.7. Həll olmuş maddələr axımı ✓

Səth və yeraltı sular torpaqda və qruntda olan duzları həll edərək ionlarla zənginləşir. Su əhəng, gips və dolomit süxurlarını daha asan həll edir. Çay sularının tərkibində müxtəlif duzlar vardır. Həmin duzlar kation və anionlardan ibarətdir. Tərkibinə görə çay suları aşağıdakı qruplara bölünürlər:

- hidrokarbonatlı;
- xlorlu;
- sulfatlı.

Çay sularının tərkibində müxtəlif həll olmuş qazlar da olur: oksigen, azot, karbon, hidrogen-sulfid.

Çay suyundakı əsas kationlar bunlardır: natrium, kalsium, maqnezium, kalium. Bunlardan başqa suyun tərkibində müxtəlif mikroelementlər, biogen elementlər və üzvi maddələr olur.

Suda həll olmuş maddələr çay, göl və dənizlərdə canlı aləmin yaşamasına və inkişafına imkan verir. Suların kimyəvi tərkibindən asılı olaraq onların bəzi fiziki xassələri dəyişir.

Suların kimyəvi tərkibini öyrənməkdə əsas məqsəd su təchizatında, suarmada və başqa sahələrdə

onlardan istifadənin nə dərəcədə mümkün olub-olmamasını müəyyən etməkdir. Hal-hazırda sənaye və nəqliyyatın, kənd təsərrüfatının inkişafı, şəhərlərin artması ilə əlaqədar olaraq su obyektləri çirklənir. Odur ki, hidrokimyəvi tədqiqatlar ən vacib məsələlərdən birinə çevrilmişdir. Hidrokimya təbii suların kimyəvi tərkibini, onların ətraf mühitdə gedən proseslərdən asılı olaraq zaman və məkana görə dəyişməsinə öyrənən elmdir. Çay sularının kimyəvi tərkibini kəmiyyətə səciyyələndirmək üçün minerallaşma dərəcəsi anlayışından geniş istifadə edilir. Vahid su həcmindəki həll olmuş mineral maddələrin miqdarına (mq/l və ya q/kq) suyun minerallaşma dərəcəsi deyilir. Okeanologiyada isə duzluluq məfhumundan istifadə olunur. Bunlarla yanaşı, suda olan əsas ionların cəmi də suyun kimyəvi tərkibinin kəmiyyət göstəricisidir.

S.A.Alyokın suyun minerallaşma dərəcəsinə görə çayları aşağıdakı qruplara bölür:

- az minerallaşmış (<200 mq/l);
- orta minerallaşmış (200-500 mq/l);
- artıq minerallaşmış (500-1000 mq/l);
- yüksək minerallaşmış (>1000 mq/l).

Çay sularının minerallaşma dərəcəsi şimaldan cənuba getdikcə artır. Bununla bərabər suyun aid edildiyi təsnifat sinfi də dəyişir. Cənub istiqamətində hidrokarbonatlı sular sulfatlı sularla, sonra isə sulfatlı

sular xloridli sularla əvəz olunur. Bu qanunauyğunluq təbii şəraitin ümumi dəyişkənliyi ilə sıx əlaqədardır. Məlumdur ki, şimaldan cənuba doğru iqlim dəyişdiyi üçün yağıntıların miqdarı getdicə azalır, buxarlanma isə artır. Odur ki, çay sularının kimyəvi tərkibi dəyişir, minerallıq dərəcəsi artır. Çayların çoxunun suyu hidrokarbonat sinfinə aid olub, az (200 mq/l) və orta minerallaşma dərəcəsinə (200-500 mq/l) malikdirlər. Tərkibində olan kationlara görə bu çay suları kalsium qrupuna aid edilir. Bu çaylarda maqneziumlu və natriumlu sulara çox təsadüfi halda rast gəlinir. Cənubi Qafqazın əsas çayları göstərilən sinif və qrupa aiddir.

Yüksək minerallaşma dərəcəsinə (>1000 mq/l) malik olan çay suları xloridli və sulfatlı sular sinfinə aid edilir. Bu siniflərə daxil olan az minerallaşma dərəcəli çaylara çox az təsadüf edilir. Sulfatlı sular sinfinə aid olan çaylara çöl və yarımsəhra zonalarında rast gəlmək olar.

Sulfatlı çay sularının minerallaşma dərəcəsi bəzən 3000-5200 mq/l olur. Məsələn, Kuma çayında suyun minerallaşma dərəcəsi 5000 mq/l-dir. Xloridli çay sularının minerallaşma dərəcəsi yüksək olur. Belə ki, Turçayın (Qazaxıstan) minerallaşma dərəcəsi 19000 mq/l-ə çatır.

Qeyd etmək lazımdır ki, çaylar dəniz və okeanlara ildə orta hesabla 472.3 mln. ton asılı gətirmələr,

384.1 mln. ton həll olmuş maddələr gətirir. Asılı gətirmələrə ölçüsü 10^{-5} mm-dən böyük olan hissəciklər aid edilir. Müəyyən zaman ərzində (il, ay, gün) baxılan ərazidən çay vasitəsilə aparılan ion-molekula və kolloid vəziyyətində olan üzvi və qeyri-üzvi maddələrin miqdarına həll olmuş maddələr axımı deyilir. Çay sularında həll olmuş maddələrin əsas hissəsini ion axımı təşkil edir. ion axımının miqdarını hesablamaq üçün su axımı həcmi ionların cəminə (q/m^3) və ya minerallaşma dərəcəsinə vurmaq lazımdır:

$$\underline{W_i} = W_{su} \cdot m_i, \quad (3.166)$$

burada W_{su} -orta illik su axımının həcmi, m^3 -la; m_i -minerallaşma dərəcəsinin (və ya ionlar cəminin) orta illik qiyməti (q/m^3 -la).

ion axımı orta ion axımı modulu (t/km^2) ilə də səciyyələndirilir:

$$P_i = \frac{W_i}{F}, \quad (3.167)$$

burada W_i -ion axımının miqdarı, tonla; F -hövzənin sahəsi, km^2 .

ion axım modulu ilə su axımı modulu arasında əlaqə aşağıdakı kimidir:

$$P_i = AMm_i, \quad (3.168)$$

burada A- mütənasiblik əmsalı və ya $A=0.0315$; M-su axımı modulu, $l/san \cdot km^2$; m_i - minerallaşma dərəcəsi, mq/l .

İon axımı çay axımı ilə sıx əlaqədardır və odur ki, il ərzində çayın sululuğunun dəyişməsi ilə yanaşı, ion axımı da dəyişir. Yaz gursululuğu və daşqın zamanı çay suyunun minerallaşma dərəcəsi azalır, ancaq su axımının həcmi böyük olduğu üçün ion axımı da böyük olur. Yay və qış axımı dövründə isə çay suyunun minerallaşma dərəcəsi artır. Su axımının həcmi çox və minerallaşma dərəcəsi böyük olan çaylarda ion axımı ən çox olur. Bəzi iri çayların ion axımı haqqında məlumat cədvəl 3.7-də verilmişdir.

Çayların mənsəblərində ion axımı

Çay	Hövzənin sahəsi, min km ²	Orta illik su axımının həcmi, km ³	Orta illik ion axımı, mln.t.	ion axımı modulu, t/km ² • il	Suyun mineral-laşma dərəcəsi, mq/l
Lena	2490	518	54,4	24,8	110
Volqa	1380	252	53,9	39,1	213
Yenisey	2580	618	48,4	18,8	78
Ob	2975	398	33,5	11,3	35
Amu-Dərya	465	42	17,4	37,5	415
Şim.Dvina	357	112	14,4	40,3	126
Sır-Dərya	462	14	11,7	25,3	835
Amur	1855	395	4,2	32,4	13,1
Dnepr	504	53	7,6	15,1	144
Kür	188	18	5,0	26,6	278

3.6.8. Sel dşqınları ✓

Dağ çaylarının getirmələr rejiminin özünə məxsus cəhətləri vardır. Bunun əsas səbəbi çay hövzəsinin relyefi və geoloji quruluşudur. Denudasiya prosesinin, o cümlədən aşınmanın şiddətli getməsi ilə əlaqədar olaraq çayların hövzəsində çoxlu miqdarda qırıntı materialları toplanır. Leysan yağışları nəticəsində həmin materiallar axını zənginləşdirərək daşqın əmələ gətirir. Dağ çaylarında getirmələrlə zəngin olan daşqınlar sel daşqınları adlanır. Sel axınları adi daşqınlardan getirmələrin miqdarı ilə fərqlənirlər. Sel daşqınları zamanı xırda getirmələrlə yanaşı, iri daşlar da axın vasitəsilə nəql edilir. Buna görə də çay böyük dağıdıcı qüvvəyə malik olur.

Sel hadisəsinin baş verməsi üçün hövzədə külli miqdarda xırdalanmış süxur parçaları yığılmalı, yağışların şiddətliyi və meyliklər böyük olmalıdır. Bundan başqa, bəzi hallarda selin əmələ gəlməsində bəzi hallarda çayın yuxarı axınında denudasiya materiallarının sürüşərək çayın qarşısını kəsməsi və xırda dəhnələr yaratması mühüm rol oynayır. Güclü yağışlardan sonra dəhnələri yaradan xırda təbii bəndlər dağılmağa başlayır və orada olan su, getirmə materiallarını böyük sürətlə çayın aşağı hissələrinə gətirir və beləliklə, getirmələrlə zənginləşən axın, yəni sel yaranır.

Sel daşqınları rejimlərinə görə iki cür olur: strukturlu və struktursuz sellər.

Strukturlu sellərdə turbulent (struktursuz) sellərdən fərqli olaraq, axında xırda gətirmələrin, o cümlədən gil, gillicə, toz-şəkilli maddələrin miqdarı daha da çox olur.

Sellər tərkibinə görə üç cür olur:

- palçıqlı;
- palçıqlı-daşlı;
- sulu-daşlı.

Sel daşqınlarının əksəriyyətinin davamiyyəti bir neçə saat olur. 1921-ci və 1973-cü illərdə Kiçik Almatinka çayında (Qazaxstan) güclü sellər baş vermişdir. 1921-ci ildə (iyulun 8-dən 9-na keçən gecə) sel zamanı axının maksimal sərfi $900 \text{ m}^3/\text{san}$ olmuşdur. 1846-cı ildə Kiş çayından keçən sel axını Şəki şəhərini dağıtmışdır.

Sel hadisələri müşahidə olunan dağ çayları hövzələrinin sahəsi $100\text{-}300 \text{ km}^2$, orta illik sərtləri $3\text{-}15 \text{ m}^3/\text{san}$, meylikləri $0.01\text{-}0.1$ və az sulu dövrdə orta sürəti $1\text{-}2.5 \text{ m/san}$, dərinliyi isə $0.3\text{-}1.0 \text{ m}$ olur.

Sel daşqınları keçdikdə sürət $3\text{-}5 \text{ m/san}$, dərinlik isə $3\text{-}4 \text{ m}$ -ə çatır. Bu zaman sel kütləsinin xüsusi çəkisi 1.8 t/m^3 , bəzi hallarda isə $1.9\text{-}2.3 \text{ t/m}^3$ olur. Sel kütləsinin xüsusi çəkisi belə hesablanır:

$$\gamma_s = \frac{1.0 + \gamma_g \beta}{1.0 + \beta}, \quad (3.169)$$

burada γ_s - sel kütləsinin xüsusi çəkisi; γ_g -gətirmələrin xüsusi çəkisi; β - 1 m³ suda olan gətirmələrin həcmi.

Sel materiallarının həcmi isə aşağıdakı düsturla hesablamaq olar:

$$W_s = 1000H\alpha F\beta, \quad (3.170)$$

burada H-yağış layı; α -axım əmsalı; F- hövzənin sahəsi; β -vahid su həcmindəki gətirmələrin həcmi.

Axım əmsalı hövzənin orta yüksəkliyindən asılıdır. Hövzənin orta hündürlüyü 2500-3000 m olduqda, $\alpha=0.5-0.7$. Orta hündürlüklü hövzələr üçün $\alpha=0.3-0.5$, alçaq hündürlüklü hövzələr üçün isə $\alpha=0.1-0.3$.

İ.İ.Xerxeulidzenin tədqiqatına görə sel daşqınları üçün $\beta=1.0-1.5$.

Bəzi çaylarda baş vermiş sellərin gətirmələr həcmi cədvəl 3.8-də verilmişdir.

Sel daşqınlarında gətirmələrin həcmi

Çay	Hövzə- nin sa- həsi, km ²	Selin keçmə tarixi	Gətirmələ- rin həcmi, m ³
Balakənçay	120	1.X.1932	372000
Kişçay	100	26.VII.1936	2175000
Şinçay	223	14.VIII.1955	3000000
Ordubadçay	42	20.VIII.1931	1000000
Kiçik Almatinka	119	08.VII.1921	3250000

Sel daşqınları ilə mübarizə vasitələrindən biri hövzədə kompleks hidrotexniki və fitomeliorativ tədbirlərin görülməsidir. Kiçik Almatinka çayında yaranan sel axınlarından Alma-Ata şəhərini qorumaq üçün Medeo yaxınlığında 1966-cı ildə hündürlüyü 100 m-ə qədər olan süni bənd yaradılmışdır. 1973-cü ildə həmin çayda 1921 və 1961-ci illərdəkindən də güclü sel axınlarının keçməsinə baxmayaraq, bənd sellərin qarşısını tam ala bilmişdir.

3.6.9. Məcrə prosesləri

Səth eroziyasından fərqli olaraq, çay məcrasında gedən eroziya zamanı axın yatağı dərinləşdirərək

sürətini artırır, sürət azaldıqda isə, əksinə, yataqda gətirmələr çökür və onu dayazlaşdırır.

Çay axınının sürətinin azalıb-artması su rejimi ilə əlaqədardır və vaxtaşırı dəyişir. Bunun nəticəsində məcrada yuyulma və çökmə prosesləri növbələnir. Axınla məcranın belə qarşılıqlı təsirindən yaranan prosesə məcra prosesi deyilir. M.A.Velikanov göstərmişdir ki, çay axını adi şəraitdə özünün quruluşuna müvafiq yataq forması əmələ gətirir və yataq forması isə öz növbəsində axında sürətin paylanmasına təsir göstərərək müvafiq sürət sahəsi yaradır.

Məcra ilə axının qarşılıqlı təsirini çay meandrlarının əmələ gəlməsi misalında daha aydın izləmək olar.

Tutaq ki, çay tamamilə düz xəttli yataqla axır. Bu yatağa sağ sahildən bir qol qovuşur. Qolun axına təsiri nəticəsində əsas çayda axının istiqaməti dəyişir və o, sol sahilə doğru yönəlir. Zaman keçdikcə sol sahil yuyulmağa başlayır, sağ sahildə qol qovuşan yerdən aşağıda isə gətirmələr çökürlər.

Gətirmələr sol sahilin yuyulmuş hissəsindən bir az aşağıda da çökür. Çökmüş gətirmələr axının istiqamətini dəyişərək onu qarşıdakı sahilə yönəldir. Beləliklə, məcranın bir hissəsində yuyulma, onun əks tərəfində isə çökmə prosesi gedir. Axın boyu dərinləşmiş və dayazlaşmış hissələr yaranır. Məcra prosesləri təbii halda elə istiqamətdə baş verir ki, axına

ən az müqavimət göstərən bir məcra əmələ gəlsin. Təbii şəraitdən asılı olaraq belə bir məcranın yaranması müəyyən dərəcədə məhdudlaşır. Məcra prosesinin gedışı axının və məcranın aşağıdakı xüsusiyyətlərindən asılıdır:

1. *Məcra formalaşdırın su sərfindən. Bu sərfin qiyməti fiziki-coğrafi şəraitdən asılı olaraq müəyyən edilir. Məsələn, Mərkəzi Asiya çayları üçün məcra formalaşdırın su sərfi kimi 10% təminatlı daşqın sərfi götürülür;*

2. *Çayın eyni xüsusiyyətli hissələrinin orta meylliyindən (J);*

3. *Dib gətirmələrinin orta diametrindən (d);*

4. *Çayın orta enindən (V);*

5. *Orta dərinlikdən (H);*

Məcranın və axının bu göstəriciləri arasındakı əlaqə morfometriya əlaqəsi adlanır və üç tənlik vasitəsilə ifadə olunur:

$$B = \alpha^{0.92} \cdot Q^{0.54} \cdot J^{-0.27}, \quad (3.171)$$

$$H = \alpha^{-0.54} \cdot Q^{0.27} \cdot J^{-0.14}, \quad (3.172)$$

$$v = \alpha^{-0.38} \cdot Q^{0.29} \cdot n^{-0.81} \cdot J^{0.40}, \quad (3.173)$$

burada $\alpha = \frac{A}{\sqrt{d}}$; $A = \frac{\sqrt{Bd}}{H}$; n-kələ-kötürlük əmsalındır.

Məcrə proseslərinin əsas amillərindən biri də axının turbulentliyidir. Bu proseslərə ərazinin relyefi, torpaq-qrunt təbəqəsi, bitki örtüyü və iqlim də təsir göstərir.

Çay məcrasının deformasiyası həm təbii yolla, həm də antropogen amillərin təsiri nəticəsində baş verir. Təbii yolla gedən deformasiya zamanı çayın məcrasını təşkil edən süxurlar axın vasitəsilə yuyulur və dib dərinləşir, Koriolis qüvvəsinin təsiri ilə yataqda yan deformasiya gedir. Bunlar qayıtmayan (dönməz) deformasiyalardır. Yerli və keçici xassəyə malik təbii deformasiyalar da müşahidə olunur. İnsan fəaliyyəti nəticəsində məcrada gedən proseslər bəzən bir istiqamətli, yəni qayıtmayan, bəzən isə keçici ola bilər. Məcranın formalaşması prosesi gursulu və daşqın dövrlərində baş verir. Azsulu dövrdə isə axının sürəti və su sərfi kiçik olduğu üçün bu proses demək olar ki, getmir.

Axınla məcrə arasındakı qarşılıqlı təsir uzun müddət davam etdikdən sonra elə bir məcrə forması yaranır ki, müəyyən dərəcədə dayanıqlığa malik olur. Məcranın dayanıqlı olması bir çox amillərdən asılıdır. Neva çayının məcrası dayanıqlıdır. Bu çayda məcrə prosesləri demək olar ki, nəzərə çarpmayacaq dər-

rəcədə zəif gedir. Bu da ondan irəli gəlir ki, çayın məcrası əsasən gil və daş qruntlardan təşkil olunmuşdur və su sərfinin tərəddüdü Ladoqa gölü ilə tənzimlənir, həm də suyun bulanıqlıq dərəcəsi azdır. Ancaq Kür, Ural çaylarının məcralarının dayanıqlığı azdır, çünki onların məcraları asan yuyulan qruntlardan ibarətdir və həmin çaylarda yüksək daşqınlar hər il keçir. Məcranın dayanıqlığı meylikdən və onu təşkil edən qruntların tərpənmə qabiliyyətindən asılıdır. Çay məcralarının dayanıqlığını seçiyyələndirmək üçün V.M.Loxtin aşağıdakı meyarı təklif etmişdir:

$$\eta = \frac{d}{n}, \quad (3.174)$$

burada d - məcranı təşkil edən qrunnt hissəciklərinin diametri, mm; n -çayın 1 km-də düşməsi, m.

Bu meyarı ancaq böyük çaylara tətbiq etmək olar. M.A.Velikanov həmin meyarı düzəliş vermişdir. Loxtin meyarı Velikanovun düzəlişi ilə aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$\eta = \frac{d}{HJ} = \frac{\omega^2}{v^2}, \quad (3.175)$$

burada H dərinlik, m; J -meyllik; ω - hidravliki irilik,

$$\omega = \sqrt[3]{\frac{2}{3} \text{agd}}; \quad v_* \text{ dinamiki sürət; } a \text{ -nisbi sıxlıq,}$$

$$a = \frac{\rho_g}{\rho} - 1; \quad \rho_g \text{-gətirmələrin sıxlığı; } \rho \text{-suyun sıxlığı.}$$

M.A.Velikanov çayları, məcralarının dayanıqlığına görə 5 qrupa bölür:

1. *Ən dayanaqlı çaylar. Belə çayların məcraları demək olar ki, yuyulmur, axında gətirmələrin miqdarı az olur və onlar dıblə zəif hərəkət edirlər (Yenisey çayı);*

2. *Planda dayanıqlı çaylar. Məcranın dərinliyi müəyyən bir orta qiymət ətrafında dəyişir (Volqa çayı);*

3. *Nisbətən dayanıqlı sahili olan çaylar (Visla çayı);*

4. *Az dayanıqlığa malik çaylar (Amudərya çayı);*

5. *Selli çaylar. Onların məcraları daşqın zamanı böyük deformasiyalara uğrayır.*

Mə'lumdur ki, gətirmələrin hərəkət növlərindən biri qırçınlı hərəkətdir. Odur ki, qırçınlar məcranın ünsürlərindən biri sayılmalıdır. Qırçınlardan başqa məcrada daha böyük, ölçüləri çayın eni ilə müqayisə edilə biləcək gətirmələr yığımı yaranır. Bunlar yan, ortalıq və dil şəkilli gətirmələr yığımı adlanırlar. Dil,

uzunsov şəkilli gətirmələr yığımıdır və bir qırağı ilə sahilə birləşir. Yan gətirmələr yığımı da sahillə birləşmiş olur, lakin yarımdayrə şəklindədir və üst döşü yastı, alt döşü isə dikdir.

Azsulu dövrlərdə məcranın sahillərində yan gətirmələr yığımı şahmat qaydası kimi düzülür. Onlar axın boyu aşağıya doğru hərəkət edir. Lakin bu hərəkət yan gətirmələr yığımının üzərini su örtəndə, əsasən gursulu dövrdə baş verir.

Ortalıq gətirmələr yığımı (calğamlar) qum adası şəklində olub, kursululuq və daşqın dövrlərində hərəkət edərək yerini dəyişə bilir. Onlar inkişaf edərək yan gətirmələr yığımına çevrilirlər. Gətirmələr yığımı ya inkişaf edir, ya da tamamilə yuyulur.

Ortalıq gətirmələr yığımı (calğamlar) inkişaf etdikdə onun üzərini bitki örtüyü basır və o, adaya çevrilir. Yan və dil şəkilli gətirmələr yığımı inkişaf etdikdə azsulu dövr məcrasının sahilinə çevrilə bilirlər. Çaylar məcra proseslərinə görə aşağıdakı tiplərə bölünür:

- dilvari qırçınli tip;
- ortalıq və ya mərcə çoxqolluğu;
- yan gətirmələr yığımı tipi;
- məhdudlaşmış meandrlaşma;
- sərbəst meandrlaşma;
- tamamlanmamış meandrlaşma;

- subasar çoxqolluğu.

Məcrə prosesinin tipinə müvafiq olaraq çay məcrası özünəməxsus xarici əlamətlərə malik olur. Dilvari qırçınli tipli məcrə prosesi vahid bir zəncir kimi hərəkət edir və addımının çayın enindən böyük olması ilə səciyyələnilir. Məcrə zəif və qaydasız əyrintiliyə malik olur, subasarı isə olmur.

3.6.10. Çay məcralarının illik və çoxillik deformasiyası

Çayların qidalanma xüsusiyyətlərindən, su rejiminin tərəddüdündən, hövzənin geoloji quruluşundan, bitki örtüyündən və iqlim şəraitindən asılı olaraq çay yataqlarının müxtəlif formaları mövcuddur. Çay məcralarında illik və çoxillik deformasiyalar baş verir.

İllik deformasiya çayın sululuğundan və onun il ərzində dəyişkənliyindən asılıdır. İl boyu su sərfi və səviyyə gah artır, gah da azalır. Yaz gursululuğu və daşqınlar dövründə su sərfələri böyük olur və çay axınında gətirmələr çoxalır. Bu zaman axının gücü və gətirmələri nəqlətmə qabiliyyəti artır.

Beləliklə də dib qırçınlarının ölçüləri artır, dərin yerlərin yuyulması zamanı əmələ gələn materiallar orada yığılır. Yaz gursululuğunun və daşqının sonunda səviyyə düşür, axının nəqlətmə qabiliyyəti

isə azalır. Bundan sonra dib qırçınları yuyularaq növbəli dərinlikləri doldurmağa başlayır.

Məcraanın mövsümi deformasiyalarına su rejiminin fazaları ilə yanaşı, su sərfinin axın boyu qeyri-müntəzəm paylanması da təsir göstərir. Axının tərəddüdlərinin şiddətliyi də illik deformasiyanın amillərindəndir. Çay məcralarının il ərzində deformasiyasının ümumi gedişatı göstərilən qanunauyğunluqla getsə də, yerli şəraitin təsirini nəzərə almamaq olmaz. Məsələn, çay üzərində bənd tikilmişsə, onda şişmə yaranır və daşqın zamanı bənddən yuxarıda axının sürəti artsa da, bəndə yaxınlaşdıqca axının nəqlətmə qabiliyyəti azalacaqdır. Çoxillik deformasiyaların əsas amilləri aşağıdakılardır:

- *qurunun ayrı-ayrı hissələrinin enməsi və qalxması (tektonik proseslər);*
- *eroziya bazisinin dəyişməsi;*
- *uzun müddət axının məcraya təsirinin biristiqamətli olması.*

Bəzən quru hissələri ildə bir neçə santimetrdən qədər qalxır və enir. Bu qalxma-enmə uzun müddət davam etdikdə çayın meyilliyi də getdikcə artır və ya azalır. Bu isə deformasiyanın uzun bir müddət ərzində biristiqamətli getməsinə səbəb olur. Eroziya bazisinin dəyişməsi də çayın ümumi meyilliyyətinin dəyişməsinin səbəblərindəndir. Bu halda da

deformasiya biristiqamətli gedir. Məsələn, Xəzər dənizinin səviyyəsi azalan dövrdə ona tökülən çayların mənşəb hissələrində yataqların dərinliyi artır. Çoxillik deformasiyalar, çay döngələri müəyyən bir vaxt ərzində yerini dəyişdikdə daha aydın görünür. Çay məcrasının əyrintiləri dövrü olaraq ya inkişaf edir, ya da yox olur və bu proses meandrlaşma adlanır. Meandrlaşmanın üç əsas növü var:

- *məhdudlaşmış meandrlaşma;*
- *sərbəst meandrlaşma;*
- *tamamlanmamış meandrlaşma.*

Məhdudlaşmış meandrlaşma yan gətirmələr yığımının sonrakı inkişafının nəticəsidir. Bu məcra prosesində yatağın ox xətti sinusoid şəklini alır və döngələrin çönmə bucağı 120° -dən çox olur.

Sərbəst meandrlaşmada axın bir yataqda hərəkət edir və yatağın enli subasarında çoxsaylı döngələr olur. Bu halda subasar köhnə yataqda qalır və o, əsas yataqdan ayrılır. Sərbəst meandrlaşmada çönmə bucağı müxtəlif olur və hətta 250° -ni öte bilər. Məhdudlaşmış meandrlaşmadan fərqli olaraq, döngələrin axın boyu aşağıya hərəkət etməsilə yanaşı, çönmə bucağı artır. Müəyyən bir müddətdən sonra döngələrin axın istiqamətində yerdəyişməsi demək olar ki, dayanır. Döngənin inkişafı onunla qurtarır ki, qonşu döngələrin aşağı və yuxarı hissələri bir-birinə

çox yaxınlaşır və dar bir boyun yaradır. Getdikcə axının təsiri altında bu boyun yarılr, döngənin başlanğıc və çıxış hissələri bir-birilə birləşirlər. Döngə isə köhnə yataq şəklində qalıb axmaza çevrilir.

Tamamlanmamış meandrlar gursululuq dövründə güclü axınlara malik subasarlər olan yerlərdə əmələ gəlir. Döngəliklərin müəyyən bir inkişaf mərhələsindən sonra düzləndirici su axarı yaranır və o, inkişaf etməyə başlayır. Düzləndirici suaxarda məcra prosesləri getməyə başlayır. Əvvəlcə orada yan gətirmələr yığımı, sonra isə əyrintilər yaranır. Düzləndirici suaxar əsas yatağa çevrilir və orada məhdudlaşmış meandrlaşma üçün səciyyəvi olan inkişaf dövrü başlayır. Bu proses çox saylı qolları və dib gətirmələri ilə zəngin olan çaylarda baş verir. Dib gətirmələri qırqınlar şəklində hərəkət edir və qısa su axınlarla ayrılmış adalar əmələ gətirir.

Subasar çoxqolluğu eyni bir subasarlarda çayın bir çox qollar şəklində axmasıdır. Suaxarla ayrılmış adalar planda çox dayanıqlı olurlar. Bəzən ayrı-ayrı qolların uzunluğu böyük olur və onlar sərbəst çay hesab edilə bilər. Belə məcra prosesinə tamamlanmamış meandrlaşmanın inkişaf forması kimi baxmaq olar.

Farq, düzənlik çaylarında çoxillik deformasiyaları öyrənərək məcranın planda forması ilə axının dərinliyi arasındakı əlaqənin xarakterini dəqiq müəyyən

etmişdir. O, göstərmişdir ki, axın boyu ən böyük dərinliklər xətti qabarıq sahilə doğru sıxılır və qum, lill isə çökək sahildə çimərliklər şəklində çökür.

3.6.11. Çay yataqlarının tənzimlənməsi

Axın və yatağın qarşılıqlı təsiri nəticəsində yatağın həm planda, həm də en kəsiyində forması dəyişir və bu, çaylardan istifadəni bəzən çətinləşdirir. Buna görə də, müəyyən tədbirlər vasitəsilə yataqda gedən deformasiyaları lazımi istiqamətdə yönəltmək lazım gəlir. Buna, çay yataqlarını tənzimləməklə nail olmaq mümkündür.

Çay yataqlarının tənzimlənməsi dedikdə, texniki üsullarla çayın su rejimini dəyişdirmək və yatağın dayanıqlığını təmin etmək nəzərdə tutulur. Belə ki, çay yatağının suburaxma qabiliyyəti artırılır və ya azaldılır, sahilləri yuyulmadan qorunur, daşqınlarla mübarizə aparılır, subasarlarda olan torpaqların gətirmələrlə lillənməsinin qarşısı alınır.

Gəmiçilik və sal axıtmaq üçün istifadə olunan çaylarda yatağı tənzimləməkdə məqsəd azsulu dövrdə yataqda lazım olan dərinlikləri və en kəsik ölçülərini təmin etməkdir.

Su rejimini dəyişdirmək üçün çay üzərində su anbarları tikilir. Suburaxma qabiliyyətini artırmaq üçün isə çayın dibinin meyilliyi artırılır. Bu məqsədlə çay

döngəliklərini düzləndirirlər. Düzləndirmə işləri həm də yatağın dayanıqlı olmasını təmin etmək üçün aparılır.

Daşqınlar zamanı ərəzilərən su ilə basılmasının qarşısını almaq üçün çayın sahillərində səddlər çəkilir.

Ümumiyyətlə, yataqların tənzimlənməsinin iki növü var:

- *tam tənzimlənmə: çayın bütün hissələrində dayanıqlı yatağın olması təmin edilir. Bu, ancaq kiçik çaylarda mümkündür;*
- *hissə-hissə tənzimləmə: tənzimlənmə işləri yalnız çayın müəyyən hissələrində aparılır.*

Yatağın tənzimlənməsi üçün istifadə olunan qurğular öz vəzifələrinə görə bir neçə tipə bölünürlər:

- *düzləndirmə qurğusu;*
- *müdafiə qurğusu.*

4. GÖLLƏR

4.1. Göllərin təsnifatı

Qurunun səthində qapalı çökək forması çala adlanır. Əgər belə çalalar çox sukeçirməyən süxurlardan ibarətdirsə, onda atmosfer yağıntıları onlarda yığılaraq bilavasitə dənizlərlə əlaqəsi olmayan, zəif su mübadiləsi gedən, zəif axımı olan və ya axımı olmayan sututarlar yaradır və onlar göl adlanırlar.

Göllərin təsnifatı müxtəlif əlamətlərə görə aparılır. Təsnifatlardan biri göl çalasının əmələgəlmə genezisinə görədir. Bu təsnifata görə göllər aşağıdakı tiplərə bölünürlər:

1. Tektonik göllər - yer səthində sınımlar və çökmələr nəticəsində yaranırlar;

2. Vulkanik göllər - vulkanların kraterində və ya vulkan fəaliyyəti nəticəsində əmələ gəlmiş çökəklərdə yaranırlar;

3. Buzlaq gölləri - qədim və müasir buzlaqların fəaliyyəti nəticəsində yaranır. Belə göllərin eksəriyyəti buzlağın hərəkəti istiqamətində uzanır.

4. Su-erozion və su-akumulyativ göllər - çay dərələrində, deltalarda və dəniz sahillərində yaranırlar. Bunlara subasardakı axmazlar da aiddir.

Qədim dayaz körfəzlərdə və su basmış çay mənşəblərində yaranan göllər laqun və liman göllər adlanır. Dənizlərdən ayrılmış fiord göllər də mövcuddur;

5. Meteorit mənşəli göllər - meteoritlər düşdükdə yaratdıqları çalalarda əmələ gəlir;

6. Eol (külək) göllər - küləyin fəaliyyəti nəticəsində barxan və dyunların arasında əmələ gəlir, kiçik və dayaz olurlar;

7. Karst (termokarst, suffozion) göllər - əsasən yeraltı və bəzən səth suları ilə asan həll olunan dağ süxurlarının yayıldığı ərazilərdə və ya daimi donuşluq zonasında ərimə getdikdə səth qatın çökməsindən yaranırlar;

8. Uçqun (bənd) göllər - çay dərələri dağ uçqunları, sürüşmələr, lava axını, buzlaq morenləri ilə tutulduqda əmələ gəlirlər;

9. Orqanogen göllər - bataqlıq massivləri və ya mərcan adaları qrupları (atoll) arasında yaranırlar;

10. Antropogen göllər - insanın təsərrüfat fəaliyyəti ilə bağlı daş karxanalarının yerində və s. əmələ gəlirlər.

Cədvəl 4.1-də Yer kürəsinin ən böyük gölləri haqqında məlumat verilmişdir.

Hidroloji baxımdan göllər axarlı, axarsız və axınlı olurlar. Axınlı göllər kiçik göllərdir və onlara tökülən çayın axım həcmi ondan çıxan çayın həcminə yaxın olur.

Cədvəl 4.1

Yer kürəsinin ən böyük gölləri

Gölün adı	Sahəsi, min km ²	Ən böyük də- rinlik, m
1	2	3
<i>Avropa</i>		
Xəzər	371.0	1025
Ladoqa	18.4	225
Oneqa	9.6	110
Venern	5.6	100
<i>Asiya</i>		
Aral	66.5	68
Baykal	31.5	1620
Balxaş	18.2	26
İssık-kul.	6.3	702
<i>Şimali Amerika</i>		
Yuxarı	82.4	393
Quron	59.6	228
Miçiqa	58.0	281
Böyük Ayı gölü	31.1	157
Böyük Kölə gölü	28.6	102
Eri	25.7	64
Vinnipeq	24.3	28
Ontario	19.5	237

Cədvəl 4.1-in davamı

<i>Cənubi Amerika</i>		
1	2	3
Marakaybo	16.3	250
Titikaka	8.3	304
<i>Afrika</i>		
Viktoriya	68.8	80
Tanqanika	32.9	1435
Nyasa	30.8	706
Çad	11-22	4-11
Rudolf	8.6	73
<i>Avstraliya</i>		
Eyr	8.2	20

Göl çalasının su səviyyəsinin ən yüksək qiymətindən aşağı hissəsi gölün yatağı adlanır. Göl yatağına sahil və dərin zonalar daxildir. Sahil (və ya sahilyanı) zona bilavasitə gölün sahilindən başlayır və onun yamacının ətəyində qurtarır. Bu zona litoral da adlanır. Göl yatağının ən dərin hissəsinə profundal və litoralə keçid hissəyə isə sublitoral deyilir.

4.2. Göllərin morfometrik ünsürləri

Gölün əsas morfometrik ünsürləri aşağıdakılardır:

- Su aynasının sahəsi (F) -sahil xətti, yeni sıfırıncı izobatla əhatələnmiş sahədir;

- 2) Gölün uzunluğu (L) -sahil xətti üzərində bir-birindən ən uzaqda olan nöqtələri su səthindən keçməklə ən qısa yolla birləşdirən xəttin uzunluğudur;
- 3) Gölün orta eni -onun sahəsinin uzunluğuna nisbəti kimi təyin olunur, $B_{or} = \frac{F}{L}$;
- 4) Sahil xəttinin uzunluğu (l_0) sıfırıncı izobatın uzunluğudur;
- 5) Sahil xəttinin girinti-çıxıntılığını göstərən əmsal;

$$K = \frac{l_0}{2\sqrt{F_{\text{or}}}} = 0.282 \frac{l_0}{\sqrt{F}}, \quad (4.1)$$

- 6) Göldəki suyun həcmi;

$$V = \frac{h}{3} (f_i + f_{i+1} + \sqrt{f_i \cdot f_{i+1}}), \quad (4.2)$$

burada h - izobatların kəsimi, m ; f_i, f_{i+1} -qonşu izobatlar arasındakı sahələrdir, m^2 ;

- 7) Gölün orta dərinliyi (h_{or}) -göldəki su həcminin onun aynasının sahəsinə nisbətində bərabərdir:

$$h_{or} = \frac{V}{F}. \quad \underline{\text{göl}} \quad (4.3)$$

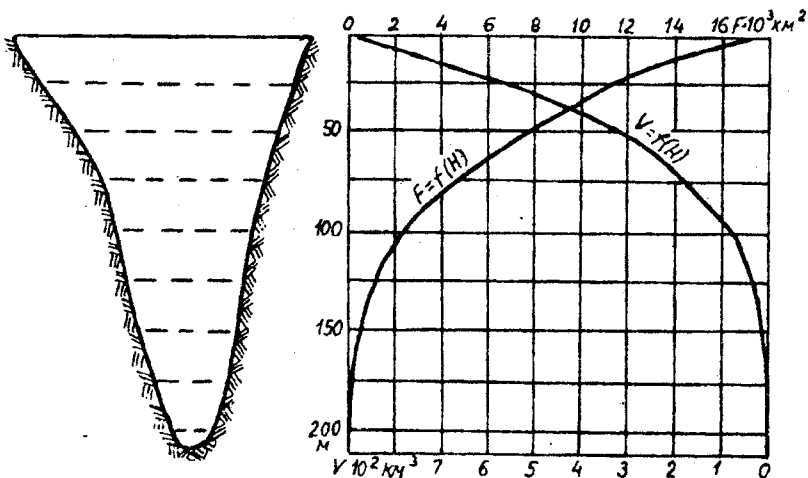
• Gölün maksimal dərinliyi (h_{max})- ölçmələr zamanı qeydə alınmış ən böyük dərinlikdir.

Gölün morfometrik ünsürləri gölün dərinliyindən asılıdır. Gölün dərinliyi ilə su aynasının sahəsi və göldəki su həcmi arasında əlaqə qrafikləri müvafiq olaraq batıqrafik əyri və həcm əyrisi adlanırlar (şəkil 4.1). Batıqrafik əyridən istənilən dərinliyə uyğun gələn su aynasının sahəsini təyin etmək olar.

Gölün su balansı gəlir və çıxar hissələrdən ibarətdir. Axarlı gölün su balansı tənliyi aşağıdakı şəkildə yazıla bilər:

$$X + Y_s + Y_q + K = Z + Y_a + Y_f + q \pm \Delta W. \quad (4.4)$$

burada X-gölün səthinə düşən yağıntılar; Y_s -gölə çay axımı; Y_q -gölə yeraltı axım; K -su buxarının kondensiyası nəticəsində atmosferdən göl səthinə daxil olan sular; Z- gölün səthindən buxarlanma; Y_a - göldən çay axımı; Y_f -göl çalısından filtrasiya; q- müxtəlif təsərrüfat məqsədləri üçün götürülən sular; ΔW -baxılan zaman intervalında göldə su həcmnin dəyişməsi.



Şek. 4.1. Gölün batıqrafik və həcm əyriləri.

4.3. Gölün su balansı və səviyyə rejimi

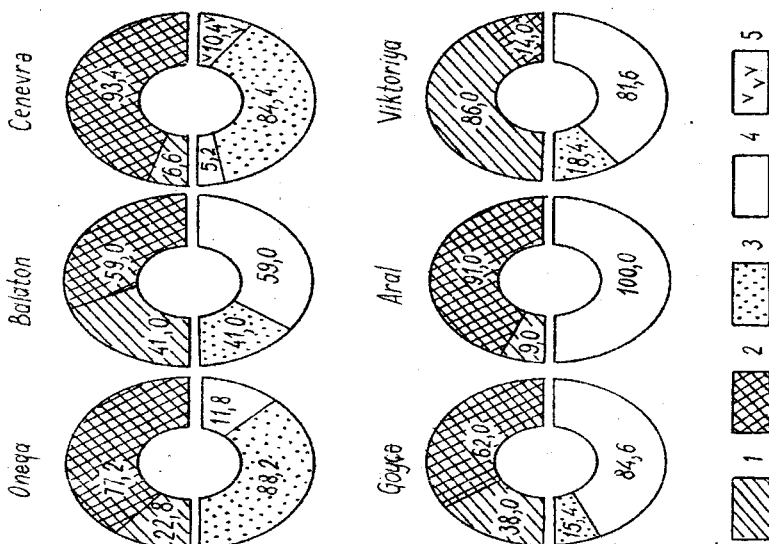
Axarsız gölün su balansı tənliyi aşağıdakı kimidir:

$$X + Y_s = Z \pm \Delta W. \quad (4.5)$$

Bu tənlikdən göründüyü kimi, axarsız göllərin su balansının çıxar hissəsini buxarlanma təşkil edir.

Şəkil 4.2-də bəzi göllərin su balansının diaqramları verilmişdir.

Göllərin səviyyə rejimi su balansı elementlərinin nisbətinin dəyişməsindən asılıdır. Səviyyə rejiminə küləyin fəaliyyəti nəticəsində müşahidə olunan qovulma- gətirmə prosesi də təsir göstərir. Səviyyənin sutkalıq, fəslı, illik, çoxillik və əsri tərəddüdləri mövcuddur. Xəzər gölünün çoxillik səviyyə tərəddüdləri aşağıdakı kimidir: 1930-1940-cı illərdə səviyyənin kəskin düşməsi (2.5 m), 1977-1995-ci illərdə səviyyənin qalxması (2.5 m) və 1996-cı ildən səviyyənin enməsi.



Şək. 4.2. Göllərin su balansı (%-lə).

1-yağıntılar; 2-gölə çay axımı;
3-göldən çay axımı; 4-buxarlanma;
5-məcəraaltı axım.

4.4. Göldə dinamik proseslər

Göldə müşahidə edilən dinamik proseslərdən biri külək dalğalarıdır. Küləyin sürəti 1 m/s-dən az olduqda hündürlüyü 3-4 mm, uzunluğu 40-50 m olan kapilyar dalğalar yaranır. Küləyin sürəti artdıqca kapilyar dalğalar qravitasion dalğalara çevrilir. Dalğanın əsas ünsürləri aşağıdakılardır:

- yal-statik səviyyədən yuxarıda qalan dalğa hissəsi;
- zirvə - yalın ən hündür nöqtəsi;
- dalğa çökəkliyi - iki qonşu yal arasında qalan hissə;
- daban - dalğanın çökək hissəsinin ən alçaq nöqtəsi;
- dalğanın hündürlüyü (h) daban ilə zirvə arasında şaquli məsafə;

λ • dalğanın uzunluğu (λ) iki qonşu təpə və ya daban arasında məsafə;

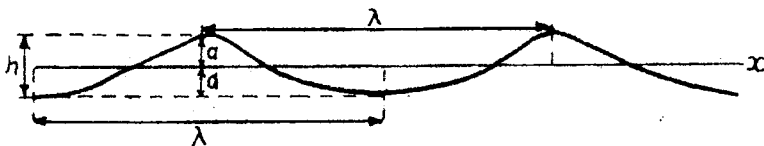
T • dalğanın dövrü - fəzanın eyni bir nöqtəsindən ardıcıl iki dalğa zirvəsinin keçmə müddəti;

C • dalğanın yayılma və ya fəza sürəti -eyni bir dalğa zirvəsinin hərəkət sürəti;

• dalğanın dərinliyi -dalğanın hündürlüyünün onun uzunluğuna nisbəti;

- dalğanın cəbhəsi - dalğanın yalı boyu keçən üfqi xətt.

Dalğanın əsas elementləri şəkil 4.3-də göstərilmişdir.



Şək. 4.3. Dalğanın elementləri

Dalğanın sürəti (S), uzunluğu (λ) və dövrü (τ) arasındakı asılılıq belə ifadə olunur:

$$C = \frac{\lambda}{\tau} \quad (4.6)$$

Göl və su anbarlarındakı dinamiki proseslərdən biri də seysdir. Seyş durğun sərbəst dalğadır. Onun yaranma səbəbi təzyiqin sututarın bir hissəsində ciddi dəyişməsi, qeyri-dövrü qovma-gətirmə hadisəsi, gölün məhdud akvatoriyasında külli miqdarda yağış yağmasıdır. Seyşlər bir-iki və çoxqovşaqlı olurlar.

Göl və su anbarlarında su kütləsinin hərəkəti axın adlanır. Axınlar istiqamətləri və sürətləri ilə səciyyələnilirlər. Onların müxtəlif növləri var: külək, sıxlıq,

axım və ətalet axınları. Dəyişkənliyinə və fəaliyyət xarakterinə görə daimi, dövrü və müvəqqəti axınlar ayrılır.

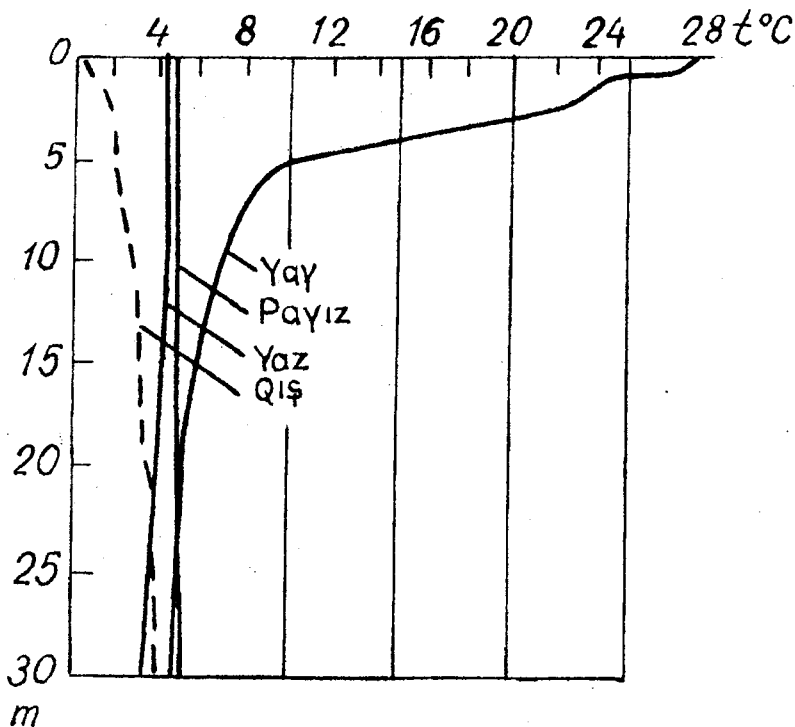
Külək axınları qeyri-sabitlikləri ilə səciyyələnir. Axım nəticəsində yaranan axınları sututara tökülən çaylar əmələ gətirir. Sıxlıq axınları su kütləsinin qeyri-bircins olması nəticəsində yaranır (temperatur fərqi nəticəsində üfüqi sıxlıq gradientinin yaranmasından). Sahil zonada külək dalğası hidrostatik təzyiq qüvvəsinin dəyişməsi ilə əlaqədar kompensasiya axın yaradır. İri sututarlarda sahilboyu sabit axınlar müşahidə olunur.

4.5. Göllərin termik və buz rejimi

Göl və su anbarlarının termik rejimi konvektiv qarışma ilə sıx əlaqədardır. Bu su obyektlərinin müxtəlif dərinliklərində temperatur əhəmiyyətli dərəcədə fərqlidir. Bunun səbəbi suyun istilikkeçirmə qabiliyyətinin zəif, istilik tutumunun isə böyük olmasıdır. Mülayim qurşaqda payız fəslində konveksiya nəticəsində suyun temperaturu dərinlik boyu bərabərləşərək 4°C -yə çatır. Beləliklə, payız homotermiyası yaranır (şəkil 4.4).

Su soyuduqca konveksiya kəsilir, nazik səth qatı donur və qışda temperatur dərinlik boyu artır (0°S -dən 4°C -yə qədər). Su layında temperaturun belə pay-

lanması əks termik stratifikasiya adlanır. Yazda suttar buzdan azad olunduqdan sonra yaz konveksiyası başlanır və temperatur dərinlik boyu təqribən bərabər olmaqla (4⁰ 6) yaz homotermiyası yaranır.



Şək. 4.4. Müxtəlif mövsümlərdə göldə temperaturun dərinliyə görə dəyişməsi.

Yay dövrü səthin temperaturu artır. Konvektiv qarışma kəsilir, temperatur dərinlik artıqca azalır və bu

düz termik stratifikasiya adlanır. Gecə vaxtı su soyuduqdan və küləyin fəaliyyəti nəticəsində qarışma baş verdiyindən yuxarı su qatında temperatur nisbətən bərabərləşir və bundan aşağı qatda temperatur tez azalır. Bu prosesin nəticəsində sıçrayış qatı əmələ gəlir.

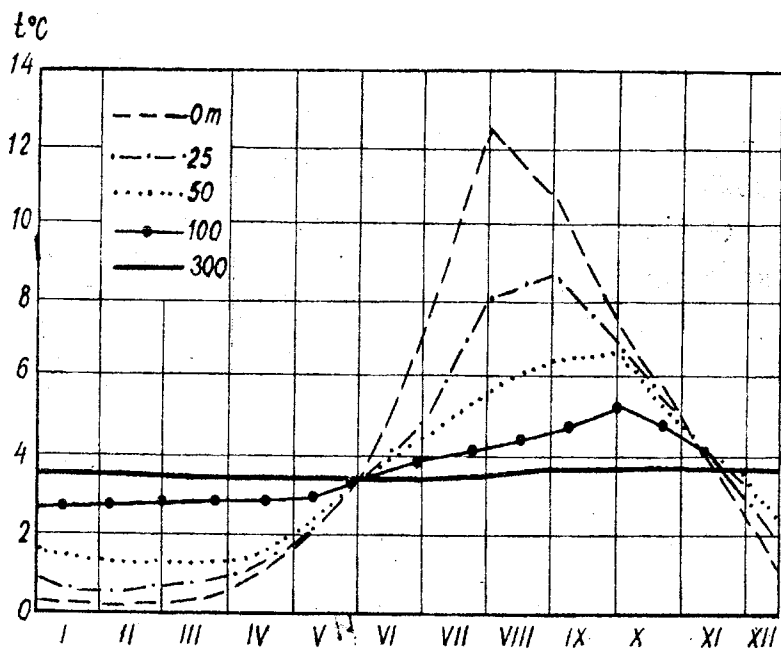
Sututarlarda termik (temperatur) zonalar mövcuddur. Sıçrayış qatı su kütləsini bir-birindən fərqli üç laya ayırır: epilimnion, metalimnion, hipolimnion. Epilimnion sıçrayış qatından yuxarı hissədir. Burada suyun xassələri demək olar ki, bircinsdir. Metalimnion sıçrayış qatıdır. Bu aralıq zonada dərinlik boyu hidroloji şərait dəyişir və suyun bütün xassələrinin böyük qradientləri müşahidə edilir. Hipolimnion sıçrayış qatından aşağıda yerləşir. Burada suyun xassələri bircins və sabitdir.

Termik rejiminə görə göllər üç tipə bölünürlər:

- tropik göllər -il boyu düz termik stratifikasiya müşahidə olunur;
- qütb göllər -il boyu əks termik stratifikasiya mövcuddur;
- mülayim göllər -yaz və payızda homotermiya, yayda düz, qışda isə əks termik stratifikasiya müşahidə edilir.

Gölün müxtəlif dərinliklərində temperaturun aylar üzrə paylanması şəkil 4.5 -də göstərilmişdir.

Göllerde buzun ilkin formaları (sahil buzu, piy, xəşələ buzu və s.) əmələ gəlir. Bəzi göllərdə sudaxili buz da yaranır. Küləyin təsiri nəticəsində axınlarla sərbəst buz axını baş verir. Göl səthinin buz bağlanması iki-üç ay çəkir. Buz örtüyü sahil buzunun inkişaf edərək birləşməsi nəticəsində formalaşır. Buzdan azad olma isə sahildən başlayır. Tədricən buz örtüyü parçalanır və buz axını başlayır.



Şək. 4.5. Baykal gölünün müxtəlif dərinliklərində temperaturun illik gedişi.

4.6. Sututarlarda suyun kimyəvi tərkibi

Suların kimyəvi tərkibi və ümumiyyətlə, hidro-kimyəvi rejimi, başlıca olaraq sututurların ölçülərindən (dəriniyi, sahəsi və su həcmi) asılıdır. Sahəsi böyük və orta dəriniyi az olan göllərdə buxarlanma, eyni həcmli, lakin sahəsi kiçik olan göllərə nisbətən böyük olur. Əgər gölün duzluluğu 1 q/l-ə (1%) qədər olarsa, onun suyu şirin, 1-24.7 q/l ($\leq 24.7\%$) olarsa, şorakətli və 24.7 q/l-dən çox olarsa duzlu hesab edilir. Axarlı göllərdə duzluluq 200-300 mq/l-dən böyük olmur. Dağ göllərinin duzluluğu daha azdır. Yarımsəhra və quraq ərazilərin göllərində duzların miqdarı çox olur.

Göl suyunda olan əsas ionlar hidrokarbonat HSO_3 , karbonat CO_3 , sulfat SO_4 , xlor Cl , kalsium Ca , maqnezium Mg və natriumdur Na .

Göllərdə xlor və sulfat duzları daha geniş yayılmışdır.

Göllərin hidrokimyəvi rejiminin formalaşmasında və bioloji proseslərin inkişafında göl sularında həll olmuş qazların rolu böyükdür. Oksigen O_2 , karbon CO_2 və kükürd qazlarının H_2S miqdarı daha çoxdur. Oksigen göl suyuna həm havadan daxil olur, həm də bioloji proseslər nəticəsində ayrılır. Karbon qazı suda və torpaqda gedən bioloji proseslər zamanı və üzvü maddələr çürüdükdə əmələ gəlir. Kükürd qazı

isə ancaq gölün dibində və suda zülal maddələri çökdükdə yaranır.

Göl suyunun şəffaflığı böyük intervalda dəyişir. Dərin dağ göllərinin suyu daha şəffafdır. Dayaz, lakin sahəsi böyük olan göllərin suyunun şəffaflığı az olur.

Suyun rəngi mövsümi tərəddüdə malikdir və gölün müxtəlif hissələrində fərqlənir. Bu, suda həll olmuş maddələrin, asılı hissəciklərin, mikroorqanizmlərin işıq şüasını udması, səpələməsi və əks etdirməsindən asılıdır.

Göllərdə daima kənardan daxil olan və gölün özündə formalaşan maddələr akkumulyasiya olunur. Gölün dibindəki lil mineral və üzvi mənşəli hissəciklərin toplusudur. Lilin üst qatı yumşaqdır və dərinlik artdıqca o sıxılır. Göllərin səciyyəvi dib çöküntülərindən biri də sapropeldir.

4.7. Göllərin çay axımına təsiri

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, yəni çayın təbii rejimini tənzimləyir. Tənzimlənmənin xarakteri konkret fiziki-coğrafi şəraitdən, gölün tipindən, hidrometrik 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 səthində 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 akumuliyasiya olunmuş su həcmindən də artıq ola bilər. Bununla əlaqədar göllü hövzəyə malik çayların axımı, gölsüz çaylara nisbətən azalır, xüsusilə azsulu illərdə.

Hövzədə çoxsaylı axarsız göllər olduqda, onlar səth və yeraltı suları akumuliyasiya 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 axınına daha güclü təsir göstərir, xüsusilə müşahidə məntəqəsinin yaxınlığında olduqda. Çayların yuxarı axınında yerləşən göllərin həcmi çox zaman kiçik olur və onlarda toplanan su yalnız qısa müddət ərzində çayların qidalanmasında iştirak edir.

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

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

5. BATAQLIQLAR

5.1. Bataqlıqların əmələ gəlməsi və təsnifatı

Daima ifrat nəmlənmiş, oksigen çatışmazlığına uyğunlaşmış, nəmliyi seven bitki ilə örtülmüş, torf əmələgəlmə prosesi ilə səciyyələnən və torf layının qalınlığı 30 sm çox olan quru sahəsi bataqlıq adlanır.

Torf layının qalınlığı göstərilən qiymətdən az olarsa, həmin sahə bataqlaşmış mineral torpaq sahəsi adlanır. İfrat nəmlənmiş torpaqlarda məsələrdən hava tamamilə çıxır və onlar su ilə dolmuş olur. Belə torpaqlar kənd təsərrüfatı üçün yararsız sayılır. Bataqlıqlarda bitkilərin kökləri mineral qrunta çatmır. Sərhəddi torf qatı sıfır olan yerdən keçirilmiş qapalı kontur daxilində yerləşən bataqlıqlara bataqlıq massivi deyilir. Bataqlıqlar suayırıcılarda, dayazlaşan və bitki basmış göl və sututarlarda meşə yağınlılarından sonra əmələ gəlir.

Quruda bataqlığın əmələ gəlməsi üçün axını zəiflədən müvafiq fiziki-coğrafi şərait olmalıdır. Həmin şəraitdə axın zəif olduğundan, su yer səthində və

torpaq-qruntda yığılaraq daima və ya uzun müddət dövrü olaraq ifrat nəmlik yaradır. İynəyarpaqlı meşələrdə göstərilən şəraitdə əvvəlcə yaşıl mamır, sonra isə sfaqnum mamırı əmələ gəlir. Bu ağacların köklərinin oksigenlə təchizatını kəskin azaldır. Nəticədə ağaclar məhv olur və meşə bataqlığa çevrilir.

Daimi donuşluq yayılmış rayonlarda bataqlaşmanın əmələ gəlməsinin səbəbi suyun donmuş qruntlayından süzülə bilməməsidir.

İfrat rütubətli zonada illik yağıntıların miqdarı buxarlanmadan artıq olduğu üçün bataqlıq əmələ gəlmə prosesi geniş yayılmışdır. Dəyişən rütubətli zonada bataqlıqlar əsasən çökək yerlərdə və çay dərələrində əmələ gəlir. Rütubət çatışmayan ərazilərdə isə bataqlıqlar subasarlarda və dərin çay dərələrində əmələ gəlir. Buna səbəb daşqınlar və yeraltı suların səthə çıxmasıdır. Sutaturlar dayazlaşdıqda da bataqlıqlar əmələ gəlir. Sututarın çalasında çöküntülərin yığılması ilə əlaqədar olaraq kənarlardan mərkəzə doğru dayazlaşma prosesi gedir. Bu prosesin sürəti sututarın yaşından və su balansı ünsürlərinin nisbətindən asılıdır.

Sututar dayazlaşdıqca su bitkiləri məhv olub dibdə yığılır və dayazlaşma prosesi sürətlənir. Zaman keçdikcə sututurları (gölləri, axmazları və s.) bataqlığa məxsus susevər bitkilər basır və bataqlıq əmələ gəlir. Belə bataqlıqlarda torf qatının aşağı hissəsi so-

propel çöküntülərdən ibarət olur. Bu cür bataqlıqlar Şərqi Sibirdə, Belarusiya və Ukrayna Polesesində, Rusiyanın Pskov vilayətində və s. yerlərdə daha çoxdur. Bataqlıqlar qidalanma xüsusiyyətlərinə, inkişaf mərhələsinə, bitki örtüyünə, səthinin vəziyyətinə görə aşağıdakı tiplərə bölünür:

1. Alt bataqlıqlar nisbətən mineral maddələrlə zəngin olur və buna görə orada ot bitkilərindən cil, qamış, qatır quyruğu və yaşıl mamır bitir. Bataqlıqlara suayrıcındakı çökək yerlərdə, köhnə göl və ya sub-sarlarda rast gəlmək olar. Alt bataqlıqlarda torf bir o qədər də çox olmur (4-8 m). Onları yeftrof və ya ot bataqlıqları da adlandırırlar.

Alt bataqlıqların (yeftrof) səthləri ya batıq, ya da düz olur. Onların qidalanmasında atmosfer yağıntılarından başqa səth və yeraltı sular da iştirak edir.

2. Keçid bataqlıqlarda torf layının qalınlığı artdıqca mineral maddələr azalır və bitki örtüyünün növü də dəyişir. Belə bataqlıq üçün qarışıq qidalanma səciyyəvidir və o, mezotrof bitkilərlə zəngin olur (cil, kol və ağac bitkiləri). Keçid bataqlıqlar mezotrof və ya meşəbataqlıqları da adlanırlar.

3. Üst bataqlıqlarda mineral maddələrin miqdarı keçid bataqlıqlara nisbətən daha da azalır, üzvi maddələrin miqdarı isə artır. Mineral duzların azalması ilə əlaqədar olaraq sfaqnum mamırı yayılmağa başlayır. Sfaqnum bataqlığının mərkəzində tez artır

inkişaf etdiyi üçün səthi qabarıq şəkildə olur. Bataqlığın mərkəzi kənarlardan 5 m, bəzən 7-8 m hündür olur. Üst bataqlıqlar ancaq atmosfer yağıntıları ilə qidalanırlar. Orada qidaya tələbatı az olan oliqotrof bitkilərdən sfaqnum mamırı, süpürgə kolu, ladan ağacı, quşüzümü və s. bitir.

Göründüyü kimi müxtəlif inkişaf mərhələlərində bataqlıqların qidalanma xüsusiyyətləri və bitki örtükləri dəyişir. Alt bataqlıqların ilk inkişaf mərhələsində ot bitkiləri əsas yer tutur, qidalanma isə qarışıq olur, yəni atmosfer yağıntılarının səth sularının (daşqın zamanı və gursulu dövrdə) və yeraltı suların hesabına baş verir.

Bataqlıq səthinin getdikcə qalxması və torfun miqdarının artması ilə əlaqədar olaraq onların qidalanma xüsusiyyətləri dəyişir. Cil və başqa ot bitkilərinə lazım olan mineral duzların da miqdarı azalır və onlar kolluq və ağac bitkiləri ilə əvəz olunur. Bataqlıqların səthinin qalxması davam edərsə, bu zaman onlar ancaq atmosfer yağıntıları ilə qidalanırlar və bu mineral maddələrin daha da azalmasına gətirib çıxarır. Kol və ağac bitkiləri əvəzinə bataqlıq tamamilə sfaqnum mamırı ilə örtülür. Beləliklə, alt bataqlıqlar getdikcə üst bataqlıqlara çevrilir. Əmələ gəldikləri yerdən asılı olaraq bataqlıqlar bir neçə tipə bölünürlər: subasar, dərə, yamac, suayrıcı və terrasyanı bataqlıqlar.

5.2. Bataqlıqların hidroloji xüsusiyyətləri

[Bataqlıqlar atmosfer yağıntıları, yeraltı və səth suları ilə qidalanırlar. Onların hidroloji rejimləri çay və göllərin rejimindən fərqlənir. Bu onunla bağlıdır ki, torf bataqlıqlarında su ümumi çəkinin 89-94%-ni təşkil edir.]

Qurutma işləri apardıqda, yəni kollektor-drenaj şəbəkəsi vasitəsilə suyu bataqlığın ərazisindən kənar etdikdə, torfdakı suyun miqdarı 5-10% azalır. Bataqlıqlarda suyun azalması həm də buxarlanmanın bilavasitə təsiri nəticəsində baş verir.

Bataqlıqların rejimi torfun quruluşu və xassələri, torf qatında suyun hərəkəti, qrun sularının səviyyəsinin tərəddüdü, buxarlanma və bataqlıqdan axın ilə əlaqədardır.

[Bataqlıqda olan suları aşağıdakı toplananlara bölmək olar:

1) *Sərbəst su*: torfdan ağırlıq qüvvəsinin təsiri altında ayrılır;

2) *Torfla əlaqəli su* -onu ağırlıq qüvvəsinin təsiri ilə ayırmaq olmur.

Əlaqəli su öz növbəsində 4 yerə bölünür:

a) səthi gerilmə qüvvəsinin təsiri ilə dar məsələrdə aşağı və yuxarı hərəkət edən kapilyar sular. Bu sular torfdan bitkilər və torfun səthindən gedən buxarlanma nəticəsində ayrıla bilər;

b) su və xırda torf hissəciklərindən təşkil olunmuş kolloid qarışığında olan sular. Bu sular torf qurudulduqda ondan ayrılır;

s) dağılmış bitki hüceyrələrində olan osmotik su. Bu suyu ancaq bitki hüceyrələrinin qabığını kimyəvi yolla dağıtdıqda kənar etmək olar;

d) torf maddəsinin kimyəvi tərkibində olan hidrat suyu.³

Bataqlıqda daim fəaliyyət göstərən göllərdə, xırda çaylarda yığılmış və atmosfer yağıntıları nəticəsində əmələ gəlmiş sular sərbəst sulardır. Belə sular hər də torf yatağından aşağıda linza və ya yatağın daxilində damarlar şəklində yığılır. Sərbəst suları bataqlıqlardan qurutma şəbəkəsi vasitəsilə kənar edirlər. Bataqlıqlarda sərbəst və əlaqəli sular arasında aralıq vəziyyəti tutan gravitasiya suları da olur. Onları da təbii və süni məcrələr vasitəsilə bataqlıqdan kənar etmək olur.]

Sərbəst axın şəraitində gruntun məsamələrində saxlana bilən ən böyük su miqdarına tam nəmlik tutumu deyilir.

Otlı bataqlıqların tam nəmlik tutumu 750-875 kq/m³, sfaqnumlu bataqlıqların ki isə 900 kq/m³-ə qədərdir. Müqayisə üçün qeyd etmək lazımdır ki, qumun tam nəmlik tutumu 250 kq/m³, gillicə torpaqların ki isə 620 kq/m³-dur.

Torfun su xassələrinə onun sukeçirmə qabiliyyəti də aiddir. Torfun sukeçirmə qabiliyyəti süzülmə əmsalı ilə səciyyələndirilir. Bu əmsal bataqlığın növündən və torfun ayrılma dərəcəsindən asılıdır. Üst qatda yerləşən və az sıxılmış torf layı ən böyük süzülmə əmsalına malikdir. Aşağı qatlarda yerləşən və sıx torf laylarının sukeçirmə qabiliyyəti sıfıra yaxındır. Torfun çəki və həcm nəmliyi də təyin olunur. Torfun çəki nəmliyi onda olan suyun çəkisinin, torf nümunəsinin su ilə birlikdə ümumi çəkisinə nisbətidir. O, onluq kəsr və ya faizlə ifadə olunur:

$$\delta = \frac{p_s}{p}, \quad (5.1)$$

burada p_s -nümunədəki suyun çəkisi; p -su ilə bərk maddənin birlikdə çəkisidir.

Torfun həcm nəmliyi nümunədəki suyun həcmnin nümunənin tam həcminə olan nisbətidir və faizlə ifadə olunur:

$$\eta = \frac{V_s}{V} \cdot 100, \quad (5.2)$$

burada V_s -nümunədəki suyun həcmi; V -nümunənin həcmidir.

Torfun sukeçirmə qabiliyyətinin zəif və bataqlıqlardakı yeraltı suların aynasının meyilliyyənin az olması nəticəsində torfun daxilində suyun hərəkət sürəti demək olar ki, sıfıra yaxın olur. Torf yatağının üst layının məsaməliyi çox, süzülmə əmsalı böyük olur. Səthdən dibə doğru torf sıxlaşdığı üçün həm məsaməlik azalır, həm də süzülmə əmsalının qiyməti sıfıra yaxınlaşır.

Torf yatağında suyun hərəkəti başlıca olaraq üst layda süzülmə yolu ilə baş verir. Həmin lay fəal lay, ondan aşağıda yerləşən laylar isə ətalətli laylar adlanırlar. Fəal lay daxilində qrunt sularının səviyyəsi tərəddüd edir və nəmlik dəyişkən olur. Burada süzülmə əmsalı böyük olur, çünki mamır örtüyünün süzülmə əmsalı 300 sm/sutka qədər ola bilər. Ətalətli layda torf zəif su keçirmə qabiliyyətinə malikdir və suyun tərkibi sabitdir. Buna görə də torf yatağından çaya ancaq fəal layda yığılmış sərbəst su axıb gedə bilər. Bataqlıqlarda sərbəst suyun hərəkəti laminar rejimdə baş verir.

Qrunt sularının səviyyəsinin dəyişməsinə bataqlığın relyefi, iqlim, bitki örtüyünün növü və qurutma kanalları təsir edir. Qrunt sularının tərəddüdünün gedişatı meteoroloji ünsürlərin illik gedişatına müvafiqdir. Belə ki, yazda qar əriməyə başladıqda səviyyə qalxır (yaz maksimumu) yayda

isə havanın temperaturunun və buxarlanmanın artması, bitkilərin inkişaf etməsi ilə əlaqədar olaraq qrunut sularının səviyyəsi tədricən düşür və minimuma çatır (yay minimumu). Payızda yağıntıların miqdarı artır, buxarlanma azalır və səviyyə yenidən artmağa başlayır (payız maksimumu). Payız maksimumu əksər hallarda yaz maksimumundan kiçik olur. Qışda bataqlıqlar səth suları ilə qidalanır və səviyyə yenidən düşür (qış minimumu).

Qrunut sularının fəsillik gedişatına yağışlar və qışda havanın birdən isinməsi təsir göstərə bilər. A.D.Dübaxın apardığı tədqiqatlar göstərmişdir ki, 1 mm yağış qrunut sularının qısa müddətdə 5 mm-ə yaxın qalxmasına səbəb olur. Yağışdan əvvəl qrunut suları bataqlığın səthindən 50-60 sm aşağıda olduqda, onların səviyyəsi daha kəskin qalxır. Bu, torfun üst layının məsaməliyinin böyük olması ilə izah olunur. Torfun istilikkeçirmə qabiliyyəti az olduğu üçün o, mineral qrunutlara nisbətən az dərinlikdə donur. Şərqi Avropanın orta qurşağında bataqlıq 40-45 sm dərinlikdə donur. Yazda isə bataqlıqların donuşluğunun açılması qrunutlara nisbətən gec baş verir və daha uzun müddət davam edir (10-12 gün).

K.Y.İvanovun tədqiqatlarına görə bataqlıqda buxarlanma müxtəlifdir və yerli şəraitdən, bataqlığın

vəziyyətindən asılıdır. Buxarlanmaya təsir göstərən əsas amillər aşağıdakılardır:

- qrunut sularının bataqlığın səthinə yaxın olması;
- bataqlığın üst qatının quruluşu;
- bataqlıq bitkilərinin tərkibi və fizioloji xüsusiyyətləri.]

Bataqlığın səthi daima və ya dövrü olaraq su ilə örtülürsə, o zaman buxarlanma açıq su səthindən olan buxarlanma şəraitinə oxşar olacaqdır.

Əgər bataqlıqda olan bitkilər 1 m və daha artıq hündürlükdə onun səthindən qalxırsa, buxarlanma bitki başmış sututarlardakı kimi baş verir. Bataqlığın səthi sudan azad olan hallarda, buxarlanma ot bitkiləri ilə örtülmüş torpaqdan kədən buxarlanma kimi olur. Mamır bataqlıqlarda orta illik buxarlanma may-sentyabr aylarında 400 mm, keçid bataqlıqlarında isə 421 mm-dir.

Çayların qidalanmasında bataqlıqların rolu müxtəlifdir. Üst bataqlıqlarda qrunut sularının səviyyəsi fəal laydan aşağı düşdükdə çaya axım kəsilir. Belə ki, qış və yay aylarında üst bataqlıqlar çayların qidalanmasında demək olar ki, iştirak etmir. Alt bataqlıqlarda axım yeraltı və səth sularının hesabına əmələ gəlir və belə bataqlıqlar üst bataqlıqlardan fərqli olaraq yayda çayların qidalanmasında daima iştirak edir.

Yaz gursululuğunun maksimal axımına bataqlığın təsiri onun tipindən və hövzənin bataqlıqlaşma dərəcəsindən asılıdır.

N.N.Zaxarovskayanın apardığı təcrübələr göstərir ki, hövzənin 35%-ə qədər bataqlıqlaşmış olduqda gursululuğun axım modulu azalır. Sutoplayıcının bataqlıqlaşması 35 %-dən artıq olduqda maksimal axım modulu artmağa başlayır və 80-100 % olduqda maksimal axım modulu bataqlıqlaşmış sutoplayıcıdakından böyük olur.

Yağışdan sonra bataqlıqdan axım, yağış layından və qrunտ sularının səviyyəsindən asılı olaraq əmələ gəlir.

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

[Bataqlıqlar da göllər kimi hövzəyə düşən yağıntıların bir hissəsini akkumulyasiya 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 ətalətli laydan aşağı düşdükdə bataqlıqdan axım kəsilir. Belə hallarda hövzəyə düşən yağıntılar əvvəlcə ətalətli, sonra isə fəal layın su ehtiyatlarının bərpasına sərf olunur və axımın bir hissəsi çay şəbəkəsinə gəlib çatmır.] Bataqlıqların səthin-

dən buxarlanma çay axımına böyük təsir göstərir, xüsusilə arid zonada.

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.

Ərinti və yağış sularının bataqlıqların səthindəki mənfi relyef formalarında yığılması nəticəsində gursululuq və daşqın dövrləri uzanır, maksimal su sərfələri azalır. Bataqlıqlar yay daşqınlarını bütünlüklə akkumulyasiya edə bilər. Azsulu illərdə hövzəsində bataqlıqlar olan çayların yay aralıq faza axımı zonal axıma nisbətən az olur.

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, Maloqa və Suda çaylarının (Volqa çayı hövzəsi) minimal axımı bataqlıqların təsiri nəticəsində artır.

[Bataqlıqların su balansının gəlir hissəsini müxtəlif mənbələrdən daxil olan sular və yağıntılar, çıxar hissəsini isə bataqlıqdan axım və buxarlanma təşkil edir. Üst bataqlıqların su balansında əsas rolu yağıntılar, buxarlanma və bataqlıqdan axım oynayır. Alt bataqlıqların su balansında çayların daşması zamanı bataqlığa gələn suların rolu böyükdür.]

Tundra və meşə zonalarında bataqlıqlaşma daha böyükdür.

Meşə-çöl zonasında bataqlıqlaşma əsasən çay dərələrində müşahidə olunur. Çöl, yarımsəhra və səhra zonalarında isə bataqlıqlaşmaya çox az rast gəlinir. Burada onlar əsasən iri çayların subasarlarında yaranırlar. Dağlıq ərazilərdə böyük bataqlıqlar olmur və onlar ancaq yeraltı suların yer səthinə çıxdığı yerlərdə əmələ gəlirlər.

Şərqi Avropada Pripyat, Ob, Peçora, Svir, Qərbi Dvina, Dnepr və s. çaylarının hövzələri daha çox bataqlıqlaşmışdır.

Şərqi Avropa düzənliyində ən böyük bataqlıqlar Polesyedə, Koreliyada və Baltikyanı ölkələrdədir.

[Alt və keçid bataqlıqlarda xeyli miqdarda qidalı maddələrin olması, onları qurutduqdan sonra kənd təsərrüfatında istifadə etməyə imkan verir və bu az xərc tələb edir.]

Üst bataqlıqları qurutduqdan sonra istifadə etmək nisbətən çox xərc tələb edir.]

Qeyd etmək lazımdır ki, iri bataqlıqların qurudulması nəticəsində meşələr məhv olmağa başlamış, çayların sululuğu azalmışdır. Buna görə də bəzi regionlarda bataqlıq ekosistemlərini bərpa etməyə çalışırlar. Lakin bu, bataqlıqların qurudulması ilə müqayisədə daha çətin işdir və çox baha başa gəlir.]

6. BUZLAQLAR VƏ ONLARIN HİDROLOJİ ROLU

İqlim şəraitindən asılı olaraq yer səthinə sülb halında düşən illik yağıntının əriməyə və buxarlanmaya tam sərf olunduğu sıfır balans səviyyəsi iqlim qar xətti adlanır. Qar xəttindən yuxarıda qar ilin isti dövründə tam ərimir. Qar xəttinin yüksəkliyi havanın temperaturundan və yağıntıların miqdarından asılı olaraq böyük intervalda dəyişir: qütb sahələrində 50-450 m yüksəklikdə, ekvatorada 4400-4900 m-də, Qafqazda 2700-3800 m-də, subtropiklərdə 6400 m-dək (şəkil 6.1). İqlim qar xəttindən başqa fəsli və oroqrafik qar xətləri anlayışları da vardır.

Dağlıq ərazilərdə qar xətti şimal yamacda cənub yamaca nisbətən aşağıdan keçir. Havanın temperaturunun fəsli tərəddüdü nəticəsində qar xəttinin yüksəkliyi qışda aşağı, yayda isə yuxarı olur. Qafqazda fəsli qar xətti hətta 550-600 m-dək aşağı düşür.

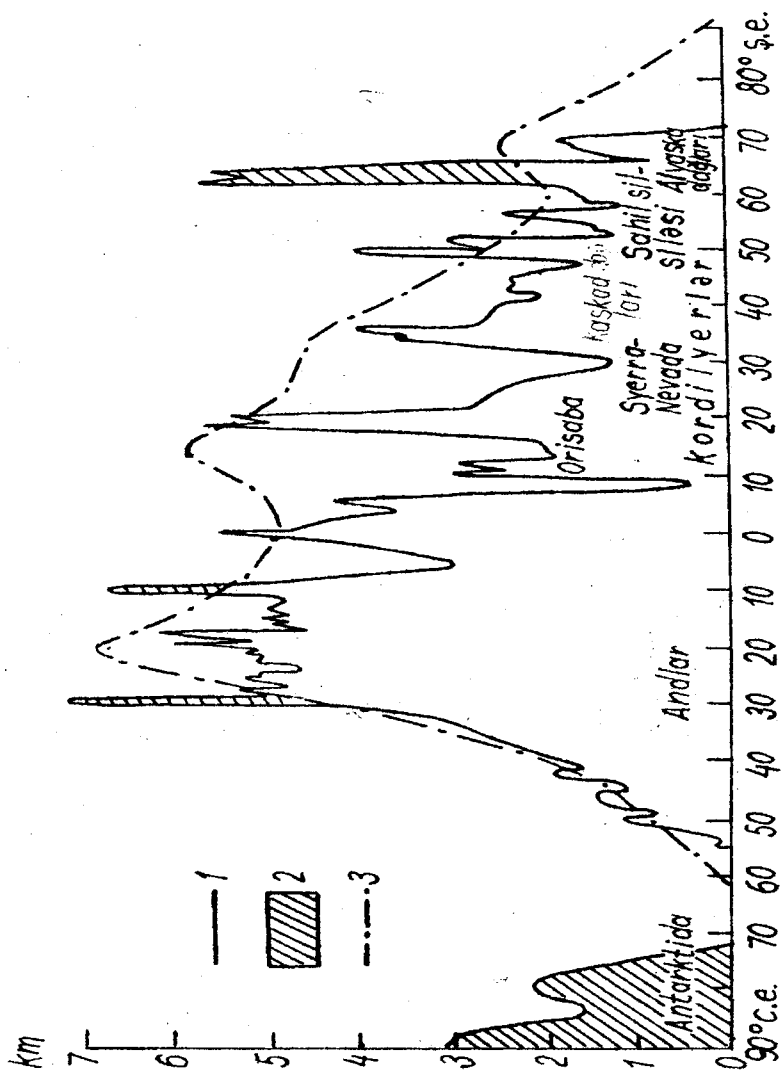
Qar xəttindən yuxarıda yığılan qarın alt qatı üstdəki qarın təzyiqi nəticəsində tədricən sıxılır və sıxlığı $300-500 \text{ kq/m}^3$ olan firnə, yəni buz dənələrinə çevri-

lir. Sıxlaşma davam etdikdə sıxlığı 850 kq/m^3 olan ağ firn buzu yaranır. Bu isə sonradan sıxlığı $880-910 \text{ kq/m}^3$ olan göy buzlaq buzuna (qletçer) çevrilir. Qar xəttindən yuxarı buz materialı yığılan ərazi buzlağın qida zonası, buzlaq əriyən ərazi isə ablyasiya zonası adlanır. Dağ buzlaqlarında qar xəttindən aşağı enmiş əriyən sahə buzlaq dili adlanır.

Buzlağın ölçüləri artdıqda ağırlıq qüvvəsinin təsiri nəticəsində firn örtüyü altından buzlaq dağ yamacı ilə hərəkət edərək qar xəttindən aşağı enir. Buzun hərəkət sürəti orta hesabla 0.5 m/sutka dır. Buzlağın ən böyük hərəkət sürəti Qrenlandiyada müşahidə edilmişdir ($10-40 \text{ m/sutka}$). Himalay buzlaqlarının hərəkət sürəti $700-1300 \text{ m/ildir}$.

Buzlaq hərəkət etdikdə onda eninə və uzununa çatlar əmələ gəlir və hərəkət nəticəsində parçalanmış dağ süxurları dərəyə çıxarılır. Bu dağ süxuru parçaları buzlaqla birlikdə hərəkət edir və moren adlanır. Hərəkət edən morenlər vəziyyətlərinə görə səth, daxili, yan və dib morenlərinə ayrılırlar.

Buzlaq, əsasən quruda yerləşən, daimi qanuna uyğun hərəkət edən, müəyyən formaya və ölçüyə malik olan sülb atmosfer yağıntılarının yığılması və kristallaşmasından yaranan buz kütləsidir. Buzlaqların qida mənbələri atmosfer yağıntıları, qar uçqunları, küləyin qarı sovurmasıdır. Əlavə qida mənbəyi şəh, sırsıra ola bilər.



Şek. 6.1. Müxtəlif coğrafi enliklərdə qar xəttinin hündürlüyü. 1- yer səthinin relyefi; 2- müasir buzlaşma sahələri; 3- qar xətti.

Buzlaqlar materik və dağ buzlaqlarına bölünür.

Dağ buzlaqları iqlim şəraitindən və relyefdən asılı olaraq aşağıdakı tiplərə bölünürlər: dağ yamacı buzlaqları, dərə buzlaqları, dağ zirvələri buzlaqları, mürekkəb buzlaq kompleksləri.

Materik buzlaqlarında ablyasiya prosesi, onların kənarında buzlağın qopub dənizə düşməsidir. Bu buz parçaları aysberq adlanır.

Dağlıq rayonlarda buzlaqlar sülb yağıntıları akkumulyasiya 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 zondan asılıdır.

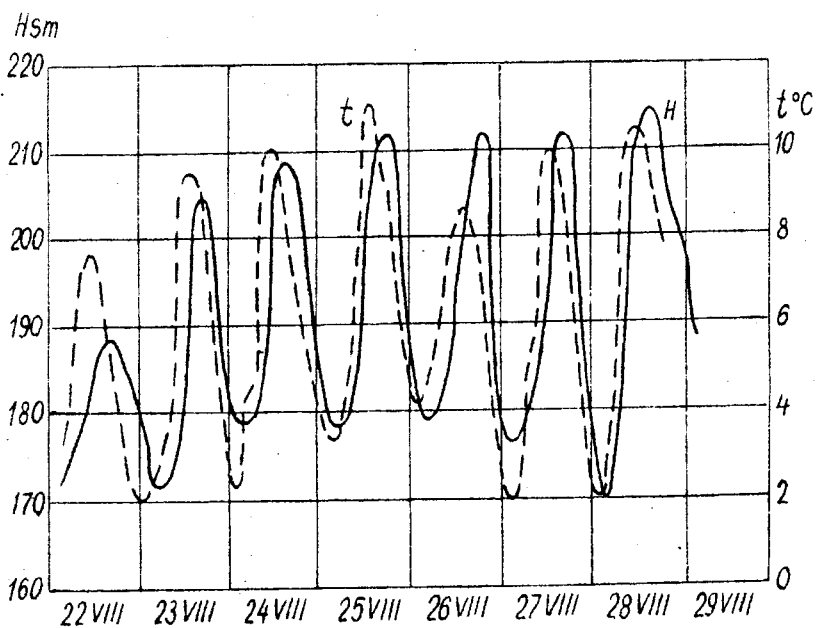
Qışdan başqa bütün mövsümlərdə buzlağın müxtəlif qatlarında buzun temperaturu ərimə temperaturuna yaxın olur. Geotermiki istiliyin hesabına buzlağın alt hissəsi əridikdə əmələ gələn axım çox azdır və $0.1-0.2 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ -ə qədər olur. Hərəkətdə olan buzlağın enerjinin dissipasiyası nəticəsində əmələ gələn axım da 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 buzlaqlarla örtülmə dərəcəsindən asılıdır. Hövzənin səthinin 40-70 %-i buzlaqlarla örtülü olan kiçik dağ çayının illik axımının 60-70 %-ni buzlaqların ərinti suları təşkil edir. Buna görə də buzlaq çaylarının axımı, hövzəsində buzlaqlar olmayan çayların axımından 50-100%-çox ola bilər. Buzlaqlar çayın su rejiminin təbii tənzimləyiciləridir. Onlar yay mövsümündə axımı artırır və çay sularından müxtəlif təsərrüfat mənbələri üçün istifadə imkanlarını genişləndirir. Buzlaq suları ilə qidalanan çaylarda gursulu dövrdə səviyyə tədricən və uzun müddət ərzində qalxır. Belə çaylarda yay-payız aralıq faza olmur və minimal su səfləri qış mövsümündə müşahidə edilir, buzlaqların əriməsi nəticəsində əmələ gələn axımın xüsusi halı buzlaq daşqınıdır. Belə daşqınlar buzlaq əriyerkən akkumulyasiya olunmuş böyük su həcmnin qəfildən azad olması nəticəsində yaranır.

Yay aylarında buzlaqlardan başlayan çayların su rejimində sutkalıq gediş aydın görünür (şəkil 6.2). Suyun temperaturu gursulu dövrdə 0°C -yə yaxın, gündüz 0.5°C -dən yuxarı olmur. Buzlaqdan uzaqlaşdıqda çay suyunun temperaturu artır.

Buzlaqdan başlayan çayların minerallığı az (50-180 mq/l), bulanıqlığı isə böyük olur.



Şək. 6.2. Zərəfşan çayının mənbəyinin yaxınlığında hava temperaturunun (t) və su səviyyəsinin sut-kadaxili (H) gedişi

7. OKEANOLOGİYA

7.1 Dünya okeanı və onun hissələri

Okean və dənizlərdə gedən proseslər qurunun su obyektlərində gedən proseslərdən ciddi fərqləndiyindən, ümumi hidrologiya okeanologiya və qurunun hidrologiyasına bölünür.

Yer kürəsinin bütün materiklərini və adalarını əhatə edən, duz tərkibi ümumi xassəyə malik olan kəsilməz su örtüyü Dünya okeanıdır. Dünya okeanı, göllər, çaylar, buzlaqlarda və qruntda, yer qabığındakı sular hidrosferanı təşkil edir. Hidrosferin ümumi həcmi 1.8 mlrd. kub km, dünya okeanında isə suyun həcmi 1.338 mlrd. kub km-dir. Dünya okeanı dörd okeandan ibarətdir: Sakit, Atlantik, Hind və Şimal Buzlu okeanı.

Özünə məxsus su sirkulyasiya sisteminə malik, materiklər arasında yerləşmiş, hidroloji rejimi spesifik xüsusiyyətli Dünya okeanı hissəsi okean adlanır.

Xüsusi hidroloji rejim xüsusiyyətləri olan, quruya soxulmuş və ya adalarla okean başqa hissələrindən

ayrılmış okeanın hissəsi isə dəniz adlanır. Dənizlər yerləşmələrindən asılı olaraq daxili, aralıq, kənar və adalararası dənizlərə bölünürlər. Okean və dənizlərin sahil zonalarında körfəzlər, buxtalar, fiordlar, qubalar yaranır.

Körfəz, okeanın (dənizin) quruya girən bir hissəsidir. Buxta dəniz və okeandan burunlarla və ya adalarla ayrılan və özünə məxsus rejimi olan kiçik körfəzdir.

Fiord hündür qayalı sahilləri olan dar və dərin körfəzdir. Quba, uzunsov formalı, yuxarısında çay mənşəbi olan körfəzdir. Dərinliyinə görə okean və dənizlər ayrı-ayrı zonalara bölünürlər. Bütün materik boyu az dərinliyə malik zonalar materik dayazlığı və ya şelf zonası adlanır. Şelf zonasının dərinliyi 200 m-ə qədər olur. Materiklərdən okean yatağına keçən zona materik yamacıdır və burada dərinliklər 200-2440 m arasında dəyişir. Materik yamacının orta meyilliyi $4-7^{\circ}$, bəzi yerlərdə isə $13-14^{\circ}$ qədərdir. Materik yamacından sonra dibin 78 %-i təşkil edən okean və dənizin yatağı yerləşir. Okeanlarda orta okeanik silsilələr vardır və onlar dibdən 2-3 min metr yüksəkliyə qalxırlar. Silsilənin yalı eni on kilometr-lərlə olan rift dərələri ilə kəsilmişdir.

7.2. Dəniz suyunun tərkibi, duzluluğu və temperaturu

Dəniz suyu universal məhluldur və tərkibində mineral maddələr, qazlar, mikroelementlər, kolloidlər, üzvi və qeyri-üzvi mənşəli asılı hissəciklər vardır. Okean və dəniz suları acı və duzludur və onun minerallığı duzluluqla ifadə edilir. Bir kq dəniz suyundakı mineral duzların qramla çəkisi okean (dəniz) suyunun duzluluğudur (S). Duzluluq promillə ($S\text{ ‰}$) göstərilir. Dünya okeanında orta duzluluq 35 ‰ -dir. Bir kq dəniz suyunda əsas ionların çəkisi: xlor (Cl)-19.35 qram, sulfat (SO_4)-2.7, hidrokarbonat (HCO_3) -0.07, natrium (Na)- 10.76, maqnezium (Mg)-1.30, kalsium (Ca)-0.41 və kalium (K)-0.39 qramdır. Okeanın duzluluq balansının gəlir hissəsini materikdən gələn axım, atmosfer yağıntıları, mantiyanın deqazasiyası (sualtı vulkanlar və s.) təşkil edir. Materik suları ilə okeana həll olmuş maddələr axımı 3200 mln. tondur.

Dünya okeanının sahilində duzluluğu sxematik göstərmək üçün eyni duzluluğa malik nöqtələri birləşdirən izoxətlər, yəni izoqalinlər çəkilir, Duzluluğun paylanması coğrafi enliyə müvafiq olsa da, iri çaylar tökülən yerlərdə axınların təsiri nəticəsində bu qanunauyğunluq pozulur.

Atlantik okeanının səthində orta duzluluq 35.8 ‰ , Hind okeanında 35.0 ‰ , Sakit okeanda 34.6 ‰ , Şi-

mal Buzlu okeanda 32-29‰ və okeanın iri çaylar tökülən sahil zolağında isə 10-0‰-dir.

Duzluluq dərinlik üzrə də dəyişir. Qütbəni zonada duzluluq 200 m dərinliyə qədər dəyişir və 34.8‰-ə çatdıqdan sonra dibə qədər dəyişmir. Mülayim qurşağda minimal duzluluq 600-800 metr dərinlikdə müşahidə olunur. Ekvatorial zonada 100 m dərinliyə qədər duzluluq azdır. O, 1000-1500 m dərinlikdə maksimum qiymətinə çatır və dibə qədər sabit qalır. Tropik qurşağda duzluluq ən çoxdur. Səthdə onun qiyməti 36-35.5‰-dir. 1000 m dərinliyə qədər duzluluq azalır və daha dərin qatlarda sabit qalır. Ən böyük duzluluq Qırmızı dənizdədir: onun şimalında duzluluq 41-42‰-dir.

Dünya okeanının səth sularının temperaturu enliklər üzrə dəyişir. Səthdə su şimal yarımkürəsində, cənub yarımkürəsinə nisbətən istidir və temperaturun paylanması əyani olaraq izoterm xəritələrində göstərilir. Bu xəritələr fevral və mart ayları, çoxillik dövr və fəsillər üçün tərtib edilir. Ən yüksək orta illik (26°S yuxarı) izoterm ekvator dan şimalda enli zolağı əhatə edir və termik ekvator bu zolaqda yerləşir.

Ekvator da orta illik temperatur 27.1 °С, şimal yarımkürəsində 10° -enlikdə 27.2 °С, 30° enlikdə 21.3 °С, 40° enlikdə 14.1 °С, 50° enlikdə 7.9 °С, 70° enlikdə 0.7 °С, 80° enlikdə isə mənfi 1.7 °С-dir.

Dünya okeanının səthinin orta illik temperaturu 17.4°C -dir. Ən isti okean Hind okeanıdır. Şimal Buzlu okeanın səth sularının temperaturu mənfi 0.75°C -dir.

300-400 dərinliyə qədər bir qayda olaraq temperatur tez aşağı düşür, sonra isə azalma zəifləyir və 1500-2000 m dərinlikdən sonra o dəyişmir. 400-500 m dərinlikdə temperatur $10-12^{\circ}\text{C}$ (qütb sahələri istisna olmaqla), 1000 m-də $4-7^{\circ}\text{C}$, 2000 m- $2.5-4.0^{\circ}\text{C}$, 3000 m- $1-2^{\circ}\text{C}$, dibdə isə 0°C (mülayim enlikdə) və ya 2°C -dir (tropik və ekvatorial enliklərdə). Ən yüksək temperatur (35.6°C) İran körfəzində müşahidə edilib. Qütb enliklərində temperatur 200-800 m dərinliyə kimi $0.5-2.0^{\circ}\text{C}$, bəzi yerlərdə isə dibdə mənfi 2°C olur. Okeanda ən alçaq temperatur Hudzon körfəzinin dibində qeydə alınmışdır (-2.2°C).

7.3. Okean və dənizlərdə səviyyənin tərəddüdü

Ağırlıq qüvvəsinin istiqamətinə normal yönəlmiş okean və dəniz səthi səviyyə səthi adlanır. Dünya okeanının səthi müxtəlif qüvvələrin təsiri nəticəsində dövri, qeyri-dövri tərəddüd edir, yəni orta çoxillik vəziyyətinə nisbətən ya qalxır, ya da enir. Təsir edən qüvvələr aşağıdakı qruplara bölünürlər:

- qabarma əmələgətirən;
- fiziki-mexaniki;

- geodinamiki.

Müəyyən zaman intervalında dəniz səviyyəsinin ən böyük və ən kiçik qiymətlərinin fərqi dəniz səviyyəsinin tərəddüd kəmiyyətidir.

Müəyyən zaman intervalında səviyyənin dəyişməsi dəniz səviyyəsinin gedişi adlanır. Səviyyənin sutkalıq, illik, çoxillik və əsrlik gedişləri var.

Baxılan dənizin və ya dənizlər qrupunun çoxsaylı məntəqələrində dərinliklər səviyyə səthinin müxtəlif vəziyyətində ölçüldüyündən alınan nəticələri müqayisə etmək üçün onları eyni bir səviyyəyə gətirirlər. Bu səviyyə dərinliyin sıfırı adlanır. Səviyyənin qeyri-dövri tərəddüdləri küləyin və qovulma-gətirmə hadisələrinin təsiri, dənizin və su balansı ünsürlərinin nisbətinin və dəniz suyunun sıxlığının dəyişməsi ilə bağlıdır.

Baxılan məntəqədə dəniz səviyyəsinin hündürlüklər fərqlərinin həmin məntəqənin uzunluğuna nisbəti səviyyə səthinin meyilliyi adlanır.

7.4. Okean və dənizlərdə dalğalar

Müxtəlif sıxlığa malik iki qatın- hava və suyun sərhəddində təsir göstərən qüvvələr dalğa yaradır. Təsir edən qüvvələrdən asılı olaraq dalğalar fərqlənirlər:

1)Külək (sürtünmə dalğaları) dalğaları, yeni küləyin yaratdığı və öz təsiri altında saxladığı dalğalar. Küləyin təsirindən yaranıb, külək zəiflədikdən və ya istiqamətini dəyişdikdən sonra dalğalanma zonasında yayılan dalğa xəfif ləpə adlanır. Küləyin təsirindən yaranan, ağırlıq qüvvəsinin əsas rol oynadığı dalğalar qravitasion külək dalğalarıdır. Yaranmasında ağırlıq qüvvəsi ilə səthi gərilmə qüvvəsinin əsas rol oynadığı dalğalar kapilyar-qravitasion külək dalğaları adlanır.

2)Qabarma dalğaları Ay və Günəşin qabarma əmələgətirən qüvvələri ilə yaranırlar;

3)Anemobarik dalğalar, uzun dalğalar olub barik sistemlərin keçməsi ilə bağlıdır;

4)Seysmik (sunami) dalğalar, yer qabığında gedən dinamik proseslər (zəlzələ, vulkan) nəticəsində yaranır;

5)Gəmi dalğaları gəminin hərəkətindən yaranır;

6)Sərbəst dalğalar, dalğa yaradan qüvvələrin təsiri kəsildikdən sonra qalan dalğalardır.

↳ Dalğalar əmələgəlmə yerinə görə səth və daxili dalğalara ayrılırlar. ∇ Formasına görə dalğalar iki ölçülü (düz) və üçölçülü olurlar. ∇ Dalğa ünsürlərinin zamana görə dəyişməsinə nəzərə alaraq dalğalar qərarlaşmış və qərarlaşmamış olurlar. ∇ Yayılma xüsusiyyətinə görə onlar irəliləmə və durğun dalğalara ayrılırlar. Görünən forması fəzada hərəkət edən (ye-

rini dəyişən) dalğa irəliləmə dalğası, görünən forması fəzada yerini dəyişməyən dalğa ilə durğun dalğa adlanırlar.

Dənizin həyəcanlanmış səthinin verilən istiqamətdə şaquli müstəvi ilə kəsişməsindən alınan əyriyə dalğa profili deyilir. Dalğanın aşağıdakı ünsürləri vardır: dalğanın orta səviyyəsindən yuxarıda yerləşən hissəsi dalğanın yalı, dalğa yalının ən yüksək nöqtəsi dalğanın təpəsi (zirvəsi) adlanır. Dalğanın orta dalğa səviyyəsindən aşağıda yerləşən hissəsi dalğanın çökəyi və çökəyinin ən aşağı nöqtəsi isə dalğanın dibi (dabanı) adlanır. Dalğanın təpəsinin qonşu dalğa dibindən olan şaquli məsafəsi dalğanın hündürlüyüdür. Dalğanın iki qonşu təpəsi arasındakı üfüqi məsafə dalğanın uzunluğudur. Qeyd olunmuş şaquli xəttə iki qonşu dalğa zirvəsinin (təpəsinin) keçməsi arasındakı zaman intervalı dalğanın periodudur. Dalğanın yayılma istiqamətində yalın qısa zaman intervalında (dalğanın periodu müddətində) yerdəyişməsi dalğanın sürətidir. Dalğanın orta hündürlüyünün onun orta uzunluğuna nisbəti dalğanın dikliyidir. Dalğanın dabanından zirvəsinə qədər küləyə yönəlmiş hissəsi küləkdöyən yamac adlanır. Dalğanın zirvəsindən dabanına kimi külək tutmayan hissəsi küləktutmayan dalğa yamacı adlanır. Üfüqi düz xətlə verilmiş nöqtədə dalğa profilinə çəkilən to-

xunan arasındakı bucaq həyəcanlanmış səthin meyilliyyəsidir.

7.5. Qabarma və axınlar

Qabarma hadisəsi okean və dəniz sularında qabarma əmələgətirən qüvvələrin yaratdığı dinamiki və fiziki-kimyəvi proseslərdir. Qabarma hadisəsi özünü bütün su qatının mürekkəb dalğa rəqsi formasında göstərir. Ayın və Günəşin cazibə qüvvələrinin təsiri ilə su səviyyəsinin dövrü qalxması və enməsi qabarmalar adlanır.

Qabarma dalğaları zamanı okean (dəniz) səviyyəsinin qalxması qabarma, enməsi isə çəkilmə adlanır. Baxılan qabarmada ən yüksək səviyyə dolğun su, qabarma tərəddüdünün bir dövrü ərzində minimal səviyyə kiçik su adlanır. Dolğun və kiçik su səviyyələrinin fərqi qabarma kəmiyyətidir. Dolğun və kiçik suyun qabarma səviyyəsindən götürülən hündürlüyü qabarmanın amplitududur. İki ardıcıl dolğun və ya kiçik su arasındakı zaman müddəti qabarmanın dövrü adlanır.

Qabarmanın dövrünə görə onların təsnifatı verilir. Yarım sutkalıq qabarma dövrü təqribən yarım sutka təşkil edir, başqa sözlə sutka ərzində iki maksimum müşahidə olunur.

Sutkalıq qabarma 24 saatlıq dövrə malikdir və sutkada bir minimumu və bir maksimumu olur. Düzgün olmayan sutkalıq qabarma, Ayın kiçik meyllərində yarım sutkalıq qabarmaya çevrilən sutkalıq qabarmadır.

Düzgün olmayan yarım sutkalıq və sutkalıq qabarmalar, qarışıq qabarmadır. Ayın hilal və bədirlənmiş dövründə müşahidə edilən qabarmalar Sizigey qabarma adlanır və belə qabarmada qabarma kəmiyyəti böyük olur. Kvadratur qabarma Ay və Günəşin yerə nəzərən düzbucaq altında olduğu dövrdə müşahidə edilir. Qabarma kəmiyyətinin ən böyük qiyməti (-18m) Yeni Şotlandiya yarımadasının Fandi körfəzində müşahidə olunmuşdur.

Axınlar su kütləsinin irəliləmə hərəkətidir. Axınlar istiqamətləri və sürətləri ilə səciyyələnirlər. Onların bir neçə əlamətə görə təsnifatı var. Axını yaradan qüvvələri nəzərə alaraq onları aşağıdakı tiplərə ayırırlar:

- Külək və ya dreyf axınları;
- Qabarma axınları;
- Qradient axınları.

Qradient axınlar hidrostatik təzyiqinin üfüqi qradienti nəticəsində yaranırlar. Onlar, səthin meyliyi yaradan amillərə görə baroqradient, sıxlıq, kompensasion və ya axım axınlarına bölünürlər.

Baroqradient axın atmosfer təzyiqinin qeyri-bərabər paylanması nəticəsində yaranır. Sıxlıq axınları suyun sıxlığının üfüqi qradientinin təsirindən yaranır. Kompensasion axında su səthinin vəziyyətinin dəyişməsi sahildən və ya digər hövzədən gələn axım (bu axınlar axım axınları adlanır), ya da düşən yağıntının, buxarlanmanın, digər hövzəyə axımın hesabına kompensasiya olunur.

Kompensasion axın suyun qovulma-gətirilməsi nəticəsində də yarana bilər ki, belə axın qovma-gətirmə axını adlanır.

Suyu hərəkətə gətirən qüvvə kəsildikdən sonra davam edən axınlar ətalət axınlarıdır.

Fəaliyyəti və dəyişkənliyinə görə axınlar daimi, dövri və qeyri-dövri olurlar. Dayanıqlığına görə isə axınlar qərarlaşmış və qərarlaşmamış olur.

Fiziki-kimyəvi xassəsinə görə axınlar iki tipə bölünürlər: isti və soyuq.

Seyş axınları səviyyənin Seyş tərəddüdündə əmələ gəlirlər.

8. SU OBYEKTŁƏRİNİN ÇİRKŁƏNMƏSİ VƏ MÜHAFİZƏSİ

Əhali tərəfindən istifadə olunan su təmiz, şəffaf olmalı, onun daxilində heç bir zəhərli maddə və təhlükəli mikroorqanizmlər olmamalıdır.

Ümumiyyətlə, Yer kürəsinin su ehtiyatları kifayət qədərdir. Ancaq sənayenin, kənd təsərrüfatının inkişafı və əhəlinin artması ildən-ilə su təchizatı məsələlərində bir sıra problemlərin qarşıya çıxmasına səbəb olur. Hal-hazırda bir çox yerlərdə su çatışmazlığı hiss olunur. Bunlarla yanaşı su obyektlərinin çirklənməsi getdikcə artır və onlardan istifadə çətinləşir. Su obyektləri suyun kənd təsərrüfatında, sənaye müəssisələrində, kommunal təsərrüfatda istifadə olunması nəticəsində çirklənir. Kənd təsərrüfatında ziyanvericilərlə mübarizə üçün müxtəlif kimyəvi maddələrdən istifadə edilir. Bu maddələrin bir hissəsi tarlalardan səth axınları vasitəsilə su obyektlərinə gətirilir və bu, suyun kimyəvi xassələrini dəyişdirir. Gübrələrin tərkibində olan fosfor və azotun da bir hissəsi suvarma suları ilə çaylara gətirilir və həm də yeraltı sulara keçir.

Azotlu gübrələrdəki azot üzvi maddələrlə birləşərək sudakı heyvanat aləminə mənfi təsir göstərir. Sənayenin getdikcə inkişafı ilə əlaqədar tullantı sularının həcmi ildən-ilə artır və onların axıdıldığı su obyektlərindəki suyun keyfiyyəti pisləşir. Metallurgiya, sellüloz-kağız, kimya, yeyinti və neft e'malı müəssisələri səth sularını daha çox çirkləndirir.

Hesablamalara görə 1 mln. əhalisi olan şəhərin kanalizasiya şəbəkəsi ilə axıdılan çirkab sularında 100 m^3 lil toplanır. Şəhr əhalisinin hər bir nəfəri gündə orta hesabla 150 l su işlədir. Ümumiyyətlə, tullantı sularının həcmi şəhərin abadlaşdırılma dərəcəsindən asılıdır. Şəhərlərin kanalizasiya sistemləri ilə axıdılan çirkab sularının həcmi sənayedə işlənən suların həcmindən 10 dəfə azdır. Lakin su obyektlərinin çirklənməsi baxımından bu sular daha təhlükəlidir.

Getdikcə həm sudan istifadə, həm də çirkab sularının həcmi artacaqdır. Bu isə su obyektlərinin ekoloji vəziyyətini tamamilə və ya qismən pisləşdirəcəkdir. Kommunal təsərrüfatının tullantı sularındakı çirkləndiricilər arasında sintetik yuyucu maddələr xüsusi yer tutur. Bəzi yuyucu maddələr suda külli miqdarda köpük əmələ gətirir və bu çayda balıq və başqa su heyvanlarının məhv olmasına səbəb olur. Sintetik yuyucu maddələrlə çirklənmiş suları təmizləmək mümkün olmur.

Su obyektlərini mühafizə etmək üçün ən əvvəl texnoloji proseslər təkmilləşdirilməli, onlara mümkün qədər az miqdarda çirkləndirici maddələr atılmalıdır.

Kanalizasiya sularının təmizlənməsi genişlənməli, hidrotexniki qurğuların tikintisi və istismarı təkmilləşdirilməlidir. Su ehtiyatlarının mühafizəsi və onlardan düzgün istifadə edilməsi səth sularının mühafizəsi və onlardan düzgün istifadə edilməsi səth sularının çirklənməsinin qarşısını almağın əsasını təşkil edir. Su itkilərinin qarşısı alınmalı, meşələr qorunub saxlanılmalı, irriqasiya obyektlərinin layihələşdirilməsi və düzgün istismar edilməsi üçün tədbirlər müəyyən edilməlidir.

ƏDƏBİYYAT

1. Азит К. Бисвас - Человек и вода (История гидрологии). Л: Гидрометеоиздат, 1975. -288 с.

2. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л: Гидрометеоиздат, 1970. -442 с.

3. Vəliyev N.A., Məmmədov M.Ə. - Qurunun hidrologiyası –ADU nəşr. 1982, I hissə, 85 s.

4. Vəliyev N.A., Məmmədov M.Ə. - Qurunun hidrologiyası –ADU nəşr. 1984, II hissə, 130 s.

5. Виссмен У., Хачбаф Т., Кнэпп Д. Введение в гидрологию. Л: Гидрометеоиздат, 1979. -467 с.

6. Грани гидрологии. Под ред. Дж. К.Родда. – Л: Гидрометеоиздат, 1980. – 448 с.

7. Давыдов Л.К., Дмитриева А.А., Конкина Н.Г. Общая гидрология. Л: Гидрометеоиздат, 1973. -462 с.

8. Иванов К.Е. - Гидрология болот. Л: Гидрометеоиздат, 1953. -238 с.

9. Иманов Ф.А. Минимальный сток рек Кавказа. Баку. Нафта-пресс. 2000. -298с.

10. İmanov F.Ə. Çay axımı. Bakı, BDU nəşr. 2002. -209s.

11. Кузин П.С. Классификация рек и гидрологическое районирование СССР. Л: Гидрометеоиздат, 1960. - 455с.

12. Кузин П.С., Бабкин В.И. Географические закономерности гидрологического режима рек. Л: Гидрометеиздат, 1979. – 200с.
13. Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее. М. Мысль, 1974. -448 с.
14. Мамедов М.А. Расчеты максимальных расходов воды горных рек. Л: Гидрометеиздат, 1989. -184 с.
15. Məmmədov M.Ə. Rusca-azərbaycanca hidrologiya və hidrometriya terminləri lüğəti. -Bakı, Maarif, 1983. -54s.
16. Məmmədov M.Ə., İmanov F.Ə., Məmmədov Ə.S., Hüseynov N.Ş. Quraqlığın meteoroloji əsasları və hidrologi proseslər. Bakı. Ağrıdağ. 2000. -177s.
17. Müseyibov M.A. Azərbaycanın fiziki coğrafiyası. Bakı, Maarif, 1998. –399 s.
18. Рустамов С.Г. Кашкай Р.М. Водные ресурсы Азербайджанской ССР. - Баку. Элм. 1989. -181 с.
19. Самохин А.А., Соловьева Н.Н., Догановский А.М. Практикум по гидрологии. Л: Гидрометеиздат, 1980. -296с.
20. Xəlilov Ş.B., Məmmədov V.A. Limnologiya terminləri lüğəti. Bakı. 2000. -59 s.
21. Чеботарев А.И. Общая гидрология (воды суши). Л: Гидрометеиздат, 1975. -544 с.
22. Чеботарев А.И.-Гидрологический словарь. Л: Гидрометеиздат, 1978. – 308 с.

Yığılmağa verilib 10.X.2002

Çapa imzalanıb 5.I.2003

Formatı 60/84

Fiziki çap vərəqəsi - 20.5

Sayı - 250

Kitab hazır depozitlərdən
Təhsil Texnologiyaları Mərkəzində
çap olunub.