

UOT 46.062.7

## **İQLİM DƏYİŞİKLİKLƏRİNİN XƏZƏR DƏNİZİNİN HİDROMETEOROLOJİ PARAMETRLƏRİNƏ TƏSİRİ**

**Canməmmədova R.R., Zeynalova L.S.**

Milli Aerokosmik Agentliyi  
Ekologiya İnstitutu  
canmammedova@mail.ru

**Xülasə:** Təqdim olunan məqalədə Yerin yenidən təhlili və uzaqdan zondlama məlumatlarından, habelə son illərin məlum nəşrlərindən alınan məlumatlardan Xəzər dənizinin (Qara-Boğaz-Göl körfəzi istisna olmaqla) hidrometeoroloji parametrlərinin: səthə yaxın havanın temperaturunun (SHT), dəniz səthinin temperaturunun (DST) və buz örtüyünün illərlərarası dəyişkənliyinin xətti meyllərini qiymətləndirmək üçün istifadə edilmişdir. 2000-ci ildə 1980-1990-cı illərlə müqayisədə SHT və DST-nun maksimal yay və minimal qış orta aylıq göstəriciləri artdı, həmçinin mülayim qış mövsümlərinin sayı da artdı. 1980-2020-ci illərdə Xəzər regionunun SHT-nun tendensiyası  $+0,030^{\circ}\text{C/il}$ , 1982-2020-ci illərdə Şimali, Orta, Cənubi Xəzərdə və bütövlükdə dənizdə DST-nun orta illik tendensiyaları uyğun olaraq  $+0,026$ ;  $+0,042$ ;  $+0,034$  və  $+0,035^{\circ}\text{C/il}$  təşkil etmişdir. Ən böyük su istiləşməsi Orta Xəzərin qərb hissəsində, ən az isə Şimali Xəzərin şimal-şərqində və Türkmənistanın şelf zonası boyunca baş vermişdir. 1980-1982-ci illərdən 2020-ci ilədək SHT və DST-nun azalma tendensiyaları əvvəlki dövrlə (1980-1982-ci illərdən təxminən 2010-cu ilə qədər) müqayisədə və 2010-cu ildən sonra DST-nun orta illik qiymətlərində artımın olmaması 2000-ci illərin ikinci onilliyində Xəzərin istiləşməsinin ləngiməsini göstərir. 1980-2020-ci illərdə Şimali Xəzərdə soyuq yarımillik (noyabr-aprel) üzrə orta aylıq və orta buz konsentrasiyalarının tendensiyaları mənfi olmuşdur (uyğun olaraq  $-0,8\ \%/10\ \text{il}$  və  $-1,24\%/10\ \text{il}$ ). 2005-ci ildən sonra dəniz səviyyəsi, 2015-2017-ci illərdə qısa bir sabitləşmə istisna olmaqla, enməyə davam edir. 1993-2020-ci illərdə 28 illik dövr ərzində orta səviyyənin enmə sürəti  $-5,37 \pm 1,24\text{sm/il}$  olmuşdur. 2020-ci ilin sonunda Baltıqyanı hündürlük sistemində - o, 28,5m-ə çatdı və onu 1977-ci ildəki ən aşağı səviyyəsindən cəmi 0,5m ayırır.

**Açar sözlər:** Xəzər dənizi, dəniz səviyyəsi, havanın temperaturu, dəniz səthinin temperaturu, buz örtüyü, illərarası dəyişkənlik, qlobal istiləşmə.

**Giriş.** Xəzər dənizi Şərqi Avropa və Asiya sərhədində yerləşən və Şimaldan Cənuba 1030km-dən çox uzanan, eni təxminən 200 ilə 400km arasında olan dünyanın ən böyük qapalı su hövzəsidir [2]. Morfoloji quruluşu və fiziki-coğrafi şəraitinə görə Xəzər dənizini üç müxtəlif hissəyə bölmək qəbul olunmuşdur: Şimali, Orta və Cənubi Xəzər. Şimali

və Orta Xəzər arasında şərti sərhəd kimi Çeçen adası ilə Tüb-Karaqan burununu, Orta və Cənubi Xəzəri isə Çilov adası ilə Qulu burununu birləşdirən xəttlər qəbul olunmuşdur [3]. Təbii sərhəd kimi Şimali Xəzəri, Tüb-Karaqan yarımadasından başlanıb Gulalı sayı və sonrada Çeçen yarımadasına uzanan dayaz (10m), Manqışlaq astanası ayırır. Orta və Cənubi Xəzəri, Abşeron və Çələkən yarımadaaları arasında uzanan sualtı yüksəklik-Abşeron astanası bölür. Sahəsinə görə Şimali, Orta və Cənubi Xəzərin sahəsi dənizin ümumi sahəsinin, uyğun olaraq, 25, 36 və 39%-nə bərabərdir. Dənizin Şimali, Orta və Cənubi hissələrinin maksimal dərinliyi 25, 788, 1025m, orta dərinlikləri isə 4,4; 192 və 345m-dir [4]

Okeandan və ya açıq dənizlərdən təcrid olunma və regional iqlim dəyişikliyi (hava və suyun temperaturunun yüksəlməsi, yağıntıların və çay axınının azalması) qlobal istiləşmə şəraitində dünya okeanı səviyyəsinin yüksəlməsi fonunda 2005-ci ildən başlayaraq, Xəzər dənizi səviyyəsinin demək olar ki, davamlı enməsinə müəyyənləşdirir [1]. Şimali Xəzərdə buz rejimi dənizin istiləşməsi ilə əlaqədar nəzərəcarpacaq dərəcədə dəyişir.

Bununla belə, Xəzər dənizinin hidrometeoroloji parametrləri qlobal və regional iqlim dəyişiklikləri ilə müəyyən edilən əhəmiyyətli illərarası dəyişkənlik ilə xarakterizə olunur və mövcud iqlim modelləri yaxın onilliklər ərzində də onun vəziyyətinin etibarlı proqnozlarını vermir. Xəzər dənizinin mühüm iqtisadi və hərbi-strateji əhəmiyyəti, xüsusilə ekologiya, turizm, balıqçılıq, onun sahillərindəki infrastruktur və naviqasiya vəzifələri bu dəyişkənliyi nəzərə alaraq, bu dənizin su və havanın temperaturu, buz örtüyü, dəniz səviyyəsi kimi hidrometeoroloji parametrlərinin və onları müəyyən edən amillərin davamlı monitorinqini həyata keçirir. Bu hidrometeoroloji parametrlərin uzunmüddətli dəyişkənliyinə həsr olunmuş və mövcud sahə məlumatlarına və peyk ölçmələrinə əsaslanan, əsasən 2012-ci ilə qədər məlum tədqiqat nəticələrinin ümumiləşdirilməsi işdə öz əksini tapmışdır [1]. Bu məqalədə səthə yaxın havanın temperaturu (SHT), dəniz səthinin temperaturu (DST), 1980–1982-ci ildən 2020-ci ilə qədər buz örtüyü və 1993-cü ildən 2020-ci ilə qədər Xəzər dənizinin səviyyəsinin illik dəyişkənliyi və meylləri müzakirə olunur. Alınan hidrometeoroloji parametrlərin tendensiyaları 1982-ci ildən 2009-2012-ci illərə qədər olan dövr ərzində əvvəllər qiymətləndirilənlərlə və son illərin nəşrlərinin müvafiq məlumatları ilə müqayisə edilir.

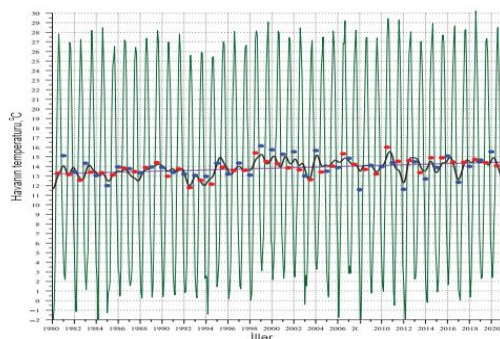
**Havanın temperaturu.** Çoxillik orta göstəricilərə görə Xəzər dənizinin xüsusiyyətləri aşağıdakı kimi təyin edilir.

Şimaldan cənuba doğru havanın temperaturu artır. Bu qanunauyğunluq özünü kəskin şəkildə qış aylarında göstərir. Antisiklon hava şəraitinin üstünlük təşkil etməsi, il boyu temperaturun kəskin dəyişmələri, Şimali Xəzərdə qışın soyuq və küləkli, Cənubi Xəzərdə isə isti olması və yayın bütün Xəzər üzrə isti, quru və sakit olmasıdır [7].

Qışda dəniz üzərində temperatur sahəsi qeyri bircinslidir, şimal hissədə hər yerdə temperatur mənfidir. Oktyabr-mart aylarında şaxtalar müşahidə edilir, yanvar-fevral aylarının temperaturu sahilə  $-7^{\circ}\text{C}$ ,  $-11^{\circ}\text{C}$ , dənizdə isə  $-4^{\circ}\text{C}$ ,  $-7^{\circ}\text{C}$  təşkil edir.

Orta Xəzərdə qış mülayim keçir, yanvar və fevral aylarında orta aylıq hava temperaturu şimal-şərqdə  $-3^{\circ}\text{C}$ -dən cənub-şərqdə  $3-4^{\circ}\text{C}$ -ə qədər dəyişir, şaxtalar yanvar-fevral aylarında olur. Cənubi Xəzərdə yanvar ayının orta temperaturu şimal-şərqdə  $3^{\circ}\text{C}$ -dən cənubda  $8-12^{\circ}\text{C}$ -ə qədər dəyişir. Yay aylarında Xəzər dənizi üzərində tropik hava kütlələri hakimdir və burada dayanıqlı quru, isti və zəif küləkli hava uzun müddət qala bilər. İyul və avqust aylarının orta aylıq temperaturu dənizin şimali hissəsində  $22,3^{\circ}\text{C}$ , orta hissəsində  $24,13^{\circ}\text{C}$ , cənub hissəsində  $25-27^{\circ}\text{C}$ , şimal-şərqdə  $29^{\circ}\text{C}$ -ə qədər enir [4].

41 illik dövr üçün (1980-ci ilin yanvarından 2020-ci ilin dekabrına qədər) Xəzər regionunda orta aylıq SHT-nun mövsümi və illərarası dəyişkənliyi şəkil 1-də göstərilmişdir.



**Şəkil 1. 1980-2020-ci illərdə Xəzər regionunda səthə yaxın havanın temperaturunun (SHT) orta aylıq qiymətlərinin ( $^{\circ}\text{C}$ ) mövsümi və illərlərarası dəyişkənliyi**

Göründüyü kimi, 1990-cı illərin sonlarından maksimal yay və minimal qış orta aylıq temperatur qiymətlərinin xarakteri dəyişmişdir.

SHT-nun maksimal yay qiymətləri orta hesabla daha yüksək oldu, çox vaxt  $29^{\circ}\text{C}$ -dən çox oldu, 2018-ci ildə həddindən artıq,  $30^{\circ}\text{C}$ -dən yuxarı oldu, minimal qış qiymətləri isə çox vaxt  $2^{\circ}\text{C}$ -dən çox olur. Lakin 2000-ci ildə SHT-nun çox aşağı orta aylıq qiymətləri də (2007-2008 və 2011-2012-ci illərin qışlarında  $-2^{\circ}\text{C}$ -dən aşağı) müşahidə edildi ki, bu da 1980 və

1990-cı illərdə müşahidə edilməmişdir. 2011-2012-ci illərin qışı xüsusilə sərt keçmiş, yanvar və fevral aylarında Mərkəzi və Cənubi Avropada anomal soyuq hava müşahidə olunmuşdur [5]. Qışın sərtlik əlaməti Şimali Xəzər regionunda hidrometeoroloji stansiyalarda (HMS) şaxtalı günlərin dərəcələrinin (S temperaturun mənfi qiymətləri) cəmi hesab olunur. İşə uyğun olaraq, 1980-2016-cı illərdə iki çox sərt qış oldu (S-900°C-dən az) – 1993-1994 və 2011-2012-ci illərdə; səkkiz sərt qış (S-900°C ilə -700°C arasında) – 1979-1980-ci illərdə; 1981-1982, 1984-1985, 1987-1988, 1995-1996, 1997-1998, 2002-2003, 2007-2008-ci illərdə; doqquzu mülayim (S -400°C ilə -100°C arasında) – 1980-1981-ci illərdə; 1982-1988, 2000-2001, 2001-2002, 2003/2004, 2006-2007 və 2015-2016-cı illərdə; qalanları isə orta dərəcədə qışıdır (S -700°C ilə -400°C arasında). Qeyd edək ki, Şimali Xəzərin qərb və şərq hissələrində atmosfer şəraitinin fərqliliyinə görə dənizin bu hissəsində müxtəlif məntəqələrdə mənfi temperaturların cəmi bir-birindən fərqlənir, buna görə də bəzi qış mövsümlərinin sərtliyə görə təsnifatı işlərdə və Şimali Xəzərin şərqindəki HMS-da (Ural çayının deltasına qarşı) ölçmələrə əsasən və Həştərxandakı HMS-da ölçmələrə uyğun olaraq bir qədər fərqlənir. Qış mövsümlərinin tədqiqatında 1998-1999 və 2004-2005-ci illərin qışı mülayim, 2002/2003-cü illərin qışı – orta, 2005-2006-cı illərinki isə - sərt kimi qiymətləndirilir. Ancaq bu, 1980-2020-ci illərdəki sərt qış mövsümlərinin dəyişmə tendensiyası ilə bağlı fikri əvvəlki 1961-1979-cu illərlə müqayisədə dəyişdirmir. Qeyd edək ki, 1961-1979-cu illərdə dörd çox sərt 1966-1967, 1968-1969, 1971-1972, 1976-1977), dörd sərt (1963-1964, 1970-1971, 1973-1974, 1975-1976) və yalnız bir mülayim (1965-1966) qış müşahidə olunmuşdur. Aydın ki, 1980-2000-ci illərdə 1962-ci ildən 1970-ci illərin sonuna qədər olan dövrlə müqayisədə çox sərt və sərt qış mövsümlərin təkrarlanması azalmış, mülayim və orta qış mövsümlərin sayı isə artmışdır.

Şəkil 1-ə görə 2016-2017-ci illərin qışı sərt, 2017-2018 və 2018-2019-cu illərin qışı isə orta dərəcəyə aid edilə bilər. 2019-2020-ci illərdə qış şəkil 1-də göründüyü kimi mülayim idi. Nəzərdən keçirilən 41 illik 1980-2020-ci illərin qış mövsümlərində müəyyən fərqlər var. 1979-1980-ci illərdən 1998-1999-cu illərə qədər 20 il dövr ərzində biri çox sərt qış (1993-1994), altısı sərt, onu orta və üçü mülayim qış; 1999-2000-ci illərdən 2019-2020-ci illərə qədər, eyni məlumatlara görə, son dörd ili nəzərə alaraq, biri çox sərt (2011-2012), üçü sərt, onu orta və yeddisi mülayim qış olmuşdur. Yəni 2000-ci ildə əvvəlki iyirmi illə müqayisədə sərt qışların sayı azalmış, mülayim qışların sayı isə artmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, yeddi mülayim qışdan beşi 2000-ci illərin birinci on günlüyünə təsadüf edir. (2000-ci ildən 2007-ci ilə

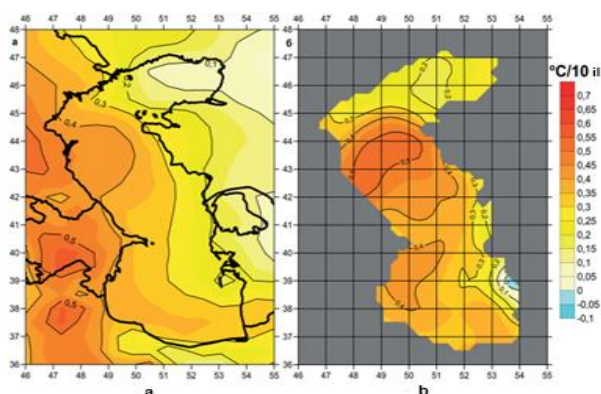
qədər), 2000-ci illərdə mülayim qışda şaxtalı günlərin dərəcələrinin cəmi isə 1990-cı illərə nisbətən böyük idi.

SHT-nun xətti müsbət tendensiyası (bax şəkil 1-ə.) baxılan 41 illik dövr üçün  $+0.030^{\circ}\text{C/il}$  təşkil etmişdir [5]. Uyğun olaraq, bu dövr ərzində havanın temperaturu  $1,2^{\circ}\text{C}$  artmışdır [8]. SHT-nun bu xətti tendensiyası 1979-2011-ci illər üçün əvvəllər əldə edilmiş  $+0,067^{\circ}\text{C/il}$  qiymətindən aşağıdır. 1980-2020-ci illərdə tendensiyanın daha kiçik qiyməti 2000-ci illərin ikinci onilliyində Xəzər regionunda SHT artımının ləngiməsini (yaxud yoxluğunu) göstərir, baxmayaraq ki, o, qismən bu işdə temperatur meylinin anomaliyaları ilə hesablanması metodunun istifadəsi ilə əlaqədar ola bilər.

1948-2017-ci illər ərzində NCEP/NCAR (ing. National Centers for Environmental Prediction-Milli Ekoloji Proqnozlaşdırma Mərkəzi; National Center for Atmospheric Research-Milli Atmosfer Tədqiqatları Mərkəzi) yenidən təhlilin orta aylıq məlumatlarının polinom aproksimasiyası (yaxınlaşma) göstərdi ki, 1948-1968-ci illərdə Xəzər üzərində SHT-nun illərdə orta illik qiymətləri orta hesabla azaldı, 1968-2002-ci illərdə artdı və 2017-ci ilə qədər yenidən azaldı [8]. SHT-nun maksimal orta illik qiymətləri bu dövrdə 1996 və 2010-cu illərdə (uyğun olaraq,  $\sim 15$  və  $14,5^{\circ}\text{C}$ ), SHT-nun minimal qiymətləri isə 2000-2017-ci illərdə ( $12,2^{\circ}\text{C}$ ) müşahidə edilmişdir [8].

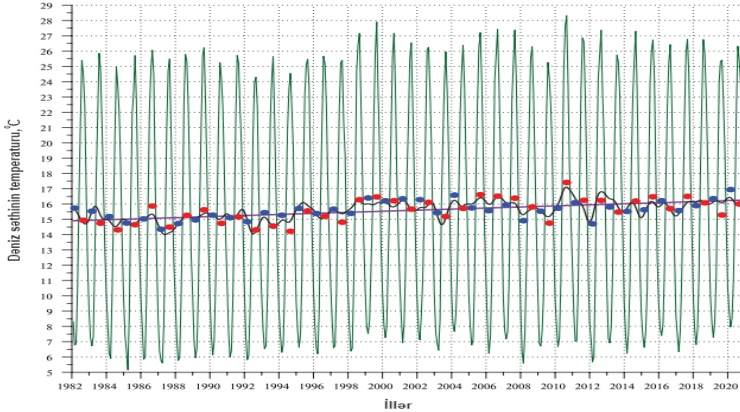
Belə ki, 1982-2017-ci illərdə Xəzər dənizi üzərində SHT-nun orta illik qiymətlərinin dəyişmə diapazonu  $2,8^{\circ}\text{C}$  təşkil etmişdir.

Xəzər dənizi üzərində SHT tendensiyalarının paylanması şəkil 2a-da göstərilmişdir. Tendensiyanın ən yüksək qiymətləri ( $+0,040$ – $0,045^{\circ}\text{C/il}$ ) Orta Xəzərin qərb hissəsində, ən kiçik qiymətləri ( $+0,010^{\circ}\text{C/il}$ -dən az) isə Şimali Xəzərin şimal-şərq hissəsindədir



. Şəkil 2. 1980-2020-ci illərdə Xəzər regionunda səthə yaxın havanın temperaturunun xətti meyillərinin ( $^{\circ}\text{C}/10$  il) paylanması

**Dəniz səthinin temperaturu.** DST-nun maksimal qiymətləri 2010-cu ildə ( $28.31^{\circ}\text{C}$ ), Orta Asiyadan gələn havanın Xəzər dənizi üzərində yayıldığı vaxt müşahidə olunmuşdur [6]. Bundan sonra DST-nun azalma tendensiyası görünür.



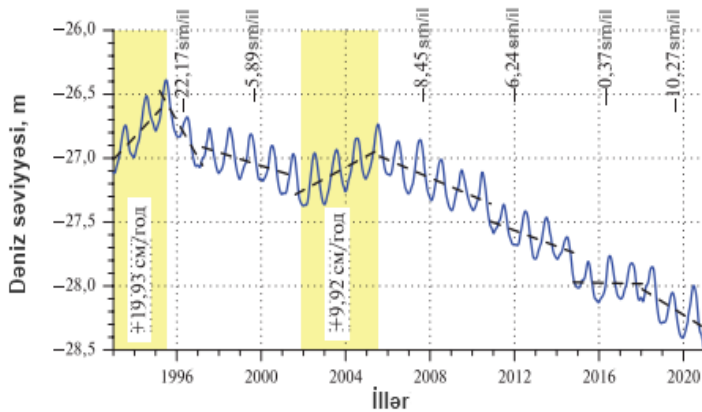
**Şəkil 3. 1982-2020-ci illərdə Xəzər dənizi səthinin temperaturunun (DST)( $^{\circ}\text{C}$ ) (Qara-Boğaz-Göl körfəzi istisna olmaqla) orta aylıq qiymətlərinin mövsümi və illərarası dəyişkənliyi**

Bu dövrdə DST-nun orta aylıq qiymətlərinin xətti tendensiyası  $+0,035^{\circ}\text{C}/\text{il}$  təşkil etmişdir. Xəzər dənizi akvatoriyasında DST-nun xətti tendensiyalarının paylanması göstərir ki (şəkil 2b), suların ən çox istiləşməsi Orta Xəzərin qərb hissəsində, ən az istiləşməsi isə Şimali Xəzərin şimal-şərqində və Türkmənistanın şelf zonası boyunca 50 metrlik izobat daxilində baş vermişdir.

Xəzər dənizinin üç regionunun DST-nun orta illik qiymətlərinin illərarası dəyişikliyinə xarakteri əsasən eynidir (şəkil 4). DST-nun orta illik tendensiyası Şimali, Orta, Cənubi Xəzərdə və bütövlükdə dənizdə uyğun olaraq,  $+0,026$ ;  $+0,042$ ;  $+0,034$  və  $+0,035^{\circ}\text{C}/\text{il}$  təşkil etmişdir.

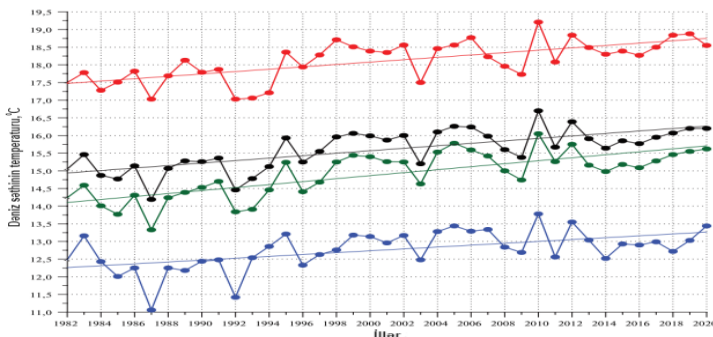
Orta və Cənubi Xəzər üçün bu tendensiyalar müxtəlif verilənlər bazaları əsasında əvvəllər əldə edilmiş qiymətlərdən kiçikdir: uyğun olaraq, 1982-2009-cu illər üçün  $+0,06$ ;  $+0,05^{\circ}\text{C}/\text{il}$  və 1982-2015-ci illər üçün isə  $+0,05$ ;  $+0,04^{\circ}\text{C}/\text{il}$  təşkil etmişdir [5]. Şəkil 4-də - Orta Xəzərdə DST meylinin maksimal qiyməti şəkil 2b-də verilmiş tendensiyaların məkan paylanması ilə yaxşı uyğunlaşır.

Qeyd etmək lazımdır ki, DST-nun orta illik qiymətlərində illərarası dəyişkənliyinin xarakteri (şəkil 4-ə baxın), 1980-1982-ci illərdən 2020-ci ilə qədər olan dövr ərzində əvvəlki dövrlə (təxminən 1980-ci ilin əvvəlindən 2010-cu ilə qədər) müqayisədə DST və SHT tendensiya-larının azalması və Şimali Xəzərdə 2002-ci ilin iyulundan 2019-cu ilin iyulunadək olan dövr üzrə DST-nun (və SHT) cüzi mənfi xətti tendensi-yası 2000-ci ilin ikinci onilliyində Xəzərdə istiləşmənin ləngiməsinin nəticəsini təsdiqləyir.



**Şəkil 4.** 1982-2020-ci illərdə Şimali Xəzər (mavi), Orta Xəzər (yaşıl), Cənubi Xəzər (qırmızı) və bütövlükdə Xəzər dənizi (qara) (Qara-Boğaz-Göl körfəzi istisna olmaqla) səthinin temperaturunun orta illik qiymətləri. Düz xətlər - uyğun xətti tendensiya-lar (meyllər)

**Dəniz səviyyəsi.** Müxtəlif dövrlərdə instrumental ölçmələrə (1837-ci ildən) və peyk altimetrələrinə (1993-cü ildən) görə Xəzər dənizi-nin səviyyəsindəki illərarası dəyişikliklər bir çox elmi-tədqiqat işlə-rində nəzərdən keçirilmişdir [6]. 1993-cü ildən 2020-ci ilə Xəzərin səviyyəsinin dəyişməsi altimetrik ölçmələrə görə şəkil 5-də verilmişdir.

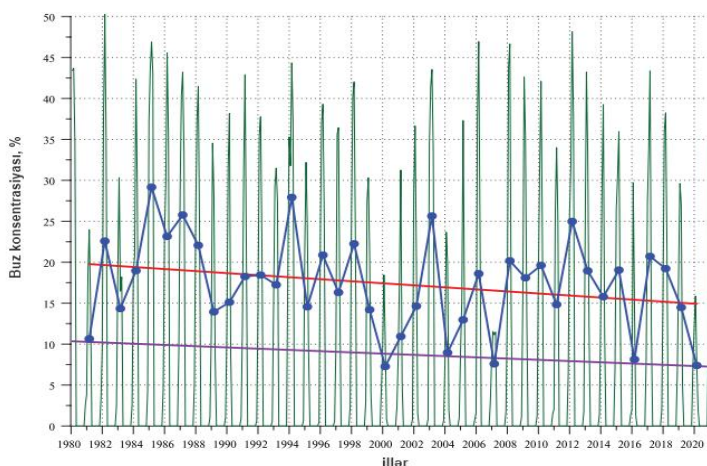


**Şəkil 5.** T/P və J1/2/3 peyk altimetrələrinə əsasən 1993-cü ilin yanvarından 2020-ci ilin dekabrına qədər Xəzər dənizi səviyyəsinin (sm/il) mövsümi (bütöv xətt) və illərarası (xətti) dəyişkənliyi

Artımının iki dövrü istisna olmaqla – 1992-1993-cü ilin qışından 1995-ci ilin yayına qədər  $+19,93 \pm 2,14$  sm/il sürətlə -26,4m BS (Baltikyanı hündürlük sistemi) səviyyəsinə və 2001-2002-ci ilin qışından 2005-ci ilin yayına qədər  $+9,92$  sm/il sürətlə -26,7m BS səviyyəsinə və onun 2015-2017-ci illərdə nisbi sabitləşməsi (zəif mənfi tendensiya-  $0,37 \pm 0,12$  sm/il), Xəzərin səviyyəsi aşağı endi [9]. (bax şəkil 5-ə). 2005-ci ilin yayından sonra səviyyənin enməsi monoton olmadı: səviyyənin kəskin azalması 2010-cu ilin sonu - 2011-ci ilin əvvəlində baş verdi, o cümlədən quraqlığa görə Volqa çayının hövzəsində 2010-cu ilin iyun-avqust ayının sonu, 2014-cü ilin sonu və 2018-ci ilin sonunda. 28 illik dövrdə 1993-2020-ci illər ərzində orta səviyyənin aşağı enmə sürəti -  $5,37 \pm 1,24$  sm/il olmuşdur. 2020-ci ilin sonuna qədər səviyyə -28,5m BS-ə çatdı [9].

Beləliklə, 1995-ci ildə nəzərdən keçirilən dövrdə maksimum qiymətdən (-26,6m BS) 2020-ci ildə minimuma (-28,5m BS) səviyyə 1,9m aşağı endi və onu yalnız 1977-ci ilin minimum qiymətindən (-29m BS) 0,5m ayırır. 1992-2016-cı illərdə Xəzər dənizinin səviyyəsində və Volqa çayı axınındakı dəyişikliklərin xarakterinin müqayisəli təhlili göstərdi ki, 1993-1995-ci illərdə dəniz səviyyəsinin qalxması və 1997-ci ilə qədər onun enməsi Volqa axınındakı dəyişikliklərə uyğundur [10]. Sonradan orta çay axınının azalması ilə dəniz səviyyəsinin aşağı enməsini göstərən amil dəniz səthindən buxarlanmanın artması olmuşdur.

**Buz örtüyü.** 41 illik dövr ərzində (1980-2020) Şimali Xəzərdə buz örtüyünün orta aylıq və orta soyuq yarımillik (noyabr-aprel) göstəricilərində dəyişikliklər şəkil 6-da göstərilmişdir. Bu dövr ərzində soyuq yarımillik buz konsentrasiyalarının orta aylıq və orta qiymətləri üçün buz örtüyü tendensiyaları mənfi olmuş və uyğun olaraq, -0,8 və -1,24%/10 il-ə bərabər olmuşdur. Buz konsentrasiyalarının maksimal orta aylıq qiymətləri sərt (1981-1982-ci illər) və çox sərt (2011-2012-ci illər) qışlarında, minimal orta aylıq qiymətləri isə – 2006-2007 və 2019-2020-ci illərin mülayim qışlarında müşahidə edilmişdir (şəkil 1-ə baxın). Ardıcıl azalma ilə soyuq yarımillik buz konsentrasiyalarının orta qiymətlərinin maksimumları sərt (1984-1985, 2002-2003-cü illər) və çox sərt (1993-1994, 2011-2012-ci illər) qışlara, yaxın qiymətləri olan minimumları — 1999-2000, 2006-2007, 2015-2016 və 2019-2020-ci illərin mülayim qışlarına uyğundur [10].



**Şəkil 6. 1980-2020-ci illərdə Xəzər dənizinin şimal hissəsində soyuq yarımillik buz konsentrasiyalarının orta aylıq (yaşıl rəng) və orta (noyabr-aprel) (mavi rəng) (%) göstəricilərinin dəyişməsi (%) və və bu dəyişikliklərin (müvafiq olaraq bənövşəyi və qırmızı rənglər) xətti tendensiyaları**

Bu işdə verilən hesablamalara görə, buzun qalınlığı 1981-1982-ci ildən 2015-2016-cı ilə qədər əhəmiyyətli illərarası dəyişkənliklə orta hesabla azalmışdır [11]. Eyni zamanda, buzun qalınlığının maksimum qiymətləri 2007-2008, 1984-1985-ci illərin qışlarında və 2011-2012-ci illərdə (müvafiq olaraq, təxminən 60, 55 və 50sm), minimum qiymətləri isə – 1999-2000, 2006-2007, 2013-2014 və 2015-2016-cı illərin qışlarında (müvafiq olaraq, təxminən 10, 15, 17 və 17sm) qeydə alınmışdır.

Beləliklə, buzun qalınlığı ilə qışın sərtliyi arasında birmənalı uyğunluq yoxdur. İşdə buz dövrünün müddəti ilə qışın sərtliyi arasında aydın korrelyasiyanın (asılılığın) olmaması, buz əmələ gəlmə dövrlərinin bir-birini əvəz etməsi və havanın temperaturunun kəskin dəyişməsi zamanı onun əriməsi ilə izah olunur: belə bir korrelyasiya yalnız 2015-2016-cı ilin orta qışında, 2002-2003-cü ilin mülayim qışında və 2011-2012-ci ilin çox sərt qışında müşahidə olunur.

21 illik dövr ərzində (1998-2019) ən qısa buz dövrü (86 gün) 2015-2016-cı ilin qışında, ən uzun buz dövrü (147 gün) isə 2011-2012-ci ilin qışında qeydə alınmışdır, bu dövr üzrə orta qiymət 115 gündür [11]. İşdə 2011-2012 və 2015-2016-cı illərin qışları üçün buz dövrünün müddətinin hesablamaları uyğun olaraq, 156 və 98 gün verilmişdir. 2011-2012-ci ilin çox sərt qışında nəinki bütün Şimali Xəzər buzla örtülmüşdür, həmçinin Orta Xəzərin qərb sahili boyunca Abşeron yarımadasına qədər və Cənubi Xəzər dənizinin şərq sahillərindəki da-

yaz körfəzlərində (Türkmənbaşı və Cənubi Çeləkən körfəzləri) də buz örtüyünün əmələ gəlməsi müşahidə olunmuşdur.

### **Nəticə**

Xəzər regionunda havanın temperaturunun (1980-2020) və bütövlükdə Xəzərin (Qara-Boğaz-Göl körfəzi olmadan) və onun üç regionunun (1982-2020) səthinin temperaturunun illik dəyişkənliyinin aparılmış təhlili nəzərdən keçirilən dövrlərdə Xəzər dənizinin istiləşməsini (orta hesabla) göstərir. Şimali, Orta, Cənubi Xəzərdə və bütövlükdə dənizdə DST-nun orta illik xətti meylləri uyğun olaraq  $+0,026$ ;  $+0,042$ ;  $+0,034$   $+0,035^{\circ}\text{C/il}$  təşkil etmişdir. Bununla belə, son illəri əhatə etməyən dövrlərin tendensiyaları ilə müqayisədə SHT və DST tendensiyalarının əhəmiyyətli dərəcədə aşağı qiymətləri və DST-nun orta illik dəyişməsinin xarakteri (2010-cu ildəki maksimumdan sonra onların azalması, şəkil 4-ə baxın) 2000-ci illərin ikinci onilliyində Xəzər dənizində istiləşmənin ləngiməsi qənaətinə gəlməyə imkan verir ki, bu da elmi-tədqiqat işlərində olan məlumatları təsdiqləyir.

2000-ci illərdə 1980-1990-cı illərlə müqayisədə Xəzər dənizinin SHT (bax. şəkil 1-ə) və DST-nun (bax. şəkil 3-ə) maksimal orta aylıq yay və minimal orta aylıq qış qiymətləri artmış, həmçinin mülayim qışların sayı da artmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki (bax. şəkil 1-ə), Şimali Xəzərdə 2008-2009, 2012-2013, 2013-2014 və 2015-2016-cı illərdə qış üçün verilən proqnozun normadan daha soyuq olduğu işdə özünü təsdiqləmədi.

Beləliklə, mülayim qışların sayının artması Xəzərin bu hissəsində (bax şəkil 6-ya) müvafiq olaraq, soyuq yarımillik buz konsentrasiyalarının orta aylıq və orta mənfi tendensiyaları ( $-0,8$  və  $-1,24\%/10$  il) ilə nəticələnmişdir.

### **İstifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı**

1. Бухарицин П.И., Андреев А.Н. Ритмы солнечной активности и ожидаемые экстремальные климатические события в Северо-Каспийском регионе на период 2007–2017 гг. // Экстремальные гидрологические события в Арало-Каспийском регионе: тр. Международной конф. 19–20 окт. 2006, Москва. 2006. Стр. 137–143.
2. Водный баланс и колебания уровня Каспийского моря. Моделирование и прогноз: учебно-метод. пособие / под ред. Е.С. Нестерова. М.: Триада лтд, 2016. Стр. 378
3. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. 6. Каспийское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия / отв. ред. Терзиев Ф.С. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. Стр. 358.

4. Гинзбург А.И., Костяной А.Г. Тенденции изменений гидрометеорологических параметров Каспийского моря в современный период (1990-е–2017 гг.) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 7. Стр. 195–207. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-7-195-207.
5. Гинзбург А.И., Костяной А.Г., Шеремет Н.А. Долговременная изменчивость температуры поверхности Каспийского моря (1982–2009 гг.) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 2. Стр. 262–269.
6. Гинзбург А.И., Костяной А.Г., Шеремет Н.А. Сезонная и межгодовая изменчивость температуры поверхности Каспийского моря // Океанология. 2004. Т. 44. № 5. Стр. 645–659.
7. Ивкина Н., Наурозбаева Ж., Клове Б. Влияние изменения климатических условий на ледовый режим Каспийского моря // Центрально-азиатский журн. исслед. воды. 2017. Т. 3. № 2. Стр. 15–29.
8. Казьмин А.С. Долгопериодная изменчивость гидрометеорологических параметров в акватории Каспийского моря. Часть 1: описание данных // Океанол. исслед. 2019. Т. 47. № 5. Стр. 65–73. DOI: 10.29006/1564-2291.JOR-2019.47(5).5.
9. Косарев А.Н. Гидрология Каспийского и Аральского морей. М.: Изд-во МГУ, 1975. Стр. 272.
10. Мамедов Р.М. Гидрометеорологическая изменчивость и экогеографические проблемы Каспийского моря, Баку «Элм», 2007 г. Стр.122–136.
11. Сафаров С.Г. Современная изменчивость климата Азербайджана. Баку «Зия», 2011 г. Стр.11–19.

## **CLIMATIC CHANGES IN HYDROMETEOROLOGICAL PARAMETERS OF THE CASPIAN SEA**

**R.R. Janmamedova**

**Abstract:** In the presented article, the hydrometeorological parameters of the Caspian Sea (with the exception of the Cherny-Bogaz-Gol Bay): surface air temperature (SAT), sea surface temperature (SST) and ice coverage, according to ground-based reanalysis. And remote sensing data, as well as from well-known publications of recent years to assess linear trends in interannual variability. In the 2000s, compared with the 1980s and 1990s, the maximum summer and minimum winter average monthly values of SAT and SST increased, and the number of mild winters increased. Trend of SAT of the Caspian region in the period 1980–2020 was  $+0.030\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{year}$ , the trends of the average annual SST in 1982–2020 in the North, Middle, South Caspian and in the sea as a whole were  $+0.026$ ,  $+0.042$ ,  $+0.034$  and  $+0.035\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{year}$ , respectively. The greatest warming of waters took place in the western part of the Middle Caspian, the least one was in the northeast of the North Caspian

and along the shelf zone of Turkmenistan. Decrease in trends in SAT and SST in the period from 1980/1982 to 2020 in comparison with the previous period (from 1980–1982 until about 2010) and the absence of an increase in the average annual SST values after 2010 indicate a slowdown in the warming of the Caspian Sea in the second decade of the 2000s. Trends in the monthly mean and average for the cold half-year (November – April) ice concentration in the North Caspian in 1980–2020 turned out to be negative ( $-0.8$  and  $-1.24$  %/10 years, respectively). Sea level after 2005, with the exception of a brief stabilization in 2015–2017, continues to fall. Average rate of level fall in the 28-year period 1993–2020 was  $-5.37 \pm 1.24$  cm/year. By the end of 2020, it reached a mark of  $-28.5$  m by the Baltic System of Heights, and only 0.5 m separates it from the 1977 minimum.

**Keywords:** Caspian Sea, sea level, air temperature, sea surface temperature, ice cover, inter-annual variability, global warming.