

**TREND AŞKARLAMA METODLARI TƏTBİQ ETMƏKLƏ
İQLİM DƏYİŞMƏLƏRİNİN ÇAY AXIMINA TƏSİRİNİN
QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ (ARAZIN SAĞ QOLLARI TİMSALINDA)**

GİTA M.EYNOLLAHİ
Bakı Dövlət Universiteti

Bu məqalədə İqlim dəyişmələrinin çay axımına təsirinin öyrənilmə problemlərindən bəhs olunur. Göstərilir ki, trend aşkarlama metodlarının tətbiqi belə qiymətləndirmələrin aparılması üçün daha əlverişlidir. Daha sonra göstərilmişdir ki, xətti trendlərdən istifadə uzun zaman sıralarında tətbiq oluna bilsə də onların qısa zaman sıralarında tətbiqi məqsədəuyğun deyil. Buna görə də müəllif qısa müşahidə sıralarında trendlərin aşkarlanması üçün Mann-Kendall testlərindən istifadə etməyi lazım bilmişdir.

Aparılan qiymətləndirmələr qış dövründə axımın artmasını və quraq yay dövründə isə azalmasını göstərir. Nəticədə gursulu dövrün mart–aprel aylarından fevral–mart aylarına keçməsi müşahidə olunur.

Giriş

Bir çox beynəlxalq ətraf mühit təşkilatları tərəfindən verilən reportlarda (İPCC, 1996, 2002) aydın şəkildə ifadə olunur ki, əsas istixana qazlarının atmosferdəki miqdarı sürətlə artmaqdadır. Belə çirklənmə global iqlim dəyişmələrinə, bu dəyişmələr isə öz növbəsində istər dünya okeanının, istərsə də dəniz və çayların su balansına və axım rejiminə öz təsirini göstərir.

İqlimin dəyişmələrinin su ehtiyatlarına potensial təsirlərini tapmaq üçün uzunmüddətli zaman sıralarının təhlili bir çox tədqiqatçıların diqqətini cəlb etmişdir. Məsələn, Dettinger (2005) əlli illik periodları əhatə edən və daşqın yaradan atmosfer yağıntılarının zaman sıralarını təhlil etmişdir. Hanson və başqaları (2005) iqlim tərəddüdləri ilə çay axımı tərəddüdləri arasında əlaqələri tapmağa imkan verən metodologiya işləmişdir. Hazırda Wang və başqaları Monte-Carlo metodunu tətbiq etməklə temperatur, yağıntı və axım üzərində uzunmüddətli zaman sıraları almışlar və bu sıralar da adı çəkilən göstəricilər üzərində uzunmüddətli dəyişmə tendensiyalarını aşkarlamaq məqsədi daşıyır (Wang et al., 2006). Sıraların uzadılma təcrübəsi Baren tərəfindən də tətbiq edilmişdir. Bu məqsədlə müəllif avtokorrelyasiya funksiyalarının hesablanmasına üstünlük vermişdir (Baren, 2003). Amerikanın Böyük Göllər hövzəsində Cohen (1986, 1990), Sanderson (1987) və Croley (1990, 2004) bu xarakterlərin hesablanması üçün həm aerodinamik, həm də empirik metodlardan istifadə etmişlər. Bu müəlliflərin gəldiyi nəticəyə görə bu xarakterlərin hesablanması iqlim dəyişmələrinin təsiri altında arta bilər.

Aparılan son tədqiqatlar yaxın gələcəkdə arid regionlarda kəskin su qıtlığı probleminin olacağını söyləyir (Abbasov and Smakhtin, 2008). Bu baxımdan İranın şimal-qərbində yerləşən və Araz hövzəsinə daxil

olan çayların axımına iqlim dəyişmələrinin qiymətləndirilməsini vacib bir məsələ hesab etmək olar.

Çayların rejiminə iqlim dəyişmələrinin təsirinin öyrənilməsi son dövrlərin ən aktual problemlərindən biri hesab olunur və dünyanın müxtəlif yerlərində adı çəkilən problemə aid olan qiymətləndirmələr geniş bir şəkildə aparılmaqdadır. Bu baxımdan diqqəti cəkməkdə olan əsas məqamlardan biri su iqlim dəyişmələrinin mümkün təsirləri altında su ehtiyatlarının zamana və ərazi üzrə paylanması baş verməsi mümkün olan əhəmiyyətli dəyişmələrin həm ədədi baxımdan qiymətləndirilməsi, baş verə biləcək potensial dəyişmələrin qarşısının alınması üçün həm lokal, həm də global miqyasda müxtəlif texnologiyaların tətbiqi və həm də baş verməsi mümkün olan dəyişmələrə uyğunlaşmaq üçün yeni texnologiyaların tətbiqi olunmasıdır.

Material və metodlar

Öyrənilən ərazi

Baxılan ərazi İranın şimal-qərbində yerləşir və burada ən böyük çay İran ərazisində Arazın ən böyük qolu olan Qarasu çayıdır. Qarasu çayı böyük təsərrüfat əhəmiyyəti daşıyır. Araz çayı Azərbaycan Respublikası ərazisində Kür çayı ilə birləşərək Xəzər dənizinə tökülür. Ərazidə kiçik çayların şəbəkəsi kifayət qədər sıx olsa da, çayların sululuğu o qədər də böyük deyil. Ərazidə olan çayların hövzələrinin ümumi hündürlüyü 2230 m-dir. Bu ərazinin iqlimi yarım səhra və quru çöl iqlimidir. Qış kifayət qədər soyuq keçsə də yay isti və qurudur. Çaylar başlıca olaraq yağış və qar suları ilə qidalanır. Gursulu dövr martın ortalarında başlayır və mayın sonuna kimi davam edə bilər. Bu dövrdə temperaturun gedişi gursulu dövrün uzunluğuna və maksimal axımın pikinə ciddi təsir edir.

Ərazi çaylarının illik axımına iqlim dəyişmələrinin təsirini təyin etmək üçün İran daxilində Araz hövzəsində yerləşən 22 hidroloji məntəqənin aylıq və illik su sərfələrinin çoxillik zaman seriyalarından istifadə edilmişdir. Bütün məlumatlar İran ərazisində hidroloji xidmət idarələri tərəfindən aparılan stasionar məlumatları əhatə edir. Bir sıra materiallar isə müxtəlif müəlliflərin elmi-tədqiqat işlərinin nəticəsi olaraq götürülmüşdür və müqayisə vasitəsi kimi işlədilmişdir.

Toplanan zaman sıralarının uzunluğu müxtəlifdir. Bir çox zaman sıralarının uzunluğunun 50 ildən çox olmasına (Qarasu-Moşiran) baxmayaraq, əksər hidroloji məntəqələrin zaman seriyaları 1975-2005 illəri əhatə edir.

Trend aşkarlama metodlarının icmalı

Zaman sıralarında trendlərin aşkarlanmasının ən sadə və kifayət qədər geniş tətbiq olunan, həm də yaxşı nəticələr verən üsulu "Xətti Reqressiya" modelinin tətbiqi olunmasıdır. Bu model atmosfer yağıntıları üçün aşağıdakı şəkildə ifadə oluna bilər:

$$P = at + b \quad (1)$$

Burada, P-atmosfer yağıntıları, t-zaman (baxılan halda illər), a-bucaq əmsalı, yaxud trendin tangensi, b-trendin ordinat oxuna görə vəziyyətini (hansı hündürlükdə olmasını) göstərən əmsaldır.

Yuxarıda verilən (1) tənliyində bucaq əmsalı baxılan xarakteristikanın illik nə qədər dəyişməsinə göstərən orta qiyməti xarakterizə edir və gələcək zaman üçün ekstrapolyasiya edilməsində çox əlverişlidir. Əgər bucaq əmsalının qiyməti sıfırırsa, bu o deməkdir ki, tangens də sıfıra bərabərdir və deməli, trend də sıfırdır. Bu isə baxılan xarakteristikada heç bir dəyişmənin müşahidə olunmadığını göstərir. Əgər bucaq əmsalının qiyməti müsbətdirsə, onda baxılan xarakteristikada artım, mənfidirsə azalma müşahidə olunur. Xətti reqressiya modeli kifayət qədər uzun zaman sırası, zamandan asılı olan həqiqi sabit dəyişmə tələb edir (Helsel və Hirsh 1992). Əgər baxılan xarakteristikanın zamandan asılılığında belə xüsusiyyətlər yoxdursa, bu zaman xətti reqressiya modelinin tətbiqi məqsədəuyğun deyil. Bu baxımdan baxılan xarakteristikaların normal paylanmaya tabe olması zəruridir (Devore, 2004).

Çay axımına iqlim amillərinin təsirinin qiymətləndirilməsi üçün geniş tətbiq olunan metodlardan biri çoxluq reqressiya tənlikləridir. Çoxluq reqressiyalarının tətbiqi zamanı belə bir xüsusiyyət nəzərə alınır ki, axımın formalaşmasında iştirak edən amillər arasında iqlim amillərinin yeri müstəsna və əsas iqlim amilləri də havanın temperaturu və atmosfer yağıntılarıdır. Bu iki əsas amili nəzərə almaqla çoxluq korrelyasiyaları tətbiq olunur ki, onların axıma təsiri cəm reqressiya tənliyi adlanan aşağıdakı tənlik vasitəsilə həyata keçirilir:

$$Q = aT + bP + c \quad (2)$$

Bu düsturda Q-su sərfələri, a, b və c isə əmsallardır.

Müxtəlif göstəricilər üzərində müşahidə məlumatları olduqda çoxluq reqressiyalarında olan hədlərin sayı artırıla bilər.

Qeyri-xətti trendlərin analizi zamanı əsasən hidroloji məlumatların qiymətləndirilməsində istifadə olunan qeyri-parametrik Mann-Kendall testlərindən istifadə olunur. Bu üsul monoton olan trendlərin aşkarlanmasında geniş tətbiq olunur. Mann-Kendall testi normal paylanmaya təbə olan uzun sıraların olmasını tələb etmir və qısa sıralarda tətbiq olunan zaman yaxşı nəticələr verir və ABŞ Geologiya Xidməti (USGS) tərəfindən geniş tətbiq olunur (USGS, 2005; Helsel and Hirsch, 1992). Hazırda Mann-Kendall testlərinin digər perspektivlərinin öyrənilməsi üzərində gərgin iş aparılır. Bu baxımdan Mann-Kendall testlərinin İran çaylarında trendlərin aşkarlanması zamanı tətbiq olunması məqsədəuyğun hesab edilə bilər. USGS Mann-Kendall testlərini orta illik yağıntı, orta illik temperatur və orta illik axımın zaman sıralarına tətbiq etmişdir. Aşağıda Mann-Kendall testlərinin hesablama ardıcılığı təsvir olunur (Adamowski and Bougadis, 2003).

Tutaq ki, n həddən ibarət olan və t_i və t_j müddətlərində müşahidə olunmuş zaman sırası verilmişdir. Burada i t_i zaman sırasının ardıcıl nömrələnmiş hədləri ($i=1, 2, 3, \dots, n-1$) və j isə t_i zaman sırasının hədlərindən sonra gələn və bir hədd sağa sürüşdürülmüş hədlər olub t_j zaman sırasını təşkil edir ($j=i+1, i+2, i+3, \dots, n$). Bu zaman t_i sırasındakı hər bir hədd bazis həddi kimi götürülür və t_j sırasındakı hər bir həddlə müqayisə olunur və aşağıdakı şərtlər daxilində "hallar" (sign) qəbul edilir:

$$\text{sign}(t) = \begin{cases} 1(t_j > t_i) \\ 0(t_j = t_i) \\ -1(t_j < t_i) \end{cases} \quad (3)$$

Bu zaman Kendall S statistikası aşağıdakı kimi hesablanır:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(t_j - t_i) \quad (4)$$

S atistikası üçün yayınmalar aşağıdakı kimi hesablanır:

$$\sigma^2 = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^n t_i(i-1)(2i+5)}{18} \quad (5)$$

Burada t_i i -ni genişləndirmək üçün lazım olan “ilmələrin” sayıdır. Burada işlənən cəm (\sum) işarəsi o zaman istifadə olunur ki, statistik sırada “ilmələnmiş” qiymətlər olsun. Test statistikası olan Z_s aşağıdakı kimi hesablanıla bilər:

$$Z_s = (S - 1) / \sigma \quad S > 0 \text{ olarsa} \quad (6)$$

$$Z_s = 0 \quad S = 0 \text{ olarsa} \quad (7)$$

$$Z_s = (S + 1) / \sigma \quad S < 0 \text{ olarsa} \quad (8)$$

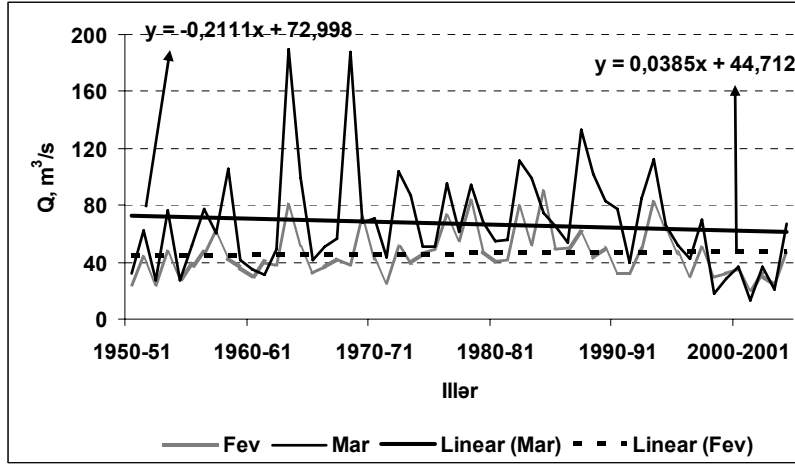
Sonuncu tənliklərdəki Z_s -lər (test statistikaları) normal paylanmaya tabedirlər. Bu tənliklər zaman sıralarının uzunluğu 10-dan çox olduqda, lakin çox uzun olmayanda tətbiq edilə bilər və çox yaxşı nəticələr verir (Kendall, 1962). Burada Z_s -lər zaman sıralarında mövcud olan trendlərin göstəriciləridir. Sonuncu tənliklərdən alınan müsbət qiymətlər müsbət trendi, mənfi qiymətlər isə mənfi trendləri göstərir.

Mann-Kendall testi o zaman tətbiq olunur ki, zaman sırasında ən azı 10 hədd olsun və bu baxımdan xətti trendlərlə müqayisədə Mann-Kendall testinin bir çox üstünlükləri vardır. Çünki, yuxarıda qeyd olunduğu kimi xətti trendlər ən azı zaman sıralarının uzunluğunun 30 il olmasını tələb edir.

Əsas nəticələr

Şəkil 1-də Qarasu çayının Moşiran məntəqəsi üçün fevral və mart ayı axınlarının çoxillik trendləri verilmişdir. Bu trendlər kifayət qədər uzun olan zaman sıralarına görə (1955-2005) tərtib olunduqlarından bu göstəricilər reperezentativ hesab oluna bilər və onların çoxillik dövr ərzində dəyişməsi bütöv bir regionda həmin aylar üzrə aylıq axımların dəyişmə təmayülləri haqqında lazımi təsəvvür yarada bilər. Trend xətlərinin ümumi istiqamətindən də görünür ki, Qarasu çayında mart ayı axımının azalması fonunda fevral ayı axımının artımı baş verməkdədir. Şəkildən görüldüyü kimi, mart ayında 1950-1960 illərdə aylıq axımın artımı baş verir və sonrakı dövrdə, yəni 1960-1980 illərdə axımda elə bir ciddi dəyişmələr baş vermir. Maraqlıdır ki, həmin illərdə mart və fevral ayları üçün sinxron gedişlər müşahidə olunsa da bu sinxronluq 1980-ci ildən sonra pozulur və beləliklə, mart ayında azalmalar, fevral

ayında isə artmalar baş verir. Bu proses təbii ki, temperaturun ildaxili paylanması ciddi fərqləri müşahidə olunması ilə bağlıdır və hər iki ayın temperatur göstəricilərinin yuxarı qalxması nəticəsində belə bir hal müşahidə olunur. Belə ki, noyabr ayının əvvəllərindən başlayaraq hövzədə qar-su ehtiyatının yığılması prosesi gedir ki, bu da fevralın sonu və martın əvvəllərində əriyərək gursulu dövrü formalaşdırır. Lakin fevralda temperatur artımı qarərimə prosesi nəticəsində yaranan illik piklərin məhz bu ayda müşahidə olunmasına səbəb olur. Bunun da nəticəsində intensiv qarərimə dövrü tədricən mart ayından fevral ayına keçməyə başlayır.



Şək. 1. Qarasu çayında (Moşiran m.) fevral və mart ayı axınlarının çoxillik trendləri

Fevral və mart aylarında çoxillik zaman seriyalarına görə alınmış trendlərin təhlili belə bir nəticəyə gəlməyə əsas verir ki, bu trendlərdə intensiv dəyişmələr dövrü 1980-ci illərdən müşahidə olunmağa başlamışdır və bu gün də davam etməkdədir. Yeni mart ayında baş verən azalmalar, fevral ayı üçün müşahidə olunan artmalar məhz bu dövrə təsadüf edir və bu məqsədlə də müşahidə sıraları iki dövrə bölünərək onların orta qiymətləri müqayisə edilmişdir. Bu məqsədlə də ikiye bölünmüş sıraların orta qiymətlərinin bircinsliyi yoxlanmışdır. Orta qiymətlərin bircinsliyinin yoxlanması Student meyarına görə aşağıdakı düstura əsasən aparılmışdır.

Orta qiymətlərin bircinsliliyini Student meyarına görə təyin etmək məqsədilə zaman sıraları iki hissəyə bölünür və hər iki yeni sıralar orta kəmiyyətləri və orta kvadratik meyletmələri hesablandıqdan sonra Student parametri (t) aşağıdakı düstura əsasən təyin edilir:

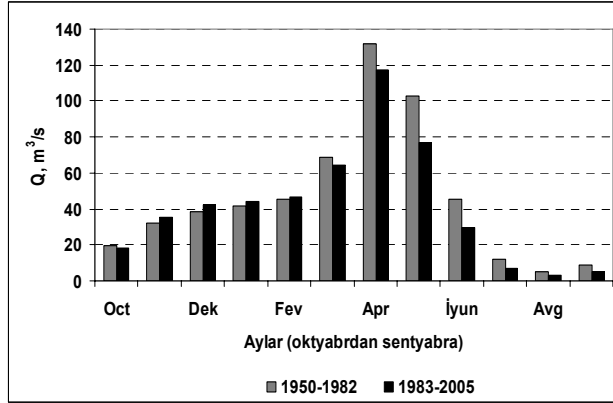
$$t = \frac{\bar{Q}_1 - \bar{Q}_2}{\sqrt{n_1\sigma_1^2 + n_2\sigma_2^2}} \sqrt{\frac{n_1n_2(n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}} \quad (9)$$

burada n_1 və n_2 - müvafiq olaraq birinci və ikinci zaman sıralarının uzunluqları;

\bar{Q}_1 və \bar{Q}_2 - bu sıraların orta su sərfələri; σ_1 və σ_2 -orta kvadratik

meylətmələrdir.

Müşahidə sıralarına əsasən t -nin qiymətləri hesablandıqdan sonra onları müxtəlif α -etibarlıq dərəcələrinə əsasən təyin olunmuş $t\alpha$ -böhran qiymətləri ilə müqayisə edirlər. Əgər hesablanmış qiymətlər böhran qiymətlərdən kiçik olarsa onda sıraların bircins olmasına dair fərziyyə qəbul olunur. Hidroloji müşahidə sıraları üçün adətən α -nın qiymətləri 1, 5 ya 10% və ya aşağı götürülür. Maraqlıdır ki, baxılan fevral və mart ayları üzrə Qarasu çayının Moşiran məntəqəsinin zaman sıraları 1 və 5%-li əhmiyyətlik dərəcələrinə görə bircins olmamışlar ki, bu da həmin zaman sıralarında ciddi dəyişmələrin olduğunu göstərməkdədir.



Şəx. 2. Qarasu çayında (Moşiran m.) ikiyə bölünmüş aylıq zaman sıralarının orta qiymətlərinin müqayisə olunması.

Daha sonra ikiyə bölünmüş zaman sıralarının bütün aylar üzrə orta kəmiyyətləri hesablanmışdır (şəkil 2). Bu zaman sıralarının orta qiymətlərinin müqayisəsi göstərir ki, orta qiymətlərin dəyişmələrində ciddi fərqlər müşahidə olunmaqdadır. Bu baxımdan noyabr, dekabr, yanvar və fevral ayı axımlarının artımı, qalan ayların isə azalması müşahidə olunur. Qış aylarından ən çox artım dekabr ayına təsadüf edir və 10% təşkil edir. Yanvar ayının aylıq axımında artım 4%, fevral ayının aylıq axımında isə 3% təşkil edir.

Aylıq axımların ən çox azalması yaz gursulu dövrünə təsadüf edən mart, aprel, may və iyun aylarına təsadüf edir.

Mart ayında axımın azalması 7%, apreldə 12%, mayda 25% təşkil etməkdədir. Bu baxımdan ən çox azalma may ayının payına düşür və orta qiymətin $25\text{m}^3/\text{s}$ azalması müşahidə olunur. Faiz nisbətə ən çox azalma iyul ayına təsadüf edir və 44% təşkil edir. Sentyabr və avqust aylarında da azalma faizləri yüksəkdir və müvafiq olaraq 43% və 40% təşkil edirlər. Aylıq axımın ən az azalmaları oktyabr və noyabr aylarında müşahidə olunaraq 9-10% təşkil edirlər. Eyni hesablamalar Zəngmar çayı (Maku m.) üçün də aparılmışdır. Bu çayda da qış fəslində axımın artması orta hesabla 6-10%, gursulu dövrdə azalma isə 25-40% təşkil etməkdədir.

Digər məntəqələrdə isə aylıq zaman sıralarının trendləri xətti testlərə əsasən yoxlanmışdır. Bu testlər nəticəsində aylıq axımların azalma,

yaxud da artma təmayülləri aşkarlanmış və onların gələcəkdə dəyişmə istiqaməti müəyyən olunmuşdur. Bununla belə bu testlərə əsasən dəyişmələrin nə qədər baş verdiyini göstərən qiymətləndirmələr aparılmamışdır.

Yoxlamaların nəticələri soyuq aylarda aylıq axımların artma tendensiyalarının, isti aylarda isə azalma tendensiyalarının olduğunu göstərməkdədir. Yalnız ayrı-ayrı məntəqələrdə kiçik fərqlər mövcuddur və bu fərqlər də isti və soyuq dövrlər arasındakı aylarda müşahidə olunmaqdadır. Məsələn, əgər Balıqlıçay üzərindəki Pole əlmas məntəqəsində mart ayında axım həcminin artımı baş vermişdirsə, həmin çay üzərindəki Gilandeh məntəqəsində azalma müşahidə olunmaqdadır. Onu da qeyd etmək yerinə düşər ki, məntəqələrin əksəriyyəti üçün mart ayı axımın azalmasının müşahidə olunduğu ay kimi qeydə alınmışdır. Digrə əhəmiyyətli bir fərq may axımının aşkarlanmış trendlərindədir. Bəzi məntəqələrdə may ayı aylıq axımın azaldığı ay kimi qeydə alınmışdırsa, bir çox məntəqələrdə bu azalma ayı kimi qeydə alınmışdır. Lakin burada belə bir qanunauyğunluğun aşkar olunması mümkün olmuşdur ki, hövzələrinin hündürlüyü daha yüksək olan məntəqələrdə may ayında artım, aşağı hündürlüyə malik hövzələrdə isə azalma qeydə alınmışdır. Lakin bir çox müşahidə sıralarının uzunluğunun az olması bu qanunauyğunluğu tam və əsaslı şəkildə qeydə almağa imkan vermir və bunun üçün daha uzun zaman sıralarına əsaslanan tədqiqatların aparılması vacibdir. Digər bir təzad noyabr ayının zaman sıralarının təhlili zamanı meydana çıxmışdır. Belə ki, may ayında olduğu kimi, noyabr ayında da məntəqələrin təqribən yarısında artım, yarısında isə azalma qeydə alınır. Bu təzadı isə həm noyabr ayının isti dövrdən soyuq dövrə keçid ayı olduğu üçün, həm də bir sıra məntəqələrdə müşahidə sıralarının qısalığı ilə izah etmək olar.

Cədvəl

Hidroloji məntəqələr üzrə orta aylıq su sərfələrinin zaman sıralarının Mann Kendall testləri ilə yoxlanmış trendlərinin əsas istiqamətləri (+: müsbət trend-artım; -: mənfi trend-azalma)

Çay-Məntəqə	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Barunçay-Qalacıq	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+
Qoturçay-Milə Mərzi	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Balıqlıçay- Pole əlmas	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+
Balıqlıçay- Gilandeh	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
Quruçay-Quzetopraqı	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Qarasu-Dostbəyli	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
Qarasu- Moşiran	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+
Qarasu-Samian	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Zəngmar-Maku	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+
Zəngmar-Poldəst	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Ağçay-Şəmsabad	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Qarasu-Qənbərli	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
Qoturçay-Polleyzdəkan	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+

Nəticələr

Yuxarıdakı hesablamalardan belə bir nəticəyə gəlmək olur ki, iqlim dəyişmələrinin təsiri altında ərazi çaylarının axımının ildaxili paylanması ciddi dəyişmələr müşahidə olunur. Belə ki, 20–30 il əvvəl qış fəslinə çay hövzələrində mənfi temperatur göstəricilərinin müşahidə olunduğu dövr kifayət qədər uzun müddəti, həm də böyük əraziləri əhatə edirdi və nəticədə ilin soyuq dövründə müşahidə olunan yağıntılar, əsasən hövzəyə qar halda düşür və akkumlyasiya olunurdular. Nəticədə qış dövründə çayların sululuğu azalır və yağan yağıntıların əksəriyyəti həmin dövrdə axımı qidalandırmırdı. Yaz vaxtı müsbət temperatur şəraitində qış dövrü akkumlyasiya olunan qar ehtiyatı əriyərək iri həcmə malik olan gursulu dövrü formalaşdırırdı. Hazırda, soyuq dövrdə hava temperaturunun artması nəticəsində qar ehtiyatının yığılma dövrü, ərazisi və nəticədə isə ümumi həcmi azalmışdır ki, bu da yaz fəslində müşahidə olunan gursulu dövr axımını kifayət qədər azaltmışdır. Eyni zamanda, soyuq dövrün getdikcə qısa olması nəticəsində çay hövzələrinə maye xarakterli yağıntıların düşmə təmayülü güclənmiş, beləliklə, də qış fəslində axımında ciddi artımlar müşahidə olunmağa başlamışdır. Bu isə çay axımının ildaxili paylanması yuxarıda söylənilən dəyişmələrin yaranmasına gətirib çıxarmışdır.

Yay aylarında müşahidə olunan kəskin azalmalar isə həm gursulu dövrün qısa doğru meyletməsi, həm də bu aylarda düşən yağıntıların azalması ilə izah oluna bilər. Kəskin azalmaların daha çox sentyabr və avqust ayları üçün müşahidə olunması bu azalmaların həmin dövrə təsadüf edən atmosfer yağıntılarının azalması ilə bağlı olduğuna dəlilətdir.

Atmosfer yağıntılarının çoxillik zaman trendləri öyrənilərkən, demək olar ki, bütün məntəqələrdə illik yağıntıların azalma tendensiyalarının müşahidə olunduğu aşkar olunmuşdur. Təbii ki, belə bir azalma özünü axım xarakteristikalarında da göstərməlidir və buna görə də illik axımın zaman sıralarının azalma trendlərinin müşahidə olunması normaldır. Bu fərziyyənin təsdiqini tapması üçün bütün ərazi üzrə paylanan hidroloji məntəqələrin illik axımlarının trendləri öyrənilmişdir. Söylənilən bu fərziyyə konkret zaman sıralarının çoxillik dəyişmələrinin təhlil olunması ilə təsdiq olunur.

ƏDƏBİYYAT

1. Abbasov R.K., Smakhtin V.U. Introducing ecological thresholds into water withdrawal management *Hydrological Sciences Journal*, 2008 (accepted).
2. Baren, J.: *Statistics for long memory processes*, Chapman and Hall, New York, USA, 315 pp., 1994.
3. Cohen, S.: Impacts of CO₂-induced climatic change on water resources in the Great Lakes Basin, *J. Climate Change*, 8, 135–153, 1986.
4. Cohen, S.: Methodological issues in regional impacts research, *Proceedings of Conference on Climate Change, Implications for Water and Ecological Resources*, Department of Geography, Occasional Paper No. 11, University of Waterloo, 342 pp., 1990.
5. Croley, T. E., Hunter, T. S., and Martin, S. L.: *Great Lakes monthly hydrologic Data*, Internal Report, Publications, NOAA, Great Lakes Environmental Research Laboratory, 13, Michigan, USA, 2004.

6. Dettinger, M. D.: A Long term (50 Yr.) historical perspective on flood-generating winter storms in the American river basin, Proceedings of California Extreme Precipitation Symposium, 62–77, 2005.
7. Hanson, R. T., Newhouse, M. W., and Dettinger, M. D.: A methodology to assess relations between climatic variability and variations in hydrologic time series in the southwestern United States, J. Hydrol., 287, 252–269, 2004.
8. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1990. Climate Change. The IPCC Scientific Assessment. J.T. Houghton, G.J. Jenkins, and J.J. Ephraums (editors).
9. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1996a. Climate Change 1995: The
10. IPCC Scientific Assessment. J.T. Houghton, G.J. Jenkins, and J.J. Ephraums (editors).
11. Sanderson, M.: Implications of climatic change for navigation and power generation in the Great Lakes, Climate Change Digest 87-03, Environment Canada, 1987.
12. Wang, W., Van Gelder, P. H., Vrijling, H. J., and Chen, X.: Detecting long-memory, Monte Carlo simulations and application to daily streamflow processes, Hydrol. Earth Syst. Sci., 11, 851–862, 2007, <http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/851/2007/>.
www.hydrol-earth-syst-sci.net/12/239/2008/ Hydrol. Earth Syst. Sci., 12, 239–255, 2008

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА РЕЧНОЙ СТОК
С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРЕНДОВЫХ МЕТОДОВ
(НА ПРИМЕРЕ ПРАВЫХ ПРИТОКОВ РЕКИ АРАЗ)**

ГИТА М.ЭЙНОЛЛАХИ

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена изучению проблемы влияния изменений климата на речной сток. Показано, что подобную оценку целесообразно осуществлять с помощью трендового анализа. Также показано, что линейному трендовому анализу должны быть подвержены продолжительные ряды. Поэтому, для выявления трендов в коротких рядах применены тесты Манн-Кендала.

Установлено, что сток рек в зимний период увеличивается, а в летний сезон, наоборот, уменьшается. Период паводков передвигается с марта-апреля на февраль-март.

**EVALUATION OF CLIMATE CHANGE IMPACTS ON RIVER
FLOWS USING TREND DETECTION METHODS (CASE STUDY
ON RIGHT STREAMS OF ARAZ RIVER, IRAN)**

GITA M.EYNOLLAHI

SUMMARY

In this paper the problems of evaluation climatic changes on river flow have been investigated. It has been illustrated that trend detection methods might be more relevant than deterministic ones. Further suggested that there are growing interest to non parametric methods such as Mann-Kendall trend detection.

Results illustrate sharp changes in inter-annual allocation of river flow over investigated territory. High flows, which was observed usually in March-April months, has already changed its place to February-March.