



Ege Coğrafya Dergisi, 14 (2005), 17-28, İzmir  
*Aegean Geographical Journal, 14 (2005), 17-28, Izmir—TURKEY*

## TAŞKIN GÖZLEMLENEN AKARSULARIN HİDROLOJİSİ (KURA NEHRİ ÖRNEĞİ)

*Relative water content of flooding riverbeds (A case study on Kura river)*

**Rövşen ABBASOV**

*Azərbaycan Hidrometeoroloji Enstitüsü*

*egecografyadergisi@mail.ege.edu.tr*

*(Teslim: 31 Ekim 2005; Düzeltme: 31 Mart 2006; Kabul: 31 Aralık 2006  
(Received: October 31, 2005; Revised: March 31, 2006; Accepted: December 31, 2006)*

### **Abstract**

In the article the reasons of flooding observing on the mouth of river Kura are investigated. It was revealed, that one of principal causes of flooding is a reduction channel capacity (water carrying ability) of riverbeds. The analysis is made for the major factors, causing reduction of channel capacity.

For prevention of flooding on regulated rivers, first of all it is necessary definition Maximum Possible Flow of water (MPF). Maximum possible flow (MPF), such maksimum value of high water, when in the river is absent flooding, high waters prolonged large quantity of water etc. Any water flow, which is more than MPF, is considered to be catastrophic flow of water. Any catastrophic flow of water is a hazardous water flow.

It is offered a method for estimation MPF. By the offered method was calculated MPF for the river of Kura on hydrological station Salyan.

Catastrophic flows, including flooding are a product of the ration observing flows and MPF. Such ration refers to as "Relative liquid water content" (Relative water content) of a riverbed. If, relative water content above unit, the catastrophic water flow in the river is observes, including flooding. If it below unit, catastrophic charges is not observes. Considering value of relative water content on regulated rivers, it is possible to do controlled release of water from reservoirs which do not cause catastrophic flows and flooding.

**Keywords:** Kura river, Flood, Maximum Possible Flow, catastrophic flow, Relative water content

## Öz

Bu makalede Kura nehrinin mansap (ağız) kısmında meydana gelen taşkınlar incelenmiştir. Buradaki taşkınların nedeni, baraj yapımından sonra yatakta su geçirme kapasitesinin azaltılmış olmasıdır. Taşkınları önlemek için, her şeyden önce, yatak akış kapasitesinin belirlenmesi gerekir. Maksimum akış kapasitesi, akarsuyun taşkın tehlikesine ait maksimum akımı olarak düşünülmektedir. Bu çalışmada maksimum akış kapasitesinin belirlenmesine ilişkin bir yöntem önerilmektedir. Bu yöntem Kura nehrinin Salyan hidroloji istasyonu verilerine dayanılarak uygulanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Kura nehri, Taşkın, Maksimum akış, katastrofik akış, Görelî su miktarı.

### Giriş

Taşkınlar, bir doğa olayı olarak akarsu havzalarında çeşitli nedenlerle su seviyesinin hızla yükselmesi sonucunda çevre yerlerin su altında kalmasıdır. Akarsu taşkınlarının başlıca nedeni, yağmurların yatak hacmini sürekli olarak doldurması veya hava sıcaklığının artması sonucu kar örtüsünün yoğun olarak erimesidir. Dolayısıyla taşkınların su kaynağını yağmur, kar veya her ikisi birden oluşturmaktadır. Sürekli tekrarlanan taşkınların su kaynağı, genelde eriyen karlardır (Мамедов 1944).

Öte yandan; taşkınlar, birçok hâllerde mansap (ağız) kısımlarında nehir yatağının çeşitli nedenler yüzünden (buz kitlelerinin akışın önünü kesmesiyle oluşan tıkaçlar, çamur tıkaçları, barajlarda su seviyesini dengeli tutan boruların tıkanması vb.) daralması sonucunda da gerçekleşir.

Uzun yıllar taşkınlara karşı mücadele etmenin etkili yolu, baraj inşaatı yolu ile su akışının düzenlenmesi ve rejime bağlı olarak beslenmenin azaldığı ve çoğaldığı dönemlerde minimum miktarda suyun barajdan veya su deposundan akıtılması, böylece de taşkınların tanzim edilmesi yoluyla önlenmesi olmuştur. Fakat son yılların deneyimleri akımı düzenlenmiş nehirlerde de taşkın olabileceğini ortaya koymaktadır.

Son birkaç yılda Kafkasya'nın en büyük nehri olan Kura'nın mansap kısmında taşkın olaylarının gerçekleşme sıklığının yeniden arttığı gözlemlenmektedir. 1953'te Mingçeşevir barajının inşaatı sonucu Kura nehrinin akımı düzenlenmiş ve bu baraj inşaatına kadarki dönemin her ilkbahar-yaz mevsiminde Kura nehrinde tekrarlanan taşkınlar önlenmiştir. Bununla birlikte, 1993'ten bu yana Kura'nın mansap kısımlarında taşkın olaylarının yeniden arttığı dikkati çekmektedir.

### Kura Nehri ve Kura'nın Mansap Bölgesinde Gerçekleşen Taşkınların Karakteri

Kura nehri, en büyük kolu olan Aras'la birlikte Güney Kafkasya'nın en büyük sınır ötesi su havzasıdır. Bu nehir, Türkiye'nin Kars iline bağlı Kızılgedik bölgesinden başlayıp Ardahan platosunu geçtikten sonra Gürcistan topraklarına, oradan da Azerbaycan'a girerek geniş bir arazi boyunca kendi vadisinde aktıktan sonra mansaba yakın bir yerde Aras nehriyle birleşir ve Hazar denizine dökülür. Nehrin su toplama alanı 188 000 km<sup>2</sup>, uzunluğu ise 1515 km'dir. Su toplama alanının 56 bin km<sup>2</sup>'si ve nehir uzunluğunun 906 km'si Azerbaycan topraklarındadır.

Kura nehri, sanayi, enerji ve sulama yönünden büyük önem taşımaktadır. Bu nehrin sularından, Gürcistan ve Azerbaycan'daki birçok sanayi merkezlerinin, tarım topraklarının, Güney Kafkasya'nın birçok büyük şehrinin (Bakü'nün) su ihtiyacında istifade edilmektedir. Kura nehri üzerinde 4, Aras nehri üzerinde ise 2 büyük baraj yapılmıştır. Bu barajlardan sulamada ve elektrik üretiminde yararlanılmaktadır. Kura ve Aras nehirleri, sulamalı tarıma dayalı çiftçilik yönünden gelişmiş Kura-Aras vadisinde temel su kaynaklarıdır.

Bu nehrin havzasında yerleşim ve kentleşme seviyesi çok yüksektir. Tiflis, Mingçeşevir, Yevlah, Ali-Bayramlı gibi şehirler Kura kıyılarında sıralanmışlardır. Kura nehri gemi taşımacılığında pek önemli olmamasına karşın, Güney Kafkasya ülkelerinin tarımını Kura ve onun en büyük kolu olan Aras'sız tasavvur etmek mümkün değildir.

Kura nehrinin en önemli beslenme kaynakları kar ve yağmur sularıdır. Yer altı sularının da bu nehrin su kaynakları içinde önemli bir yeri olduğunu belirtmek gerekir. Nehrin akımı, kaynaklarının çeşitliliğinden dolayı yıl boyunca eşit olmayan bir

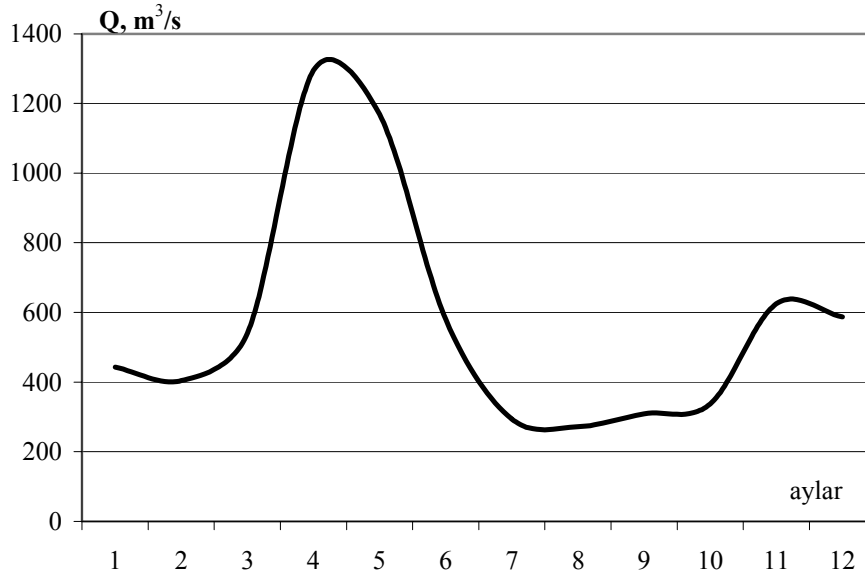
şekilde değişmektedir ve doğal olarak akarsuyun rejimi etkilenmektedir.

Kura nehrinin yıllık su rejiminin temel evresi, yoğun kar erimesi ve sürekli yağmurlar dönemidir. Yüksek akım dönemi nisan-mayıs aylarına denk gelir ve nehrin yıllık akım hacminin % 60-70'i bu dönemde gerçekleşir. Yeteri kadar uzun süren bol sulu dönem boyunca yağmurların yağması, bu dönemde nehrin akım miktarını birkaç kat artırır. Kura'nın, mansabına yakın olan bir yerde Aras nehri ile birleşmiş olması, Kura nehrinde gözlemlenen su hacmini katastrofik bir seviyeye ulaştırır. Sonuçta, nehrin mansaba yakın olan kısımlarında yaklaşık 200 km'lik bir yatak boyunca uzun müddet devam eden taşkınlar gözlemlenir.

Gerçekleşen taşkınlar sonucunda Kura'nın kıyı kesimlerinde yerleşen Salyan, Neftçala, Sabirabad ilçelerinin kıyı boyundaki köylerinin ve Ali-Bayramlı şehrinin kıyı boyu alanlarının su altında kaldığı görülür. Sonuçta, yukarıda adları geçen yerlerde ülkenin tarım ve sanayisinde önemli yer tutan büyük çiftlikler ve özel yerleşimlerin ekin alanları, bahçeler, arsalar ve evler su altında kalır. Malarya (sıtma) hastalığının da yuvası olan küçük

göl ve bataklıklar, epidemik (bulaşıcı) hastalıkların kaynaklarını oluşturur. Meydana gelen taşkınlar büyük ekonomik kayıplara yol açar ve taşkınların etki olduğu alanlardaki nüfus kesiminin sosyal-psikolojik gerginlik içinde yaşamasına neden olur.

Tarihsel kaynaklar ve aletsel gözlemlerin yapıldığı dönemlerde Kura nehrinde en büyük taşkınların 1829, 1850, 1868, 1896, 1915, 1936, 1942, 1944, 1946 ve 1952 yıllarında olduğu kayıtlara geçmiştir (Султанов 2004). Kura'nın mansaba yakın yerlerinde sık sık gerçekleşen taşkınları önlemek ve nehrin akımını sun'î yolla düzenlemek amacıyla 1953'te nehrin mansabından 550 km uzaklıkta Mingeçevir Barajı inşa edilmiştir. Bu barajın yapımından sonra, nehrin ilkbahar-yaz aylarına denk gelen akımın arttığı dönemde gerçekleşen taşkınlar büyük ölçüde önlenebilmiş, Kura-Aras vadisinde malarya hastalığına yol açan küçük göl ve bataklıkların beslenme kaynakları ortadan kaldırılmıştır. Fakat, barajın kurulmasından sonraki dönemde de taşkınların olduğunu görmekteyiz (Şekil 1). Örneğin, 1969 yılının mayıs ayında gerçekleşen taşkının maksimum akımı tüm gözlem dönemi boyunca en yüksek seviyeye, yani 2350 m<sup>3</sup>/sn.'a ulaşmıştır.



Şekil 1: Kura nehrinin Salyan güzergâhında 2003 yılına ait hidrografisi

1993'den itibaren Kura taşkınlarının yeni bir dönemi başlamıştır. Bu taşkınlar, sadece maksimum akımların büyüklüğü açısından değil, sürekliliğine göre uzun müddetlidir. Kura ve Aras nehirlerinde bütün zamanlarda gerçekleşen taşkınlar hakkında geniş bilgi E. T. Sultanov ve S. Q. Halilov tarafından derlenmiş ve bir araya getirilmiştir (Султанов 2004).

Kura taşkınları sadece yoğun kar erime ve uzun süren yağmurlar sonucunda değil, nehir yatağının

su akıtma özelliğinin azalması ve onun taban seviyesi olan Hazar Denizi'nin seviyesinde gerçekleşen çok yıllık değişimlerdir.

Kura nehri havzasında günümüzde taşkınların ve heyalanların ortaya çıkmasında etkili olan etkenleri, doğrudan (direkt) ve dolaylı (endirekt) olmak üzere ikiye ayırabiliriz (Tablo 1).

Tablo 1: Kura nehri taşkınlarının başlıca nedenleri.

Doğrudan (direkt) etkenler	Dolaylı (indirekt) etkenler
Yoğun kar erimesi ve yağış sonucunda su seviyesinin yükselmesi	Barajların etkisiyle su akış hızının azalması
Baraj savaklarının optimal olmayan iş rejimi	Akımın azaldığı dönemlerde bol su akışı
Nehir yatağının çamurlarla su geçirmez hâle gelmesi/tıkanması	Kura havzasındaki ormanların yoğun olarak kesilmesi
Hazar denizinde meydana gelen seviye değişimleri	
Nehir yatağının katı atıklarla tıkanması	

### Nehir Yataklarının ve Kura Nehri Yatağının Su Geçirme (Akış) Özelliğinin Zaman İçinde Değişmesi

Nehir yatağının su geçirme (akış) özelliği, belli bir zaman diliminde nehir yatağından geçebilen, taşkına yol açmayan, nehir kıyılarındaki sosyal tesislerin normal çalışmasını bozmayan ve toplum için herhangi bir tehlike oluşturmayan su miktarının maksimum sınırı demektir. Başka bir anlatımla, su akıtma özelliği, herhangi bir tehlikeli hidrolojik olaya yol açmayan akımın maksimum değeridir. Nehir yatağının su akıtma özelliği, akış hızına, yatak eğimine, nehir yatağının en kesitine, yatağın şekine (rölyefine), taban seviyesine, nehir kıyılarındaki sosyal tesislerin ve diğer objelerin (ev, hayvan damı, garaj, depolar vb.) nehir yatağına olan yakınlığına ve birçok başka etkenlere bağlıdır. Taşkın ise, nehir yatağına ve akaçlama havzasına belli bir zaman içinde dahil olan su miktarının, yatağın su geçirme (akış) ölçüsünden daha büyük olması nedeniyle gerçekleşir.

Nehir yataklarının su geçirme (akış) özelliği, değişik zamanlarda Jeleznyakov, Grişanin ve başka uzmanlar tarafından incelenmiştir (Железныков 1981). Fakat adı geçen uzmanlar “su geçirme

(akış) özelliği”ni sadece nehir yatağının en (genişlik) kesitinden geçen akımın mümkün olan maksimum su geçirme değerini (miktarını) kastetmiş ve bu değeri tehlikeli hidrolojik olaylara yol açmayan su akışının maksimum değeri olarak kabul etmemişlerdir. Bu çalışmamızda ise su geçirme özelliği, hidroekolojik tehlikeye yol açmayan (onun sınırında olan) azamî (maksimum) su miktarı olarak kabul edilmektedir. Hidroekolojik tehlikesizlik, su objelerinin, nehir sularından istifade eden su ekosistemlerinde negatif hâllerin gözlemlenmediği ve bu objeler için herhangi hidrolojik ve ekolojik tehlikenin ortaya çıkmadığı bir normal durumudur (Мамедов 1944; Аббасов 2005; Алексеевский 2000).

Nehir yataklarında su akış özelliği, farklı zamanlarda ve yukarıda sayılanlarla birlikte birçok nedenden dolayı değişir, akış artar veya azalabilir.

Nehir yataklarının çamurla dolması, su geçirme özelliğini (akışı) azaltan en önemli etkenlerden biridir. Yatağın belli bir ölçüde çamurla dolması sonucunda suyun akış hızı azalır ve yatağa dışarıdan kaba unsurlu katı malzemenin dahil olması akış hızını daha da azaltır. Akış hızının

azalması su kütlesi içinde taşınan unsurlar yatak yüküne dönüşerek nehir yatağının zemininde çökler. Bilindiği gibi Kura nehri dünyanın en bulanık akan nehirlerinden biridir ve nehrin yıllık yük hacmi 20-25 milyon tondur. Son zamanlarda ise nehrin bulanıklılığı, su kaynağı olan ormanların hızlı bir şekilde yok edilmesi sonucunda daha da artmıştır. Ormanların yok edilişi çok eğimli olan dağ yamaçlarının su erozyonuna karşı direncini büyük ölçüde azaltmıştır. Gelişen toprak erozyonu, nehrin su toplama bölgesi olan arazilerden atmosferik yağışlarla toprakları temizleyerek nehir yatağına ulaşması sürecini hızlandırır. Neticede, nehir yatağına büyük ölçüde litogen (taş ve toprak karışımı) malzemelerin dahil olmasına ve nehrin bulanıklılık oranının artmasına yol açar. Bu ise Kura'nın mansap kısmında çok sayıda katı malzemenin birikmesine yol açar ve sonuçta da nehir yatağının daralması gerçekleşir.

1953'te Mingçeşevir Barajı'nın yapımından sonra Kura'nın bulanıklılığı azalmış, taşınan malzemenin yıllık hacmi 36 milyon tondan 20 milyon tona düşmüştür [8]. 1990 sonrası ormanların yoğun olarak kesilmesi ise nehir havzasındaki denudasyon sürecini hızlandırmış ve su bulanıklılığının yeniden artmasına sebep olmuştur (Аббасов 2005).

Akarsularda akış hızının azalması, nehir üzerinde yapılmış barajların ve nehir sularının diğer yerlere yönlendirilmesi sonucu gerçekleşir. Suyun akış hızını etkileyen herhangi bir etken, sonuçta nehrin bulanıklılığını artıran etkenlerden biri sayılır. Bir diğer deyişle, barajların kullanıma açılması ve tarım amacıyla nehir sularının sulama işlerinde istifadesinin artması yakın planda taşkınları önlese de, nehir yatağında suyun hızını büyük ölçüde azaltmakta ve nehrin bulanıklılığını arttırmaktadır.

Akımın uzun bir dönemde ve yıl içinde değişmesi de aslında büyük oranda bulanıklılığı da artırır. Şöyle ki, akımın azaldığı dönemde akış hızının düşmesi yüzünden nehir yatağının dibini büyük oranda katı malzeme ile dolar ve yatakta tıkaçlar oluşur, sonuçta akımın arttığı dönemde gerçekleşmesi kaçınılmaz olan taşkınların temeli atılmış olur. Akımın arttığı bol sulu dönemlerde nehir yatağından geçen büyük akımlar bu "tıkaçları" yıkamamakta, sonuçta da su kütlelerinin

yataktan çıkıp etraftaki alanları basması gerçekleşmektedir.

Yatağın su akıtma özelliğinin düşmesi, su akışının katı ve ağır nesnelere taşıyabilmesi ile sıkı bir şekilde ilişkilidir. A. N. Kondratyev, nehir yatağında bulunan yük sarfının akımın taşıma özelliğinden her zaman farklı olduğunu kanıtlamıştır. Nehir yatağında taşınan malzeme onun taşıma gücünden daha büyükse, o zaman yatağın bulanıklılaşması, dibinin çamurla dolması gerçekleşir. Örneğin, dağ ırmaklarında taşınan yük her zaman su akışının taşıma özelliğinden birkaç defa küçük olur ve bu tür akarsu yataklarında yatak dibinin erozyonu (derine aşındırma) yan (yamaç) kısımlarının erozyonundan büyük olur. Doğal olarak, böyle hâllerde nehir yatağının bulanıklılaşması, çamurla kaplanması gerçekleşemez (Оценка 2003).

Akımı büyük olan Kura gibi ova nehirlerinde ise, aksine nehir yatağına ulaşan katı yükün miktarı, o nehrin taşıma gücünden daha büyük olur ve bu durumda bulanıklılaşma ve mendereslenme gerçekleşir. Bulanıklılaşma, nehir yatağındaki akımın ve suyun akış hızının azalması ile ilişkili olarak yoğun bir durum alır.

Kura nehri yatağında akışı azaltan en önemli etkenlerden biri de onun taban seviyesindeki, yani Hazar denizindeki seviye değişmeleridir. Taban seviyesi değişimleri hidro-ekolojik güvenliği bozan en önemli etken sayılır (Оценка 2003). Hazar denizi, su seviyesinin hızla alçalıp yükselmesi yönünden dünyanın diğer su havzalarından büyük ölçüde ayrılan bir su objesidir ve uzun yıllar boyunca Hazar'ın seviyesinde oluşan değişimler Kura nehrinin su taşıma özelliğini bir şekilde etkilemektedir. Aletsel gözlemleri kapsayan bir dönemde Hazar'ın seviyesinde oluşan değişimler, Kura nehri taban seviyesinin kâh alçalmasına kâh da yükselmesine sebep olmuştur. Hazar denizinin seviyesi 1976'da -28.9 m iken, bu seviye yükselerek 1993'te -26.6 m'ye ulaşmıştır. Neticede Kura'nın mansap kısmında yaklaşık 150 km'lik bir alanda eğim 2 m'ye kadar inmiş, mansapta oluşan baskı, nehrin denize döküldüğü yerde suyun akış hızını azaltmış ve nehir sularının getirdiği her türlü malzemenin nehir yatağının dibine çökmesini hızlandırmıştır (Мамедов 1944).

Akış gücünü azaltan bir çok etken arasında nehrin çeşitli katı atıklarla bir çöplük hâline gelmesi de önemli yer tutar. Kura nehrinin yatağı, mansaptan 1000 km kadar bir alanda nehir boyunca bulunan köy, kasaba ve şehirlerin çöplüğü hâline getirilmiş ve nehir yatağına atılmış katı atıklar nehrin dibine çökerek ve kıyılarına yayılarak yatağı daraltmıştır.

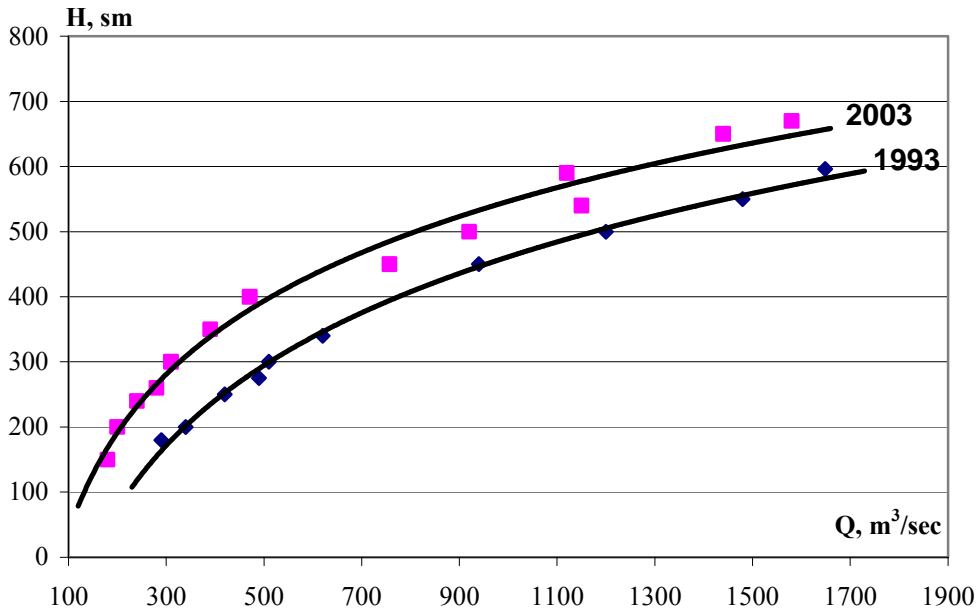
G. B. Jeleznyakov uzun yıllar boyunca nehirlerde akış özelliğini belirlemek için  $Q = f(H)$  veya  $h = f(K)$  eğrilerini oluşturmayı önermektedir. Burada  $h$  – nehir yatağının derinliği,  $K$  – akışı karakterize ederek aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$K = \frac{Q}{\sqrt{I}} \quad (1)$$

Burada  $I$  – nehir yatağının eğimidir (Железняков 1981)

Jeleznyakov bu görüşünü, nehir yatağının deforme olduğu kesimlerde derinliliğin ve eğimin azalmasının, nehrin su akıtma (akış) özelliğine direkt etkisi ile açıklamaktadır. Aynı bir kesim (bölge) için farklı zamanlarda oluşturulmuş  $Q = f(H)$  eğrilerinin karşılaştırılması, su geçirme özelliğinin azaldığını oldukça net bir şekilde yansıtmaktadır.

Kura nehrinin mansap kısmında bulunan Salyan bölgesinde 1993 ve 2003 yılları için hazırlanmış akım eğrilerinin analizi, son yıllarda nehrin akış özelliğinin bulanıklaşma sonucu bir hayli azaldığını gösterir (Şekil 2). Bu eğriler Azerbaycan Millî Hidrometeoroloji Departmanı'ndan alınan bilgilere göre hazırlanmıştır.



Şekil 2: 1993 ve 2003. yıllarında Kura nehrinin Salyan muntıkası için akım eğrilerinin karşılaştırılması

Nehir yatağından belli bir zamanda geçen, tarımsal-sosyal tesisler için hiçbir tehlike oluşturmayan maksimum su miktarı, göreceli olarak olağan maksimum akım (MMS) olarak ele alınabilir. Yani MMS, katastrofik akımlar ortaya çıkarmayan akışların en üst limitidir ve sayısal olarak nehrin akım gücüne eşittir. MMS, nehrde gözlemlenen mutlak maksimum akım değildir ve

onun değeri maksimum akımdan küçük veya büyük olabilir. Sayısal değerce MMS'den büyük olan herhangi bir akım miktarı katastrofik akım sayılır. Bir diğer deyişle, nehirlerde gözlemlenen ve nehir kıyılarında bulunan herhangi bir yapı (bina, ev, sosyal tesis vb.) için tehlike oluşturan bir su akışı katastrofik akımdır (Аббасов 2005). Örneğin, nehrde taşkına yol açan akım katastrofik

akımdır; taşkın oluşturmaz; fakat, nehrin etrafındaki arazilerde tabansuyu seviyesini yükselten ve çeşitli amaçlı sosyal tesislerin normal faaliyetini engelleyen akımlar da katastrofik akım sayılmalıdır. Kura nehrinde böyle durumlar çok gözlemlenmiştir. Kura’da tabansuyunun seviyesi taşkın öncesinde bir kural olarak yükselmektedir. Örneğin, 2005 yılında Kura nehrinin mansap kısımlarındaki yerlerde taşkın gözlemlenmemekle birlikte tabansuyunun seviyesi yer sathına kadar yükselmiş ve sonuçta da tarımsal-sosyal tesislerin normal iş rejimini bozmuş, ekin alanlarına ciddi zarar vermiştir. Yani 2005’te Kura nehrinde herhangi bir taşkın kayıtlara geçmemesine rağmen, katastrofik akımlar gözlemlenmiştir.

Katastrofik akımlar, sadece sayısal değerlerine göre değil sürekliliği yönünden de tehlikelidir.

MMS, nehrde doğal olarak gözlemlenen herhangi bir akımdan küçük olabilir ve doğal durumu ile olağan maksimum akımdan da büyük değere sahip olan akımlar gözlemlenebilir. Bunu şöyle açıklamak mümkündür; doğal haliyle herhangi bir nehrin, çayın taşması mümkündür ve nehir kıyısındaki herhangi bir tarımsal-sosyal tesisin kullanıma açılması o nehrin, MMS değerini azaltır. Çünkü, nehir kıyısındaki herhangi bir tesis kullanıma açılmadan önce katastrofik olmayan akımı, bu tesis kullanıma açıldıktan sonra katastrofik sayılır. Bu yüzden de biz, “nehirin su geçirme (akış) özelliği” dediğimizde, nehir yatağından geçen ve taşkına yol açmayan akımların maksimum miktarını değil, katastrofik akımlara yol açmayan akımlarının maksimum sınırını ve maksimum miktarını kast ediyoruz.

Bu yüzden de nehir kıyısında herhangi bir tesisin yapımı proje şeklinde hazırlanırken nehrde gözlemlenen MMS değeri gözönünde bulundurulmalı ve bu tesisin faaliyeti ile taşkınlarla baş edebilme imkânı arasında karşılaştırma yapılmalıdır.

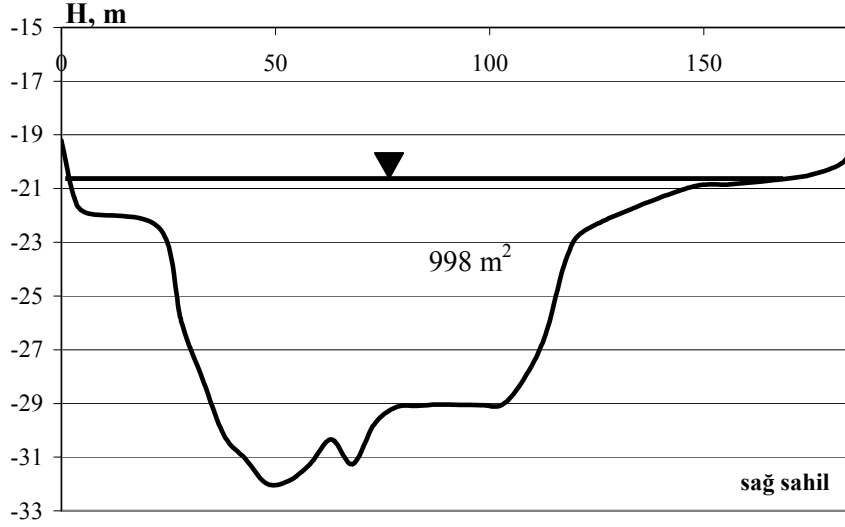
Nehir yataklarının su geçirme ( akış) özelliğini veya MMS’sini aşağıdaki formül ile hesaplamak mümkündür:

$$Q_{\max} = v_{\max} \omega_{\max} \quad (2)$$

Burada  $Q_{\max}$  - nehir yatağının su geçirme (akış) gücü, özelliği;  $v_{\max}$  - nehir yatağında gözlemlenen

maksimum su hızı,  $\omega_{\max}$  ise nehir yatağının katastrofik akım oluşturmaz en (genişlik) kesit kısmının maksimum değeridir.

MMS’yi hesaplamanın en efektif yolu  $Q = f(\omega)$  eğrilerinin oluşturulmasıdır. Burada,  $(\omega)$  - nehrin en kesit kısmıdır.  $Q = f(\omega)$  eğrilerine dayanarak net bir şekilde herhangi bir en kesit alana uygun olan akımın değerini hesaplamak mümkündür. Bu eğriye dayanarak nehrin en kesit kısmının maksimum su taşıma kapasitesine uygun olan akım değeri bulunur. Nehir yatağının maksimum su taşıma kapasitesi, yatağın katastrofik akım oluşturmaz en kesit alanının en büyük değeridir. Diğer bir ifadeyle, maksimum su kapasitesi MMS’yi geçirebilen en kesit kısmıdır. Maksimum su kapasitesi, nehrin en kesit profiline göre hesaplanır (Şekil 3). ve maksimum su kapasitesi yeraltısuyu seviyesini yükseltmeyen maksimum su miktarıdır. Bu yüzden de maksimum su kapasitesinin değeri belirlenirken nehrdeki suyun seviyesi ile etraf alanlardaki yeraltısuyu seviyesi arasındaki ilişki ciddi bir şekilde araştırılmalıdır. Kura güzergâhının Salyan bölgesi üzerinde yapılan araştırmalar, nehir yatağındaki suyun seviyesi -21 m BS olduğunda, yeraltısuyu seviyesi sosyal tesislerin normal faaliyetine hiçbir engel çıkarmadığını ve bu su seviyesine uygun olan akımların MMS gibi kabul etmek gerektiğini göstermektedir. Lâkin, nehir yatağı su ile tam dolmasa dahi nehrde su seviyesinin -21 m’den çok olurken etraf arazilerde yeraltısuyu seviyesinin hızla yükselmesini ve yeraltısuyunun toprağın yüzeyine çıktığını gösteriyor. Bu etki, Kura’da gerçekleşen taşkınları önlemek için inşa edilen kıyı bentlerinin etkisiyle ortaya çıkmıştır. Yani, inşa edilen bentler sonucunda nehrin kıyıların etraf alanlardan daha yüksek olma gerçeği ortaya çıkmıştır ki bu da nehir yatağının dolma zamanı yeraltısuyu seviyesinin yükselmesine neden olur. Neticede, Kura nehrinde katastrofik akışlar taşkından önce de gözlemlenmeğe başlamıştır. Yukarıda da belirtildiği üzere böyle bir durum 2005’te Salyan bölgesinde gözlemlenmiştir.



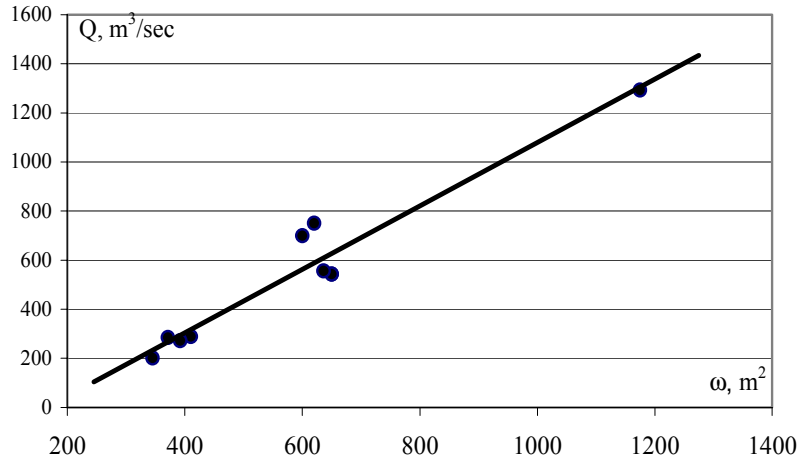
Şekil : Kura nehrinin 15 Nisan 2004'te hesaplanmış en kesiti

Şekil 3'de Kura nehrinin 15 Nisan 2004'te hesaplanmış en kesiti tasvir edilmiştir. En kesitin maksimum su kapasitesi  $998 \text{ m}^2$ 'dir.

Şekil 4'de 2004 yılında Azerbaycan Millî Hidrometeorolji Hizmeti tarafından Kura nehrinde hesaplanmış akımları üzerine oluşturulmuş

$Q = f(\omega)$  eğrisi sunulmuştur. Şekilde sunulan

$Q = f(\omega)$  eğrisinde o yıl için hesaplanmış maksimum en kesit alanına göre nehir yatağında gözlemlenmesi mümkün olan maksimum akımı veya nehir yatağının akış kapasitesini hesaplamak mümkündür. Şekil 4'de  $998 \text{ m}^2$  en kesitine hangi akımın uygun geldiği hesaplanmış ve Kura nehrinin Salyan bölgesinde 2004 yılının akış kapasitesinin veya MMS'nin  $1014 \text{ m}^3/\text{sn}$  olduğu belirlenmiştir.



Şekil : Akımın, en kesitine bağlı olduğunu gösteren  $Q = f(\omega)$  eğrisi



Hesaplama ve gözlemler sonucunda sırf 1014 m<sup>3</sup>/sn'den büyük olan akımların, taşkın veya diğer doğal afetlere yol açma kapasitesinde olduğu ve bu tür akımların 2004 yılı için Kura nehrinin Salyan mıntıkasında katastrofik akımlardan olduğu belirlenmiştir.

Herhangi bir nehrin herhangi bir güzergahındaki MMS aşağıda gösterilen sıra ile hesaplanabilir:

1. Nehir yatağının en kesit profili hazırlanır ve bu profile esasen maksimum su kapasitesini kendinde barındıran en kesit alan belirlenir. Maksimum su kapasitesi belirlenirken hangi su kapasitesinin çeşitli tesisler için tehlike oluşturup oluşturmayacağı net bir şekilde hesaplanır.

2. Herhangi bir dönem için hesaplanmış akımlara dayanarak  $Q = f(\omega)$  eğrisi kurulur. İşte o eğriden hareketle maksimum su kapasitesine uygun olan akım belirlenir.

3. Belirlenen akım MMS olarak kabul edilir.

### Nehir Yatağının Nispî Akımı

Nehir yatağının su taşıma (akım) kapasitesi, uzun yıllar boyunca nehir yatağındaki hidrolojik, jeomorfolojik süreçlerin ve nehir yatağında gerçekleşen diğer etkenlerin karşılıklı etkileşimi esasında şekillenir. Nehir yataklarında gözlemlenen anî akımlar ile yatağın su taşıma (geçirme) kapasitesi arasında olan herhangi bir ilişki, nehirde olabilecek doğal afetin (taşkın, sel, yeraltısuyu seviyesinin yükselmesi, nehir kıyılarının dağılması vb.) olup olmayacağını belirleyen en önemli etkidir.

Taşkınların, nehir yatağının su taşıma kapasitesi ve belli bir zaman kesitinde nehir yatağına havza bütününden dahil olan su miktarı ile sıkı bir ilişkisi vardır. Eğer nehir yatağına dahil olan suyun miktarı, nehrin su taşıma kapasitesinden büyükse, nehir yatağında bulunan su, yatağa sığmayarak taşkına yol açar. Gözlemlenen akımlar nehir yatağının su taşıma kapasitesinden büyük veya ondan küçük olabilir. Akım değeri yatağın su taşıma kapasitesinden küçük olduğu durumda taşkın gözlemlenmez ve bize göre bu durum, hidroekolojik yönden tehlikesiz bir durumdur. Çok nadir hâllerde nehrin su taşıma kapasitesi ile

akımın değeri birbirine eşit olabilir; fakat bu eşitlik daha çok herhangi bir taşkın başlangıcında ve bitişinde gözlemlenir.

Yukarıda da belirtildiği gibi, eğer gerçekleşen taşkın tarımsal ve sosyal tesisler için bir tehlike oluşturuyorsa, taşkına yol açan katastrofik akımdır ve bu durum da hidroekolojik açıdan tehlikeli bir durum sayılır. Yukarıda söylediklerimizi göz önünde bulundurarak şöyle bir sonuca varabiliriz: katastrofik akımlar, anî akımların MMS'den büyük olması sonucunda ortaya çıkar.

Hidroekolojik güvenlik açısından bakılırsa, nehir sisteminin normal faaliyeti için aşağıdaki eşitliğin sağlanması gerekmektedir:

$$Q_{ani} - Q_{mms} \leq 0 \quad (3)$$

Burada,  $Q_{an}$  - gözlemlenen anî akım,  $Q_{mms}$  ise-nehir yatağının su geçirme kapasitesi veya MMS'sidir.

Kura nehrinin mansap kısmına dahil olan akımlar, yüksek beslenme döneminde, genelde MMS'den büyük olur.

Demek ki herhangi bir katastrofik akımın ortaya çıkması, üç etkenin ve bu etkenler arasındaki karşılıklı ilişkinin sonucudur. Bu etkenler ise aşağıdakilerdir:

- 1.Nehir yatağında gözlemlenen anî akım;
- 2.Nehir yatağının su taşıma (akıtma) kapasitesi;
- 3.Havzadan dahil olan su miktarı ile nehir yatağının su taşıma (akış) kapasitesi arasındaki oran.

Yukarıdaki ilk iki etken arasında hiçbir ilişki olmamasına karşın anî akımların MMS'ye olan oranı, katastrofik akımların oluşup oluşmayacağını belirleyen temel etkidir.

Bu ilişki, nehir yatağının nispî akım emsali olarak kabul edilir.

“Nehir yatağının nispî akımı” denildiğinde, nehre bakıldığı anda gözlemlenen akımın, nehrin su taşıma (akış) kapasitesine olan nispeti kast edilir. Nehir yatağının nispî akım emsali, nehre dahil olabilen herhangi bir akımın, taşkına sebep olup

olmayacağı hakkında bilgi verebilen integral göstericidir.

Nehir yatağının nispi akımı aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$NS = \frac{Q_{an}}{Q_{sb}} \quad (4)$$

Burada,  $NS$  - nehir yatağının nispi akımı,  $Q_{an}$  - gözlemlenen akım,  $Q_{sb}$  ise -nehir yatağının su taşıma (akış) kapasitesi veya MMS'sidir.

Nispi akım emsali [katsayısı], nehir yatağında gözlemlenen akımın, yatağın su geçirme (akış) kapasitesinden az veya çok olduğunu gösteren indikatördür. Eğer nispi akımın değeri belirlenen birimden küçükse o zaman gözlemlenen akım nehrin su taşıma kapasitesinden azdır ve nehirde herhangi bir katastrofik akımın gözlemlenmesi mümkün değildir. Eğer nispi akım emsalinin [katsayısının] değeri birimden büyükse, demek ki nehir yatağında gözlemlenen akım, yatağın su taşıma (akış) kapasitesinden çoktur ve artık katastrofik akımla karşı karşıyayız.

Nispi akım katsayısı yüzde oranı ile (%) de ifade edilebilir:

$$NS = \frac{Q_{an}}{Q_{sb}} \cdot 100\% \quad (5)$$

Nispi akımın zaman içinde değiştiğini gösteren grafik, göreceli olarak "nispi hidrograf" olarak adlandırılabilir. Nispi hidrografi oluşturabilmek için günlük ortalama akımların değerini nehir yatağının su taşıma kapasitesinin değerine bölmek lâzımdır.

Şekil 5'de 2004 yılında Kura nehrinin Salyan güzergâhında nehir yatağının nispi akımının günlere göre değişmesini gösteren nispi hidrografi verilmiştir. Nispi hidrograf üzerinde nehirde gözlemlenen "su fazlalığı" dönemini, katastrofik

akımların başlangıç ve bitiş tarihlerini ve sürekliliğini belirlemek mümkündür.

Nispi akım katsayısı çok sayılı faktörün etkisiyle şekillenen bir göstergedir. Bu faktörler içinde nehrin genişliği, derinliği, yatak eğimi, suyun akış hızı, havzaya dahil olan su akışı ve başka faktörler yer almaktadır.

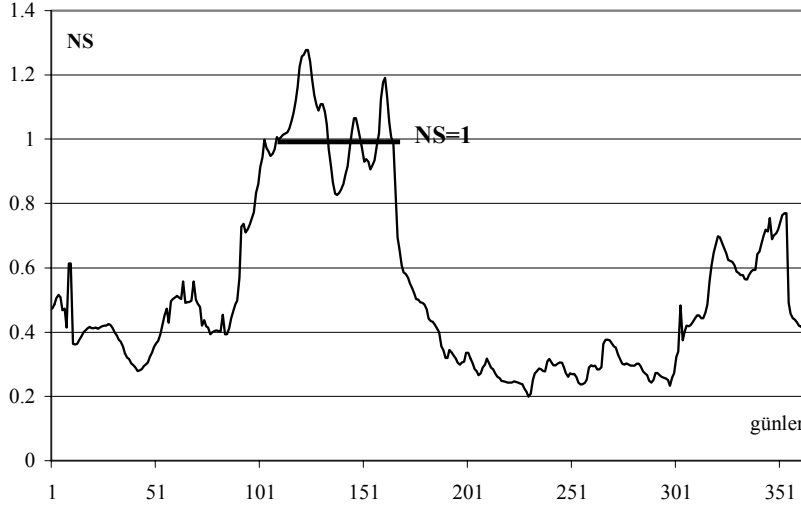
Yatak eğimi, akış hızı ve su taşıma kapasitesi büyük olan dağ akarsularında nispi akım katsayısı, genelde sabit sayıdan küçük olur. Su akıtma kapasitesi azalmış ve bulanıklaşmış ova nehirlerinde, bol su ile beslenme dönemlerinde nispi akım katsayısının değeri sabit sayıdan büyük olur. Akışı düzenlenmiş nehirlerde, aşağı çığırda bırakılan suyun miktarını düzenlemek suretiyle nispi akım katsayısını düzenlemek mümkündür.

Ova nehirlerinde nehir yatağının nispi akımının değeri kaynaktan mansaba doğru ilerledikçe artar ve bu değer sabit sayıya yaklaşır. Fakat bu değer asimptotik değildir ve o sabit sayıdan büyük de olabilir. Taşkın tehlikesi olan bölgelerin akımı kontrol altına alınmış nehirlerinde  $NS$  katsayısının sabit sayıdan büyük olması durumunda taşkınlar olmadan önlenmesi için aşağı çığırda bırakılan akımın (su miktarının) değeri MMS'ye uygun hâle getirilmelidir. Böyle bir deneyimi uygulamak için nehrin mansabına yakın olan su deposundan (baraj gölü) aşağı çığırda mansaba kadar olan bütün arazi için MMS'nin değeri hesaplanmalıdır.

Nehir yatağının herhangi bir noktası için MMS'yi aşağıdaki formül ile hesaplamak mümkündür:

$$Q_{max} = \omega_2 v_2 - \omega_1 v_1 \quad (6)$$

Burada,  $\omega_2 v_2$  - aşağı çığır için MMS,  $\omega_1 v_1$  ise - yukarı çığır için MMS'dir. Yukarıdaki formülde gösterilen fark her zaman pozitif (artı) değilse, demek ki su taşıma kapasitesi (miktarı) mansaba doğru azalmakta ve nehrin mansaba yakın kısımlarında tıkanma oluşmaktadır.



Şekil 5: Kura nehrinin Salyan bölgesi için 2004 yılında hesaplanmış nipi hidrograf

Gelecekte barajlardan aşağı kısımlarda bulunan nehir yataklarının MMS'lerini hesaplanması, aşağı çığırda bırakılan su miktarının MMS ile uygunlaştırılması ve beslenme dönemlerinde hidroekolojik güvenlik modelinin hazırlanması için araştırmaların devam ettirilmesi gerekmektedir.

### Sonuç

Bu makalede tehlikeli hidrolojik olaylardan biri olan, sosyal tesisler ve insanlar için her zaman potansiyel tehlike oluşturan taşkınlar ve onların ortaya çıkma nedenleri hakkında bilgi verilmiştir. Taşkınların gerçekleşmesinde nehir yataklarının su geçirme (akış) kapasitesinin azalmasının büyük rolü olduğu dile getirilmiştir. Makalede, nehir yataklarının su geçirme (akış) kapasitesini azaltan çeşitli etkenler üzerinde durulmuş, tahliller yapılmıştır. Örnek olarak da son yıllarda Kura nehrindeki taşkınları ortaya çıkaran nedenler gösterilmiştir. Bu nedenler arasında Kura nehrinin bulanıklaşması ve Kura'nın taban seviyesi olan Hazar denizinin seviyesinin yükselmesi vurgulanmıştır.

Nehir yataklarında tehlikeli akımlar oluşturmayan akışlar, göreceli maksimum akımlar (MMS) olarak değerlendirilir ve onların değerleri su geçirme (akış) kapasitesine eşit sayılır. MMS değerinden büyük olan ve herhangi bir tehlike oluşturan akımlar, katastrofik su akımları olarak

sayılır. MMS'nin hesaplanması için yöntem teklif edilmiştir. MMS'yi sayısal olarak değerlendirmek için akımların en kesitine bağlılığını gösteren bağıntı değeri kullanılmış ve Kura nehrinin Salyan bölgesi için bu bağıntı uygulanarak su geçirme (akış) kapasitesi ve MMS hesaplanmıştır.

Ani akımlar ile su geçirme (akış) kapasitesi arasındaki oranın, taşkınların ortaya çıkması üzerinde büyük etkisi olduğu gösterilmiş ve bu oran, nehir yatağının nispi akım katsayısı (NS) olarak adlandırılmıştır. Ani akım, su geçirme (akış) kapasitesinden büyük olursa NS sabit sayıdan büyük; küçük olursa NS sabit sayıdan küçük olur. NS'nin değeri, sabit sayıdan büyük olduğu durumlarda nehirlerde taşkınlar ve tehlike oluşturan akışlar gözlemlenir.

NS'nin değeri birçok etkenlere, nehrin en kesitine, suyun akış hızına, nehrin yukarı havzasından dahil olan suyun miktarına bağlıdır. Dağ nehirlerinde NS'nin değeri genelde sabit sayıdan küçük olur; çünkü, bu akarsuların su geçirme kapasitesi büyüktür. Yatağı çamurla kaplanmış ova nehirlerinde ise tersine, beslenme dönemlerinde NS'nin değeri sabit sayıdan büyük olur.

Akışı düzenlenmiş nehirlerde su depolarından (barajlardan) aşağı çığıra su bırakıldığında NS'nin değerinin düzenlenmesi, taşkınların doğal bir afet olarak engellenmesi mümkün olabilir.

## REFERANSLAR

- Аббасов Р. Х.. К вопросу изучения гидроэкологической безопасности речных бассейнов. Труды географического общества Азербайджана. Баку, 2005 [Abbasov R. H.: *Nehir Havzalarının Hidroekolojik Açından Güvenliği*, Azerbaycan Coğrafya Cemiyeti'nin Bilimsel Eserleri, Bakü, 2005]
- Алексеевский Н. И., Евстигнеев В. М., Храменков С. В., Христофоров А. В. Общие подходы к оценке и достижению гидроэкологической безопасности речных бассейнов. Вестник МГУ, сер. 5, География. 2000. <sup>1</sup>1 [Alekseyevski N. İ., Yevistegneyev V. M., Hristoforov A. V.: *Nehir Havzalarının Hidroekolojik Güvenliğinin Elde Edilmesine Dair Genel Yaklaşımlar*; MDÜ Eserleri, 5. ser., Coğrafya 2000]
- Султанов, Э. Т. Халилов, С. Г. Наводнения 2003 года в устье реки Кура. Труды VI гидрологического съезда. Москва, 2004 [E. T. Sultanov, S. G. Halilov: *Kura Nehrini Besleyen Çaylarda 2003 Yılında Gözlemlenen Taşkınlar*, VI. Hidroloji Kurultayı Çalışmaları, Moskova, 2004]
- Железняков Г. В. Пропускная способность русел каналов и рек. Ленинград, 1981 [Jeleznyakov G. V.: *Kanalların ve Nehirlerin Yatağının Su Taşıma Kapasitesi*, Leningrad, 1981]
- Кондратьев А. Н. Относительная транспортирующая способность русел. Геоморфология 1999. № 3. С. 14-18. [Kondratyev A. N.: *Nehir Yataklarının Nispî Taşımacılık Kapasitesi*]
- Мамедов М. А., Аббасов Р. Х. Гидроэкологическая безопасность рек Азербайджана. Материалы конференции экологическая безопасность Южного Кавказа. Тбилиси, 2004 [Memmedov M. A., Abbasov R. X.: *Azerbaycan Nehirlerinin Hidroekolojik Güvenliği*. Güney Kafkasya'nın Ekolojik Güvenliği Konferansı'nın Bildirileri, Tiflis, 2004]
- Оценка гидроэкологической безопасности в устьях рек с учетом гидрологических условий. Москва, Метеорология и Гидрология, 2003, <sup>1</sup>4 [Nehir Kaynaklarının Hidroekolojik Güvenliğinin Hidroekolojik Koşullar Kapsamında Değerlendirilmesi, Meteoroloji ve Hidroloji, Moskova, 2003, <sup>1</sup>4]