



Water supply and demand management

Training materials for 3-level training
course on the use of Hydrological
Models for Water Resources
Management

Picture: Andrea Goltara

June 2018

United Nations Development Program

Advancing Integrated Water Resource Management (IWRM)
across the Kura river basin through implementation of the
transboundary agreed actions and national plans

Su təchizatı və tələbi idarəçiliyi

Su resurslarının idarəçiliyi üçün hidroloji modellərin istifadəsi üzrə 3 mərhələli təlim kursu üçün təlim materialı

İyun – 2018

Birləşmiş Millətlər İnkişaf Proqramı

Sərhədlərarası razılaşdırılmış fəaliyyətlərin və milli planların icrası
vasitəsilə Kür çayı hövzəsi boyunca inteqrasiya olunmuş Su Ehtiyatları
İdarəçiliyinin İnkişaf Etdirilməsi

Ön Söz

Bu sənəd, KürÇayı Hövzəsi Layihəsinə dəstək olaraq Sərhədlərarası razılaşdırılmış fəaliyyətlərin və milli planların icrası vasitəsilə Kür çayı hövzəsi boyunca İnteqrasiya Olunmuş Su Ehtiyatları İdarəçiliyinin İnkişaf Etdirilməsi layihəsinə dəstək olaraq hazırlanmışdır.

Müəllif BMİP-nın Kür Çayı Hövzəsi Layihəsinin Azərbaycan və Gürcüstan iştirakçlarına onların dəstəklərinə, töhfələrinə və etimadına görə təşəkkür edir. Bakıda, Tiflisdə və sahə ziyarətləri zamanı keçirilən müzakirə və iclasların bu sənədin hazırlanmasında dəyərli rolu olmuşdur.

İyun, 2018

Dr. Hubert Lohr

İçindəkilər

1	TƏLİM MATERIALININ STRUKTURU	1
2	GIS ANALİZİ.....	1
3	PRAKTİKİ MƏŞĞƏLƏ - HİDROLOGİYA.....	4
3.1	Suayırıcında axım prosesləri	4
3.2	Axımın hesablanması.....	6
3.3	Qar yağıntısının hesablanması	10
3.4	Hidravlik hesablamalar	10
3.5	Hidroloji modelləşdirmə	13
4	MƏLUMAT VƏ MƏLUMAT MƏNBƏLƏRİ	18
4.1	İnternetdə mövcud olan məlumat və məlumat mənbələri	18
4.2	Özün məlumat idarəçisi ol.....	21
4.3	Məlumatın etibarlılığı	25
5	MODELLƏŞDİRMƏ	27
5.1	Su Balansı Modelləşdirilməsi (Excel).....	27
5.2	Su Balansı Modelləşdirilməsi (Talsim-NG)	28
5.3	Buxarlanma transpirasiyası kalkulyatoru.....	29
5.4	İrriqasiya kalkulyatoru (Excel)	30
5.5	İrriqasiya su idarəçiliyi və su qıtlığı.....	31
5.6	İrriqasiya su idarəçiliyi və su qıtlığı.....	32
6	İSTİNADLAR	33

Şəkillər

Şəkil 1:	Nümunə sahəsi üçün SRTM30 DEM	1
Şəkil 2:	Axım istiqamətləri	1
Şəkil 3:	Axım toplanması.....	2
Şəkil 4:	Axım şəbəkəsinin hesablanması.....	2
Şəkil 5:	Alt-hövizlər	3
Şəkil 6:	SRTM30 DEM ilə hesablanan yamac	3
Şəkil 7:	Su axımı ilə əlaqəli hidroloji proseslər	4
Şəkil 8:	Hidroloji model – GIS-dən axım şəbəkəsinə (QGİS və Talsim-NG).....	13
Şəkil 9:	Talsim-NG tətbiqi əsasında nümunə sahədə axım şəbəkəsi.....	14
Şəkil 10:	Alt hövizlər və çay axınları üçün qrafik istifadəçi interfeysi - Talsim-NG	14
Şəkil 11:	Hər birinin müddəti 60 dəqiqə olmaqla bol yağıntılı yağış profilləri nümunələri	15
Şəkil 12:	Su hövzəsindəki müxtəlif qovşaqlarda hidroloji modelin sel hidroqrafları.....	15
Şəkil 13:	Müxtəlif yığılmalar üçün axımın üst-üstə düşməsi	16
Şəkil 14:	Sadələşdirilmiş su balans modelinə baxış	27
Şəkil 15:	Nümunə su mənimsənilməsi məntəqəsi.....	28
Şəkil 16:	Bütün su mənimsəmə məntəqələri üçün su çatışmamazlığının xülasəsi.....	28
Şəkil 17:	Talsim-NG proqramı ilə Kür Çayı Hövzəsinin axım şəbəkəsi	29
Şəkil 18:	İqlim vaxt ardıcılığının geri əldə edilməsi üçün CLIMWAT (ƏKKT) aləti	30
Şəkil 19:	Buxarlanma transpirasiyasının hesablanmış gündəlik vaxt ardıcılıqları ilə EToCalculator aləti...	30
Şəkil 20:	Torpaq nəmliyini nəzərə alınan suvarma üçün Excel əsaslı təlim modulu.....	31
Şəkil 21:	İrriqasiya idarəçiliyi üçün ƏKKT AquaCrop.....	31

Cədvəllər

Cədvəl 1:	Təlim materialının strukturu	1
Cədvəl 2:	Axım formalaşmasında hidroloji xüsusiyyətlərin təsiri. (Maidment, 1998 – uyğunlaşdırılmış versiya) ..	4
Cədvəl 3:	Torpaq istifadəsindəki dəyişikliklərin hidroloji təsirləri (mənbə: Maidment, 1998)).....	5
Cədvəl 4:	Ucqar suayırıcıları üçün axım əmsalı (TxDOT, 2016-dan götürülmüşdür)	7
Cədvəl 5:	Qar yığılmasının parametri, mənbə: (Knauf, 1980), (Bertle, 1966)	10
Cədvəl 6:	Nahamarlıq iş əmsalları mənbə: (TxDOT, 2016))	10
Cədvəl 7:	Müvafiq qum nahamarlıq əmsalı (mənbə (Patt, 1998))	12
Cədvəl 8:	Yağışların müşahidəsi üçün nümunə.....	21
Cədvəl 9:	Qar müşahidələri üçün nümunə	22
Cədvəl 10:	Su səviyyəsi müşahidələri üçün nümunə	23

Su resurslarının idarəçiliyi üçün hidroloji modelləşdirmə üzrə təlim materialı

Sənəd barədə məlumat

Layihə	Sərhədlərarası razılaşdırılmış fəaliyyətlərin və milli planların icrası vasitəsilə Kür çayı hövzəsi boyunca İnteqrasiya Olunmuş Su Ehtiyatları İdarəçiliyinin İnkişaf Etdirilməsi
Layihə ölkələri	Azərbaycan və Gürcüstan
Sənəd	Su resurslarının idarəçiliyi üçün hidroloji modelləşdirmə üzrə təlim materialı
Tarix	21.06.2018
Məsləhətçi	Dr.-Ing. Hubert Lohr
Sifarişçi	BMİP Kür II Layihəsi
Sifarişçi nümayəndə Maliyyə Təşkilatı	Mary Matthews, Ahmed Elseoud BMİP

1 TƏLİM MATERIALININ STRUKTURU

Təlim vəsaiti prezentasiyalar, sadə Excel çalışmaları və modellərlə praktiki məşğələlərdən ibarətdir. Struktur aşağıda göstərilmişdir.

Cədvəl 1: Təlim materialının strukturu

No	Forma	Mövzu	Obyekt	Müddət	İlkin şərt
1	Prezentasiya	Modelləşməyə giriş	Modelləşmənin niyə əhəmiyyətli olduğunu anlamaq Modellərin müxtəlif növlərini öyrənmək İşin əsas gedışatını anlamaq	1 - 2 saat +	Proyektor
2	Prezentasiya	Modelləşmə prinsipləri, əsas konsepsiyalar	Modellərin tərkib hissələri barədə öyrənmək Torvari və alt-hövizə yönümlü modellər Node interfeysli konsepsiyayı anlamaq Yağıntı-axım çevrilmələrini təsəvvür etmək Atmosfer – Vegetasiya – Torpaq əlaqəsini	2 saat +	Proyektor
3	Məşğələ (Excel)	Yağıntı ilə alt-hövizə – axım və axım konsentrasiyası metodları	Parametrlər, onların effekt və həssaslığını təyin etmək 2-də göstərilənlərin praktiki tətbiqi	2 saat +	Proyektor Kompüterlər
4	Məşğələ (Excel)	Excel-də Kür Çayı Hövizəsinin Sadə Su Balansı Modeli	Excel-in sadə modelləşdirmə texnikalarının yaradılmasına necə kömək etdiyini öyrənmək Transsərhəd çərçivəsində su mənimsənilməsi, itkilər və su qıtlığı arasındakı əlaqə	2 saat +	Proyektor Kompüterlər
5	Prezentasiya, Çay hövizəsinin modelləşdirilməsi	Kür Çayı Hövizəsinin Sadə Su Balansı Modeli ilə çay hövizəsi modeli (Talsim-NG)	Çay hövizəsi modelini anlamaq Reallıq ilə modelin necə şərh edildiyini öyrənmək Nəticələri necə yoxlamaq və şərh etməyi öyrənmək	1 – 2 gün	Proyektor Kompüterlər (iştirakçılar arasında qarşılıqlı əlaqə üçün intranet)
6	Prezentasiya və modelləşdirmə (EToCalculator)	Suvarma üçün Evapotranspirasiyanın hesablanması	Evapotranspirasiyanın necə hesablandığını anlamaq Hansı məlumatın lazımlı olduğunu öyrənmək	1 gün	Proyektor Kompüterlər
7	Prezentasiya və modelləşdirmə	Suvarma tələbləri və itkilərlə əlaqəsi	Su itkilərinin irriqasiya tələblərinə necə təsir etdiyini sadə yolla öyrənmək	2 – 4 saat	Proyektor Kompüterlər

No	Forma	Mövzu	Obyekt	Müddət	İlkin şərt
	(Excel)				
Opsional					
8	Prezentasiya və modelləşdirmə (AquaCrop,	İrriqasiya su idarəçiliyi və su qıtlığı	Su idarəçiliyinin məhsuldarlığa necə təsir etdiyini anlamaq. Bunun su idarəçilərinə və fermerlərə sudan daha yaxşı istifadə etmələrinə necə kömək edəcəyini görmək	1 – 2 gün	Proyektor Kompüterlər
9	Prezentasiya və su təchizatı şəbəkəsi (EPANET)	Su paylama şəbəkəsinin modelləşdirilməsi, model tərtibi və itki nəzarəti üçün tətbiqat	Su təchizatı paylama sistemlərinin modelləşdirilməsi üçün EPANET proqramını güclü bir vasitə kimi öyrənmək	1 – 2 gün	Proyektor Kompüterlər

5, 6, 8 və 9-cu hissələr model depolarından toplanmış model sənədləri və dərs vəsaitlərinə əsaslanır. Qısa təqdimat prezentasiyalarından başqa heç bir prezentasiya və ya sənədlərin tərtib edilməsinə ehtiyac yoxdur. Mənbə materialları artıq mövcuddur və təlim keçirildiyi vaxt paylanacaqdır. Bütün modellər pulsuzdur.

Təlimin modullarını tamamlayan və əhatəli funksiyaya malik bəzi əsas tədris məlumatlarının eynisi 2, 3 və 4-cü bölmələrdə də verilmişdir

Ümumiyyətlə, hər bir modul üçün müddət təyin edilib, lakin əlbəttə ki, uyğunlaşdırıla bilər. Baxmayaraq ki, məşğələ bölməsi başlanğıc səviyyədədir, təlim hidrologiya və hidravlika barədə bəsit anlayışın olmasını tələb edir. 1 – 7-ci modullarda növbəti modullara keçmək üçün ilkin şərtlər olan mövzular təqdim və izah edilir.

9 mövzunun hamısı birlikdə 3 səviyyəli təlim kursunu artıqlaması ilə əhatə edir. Buna görə də 8 və 9-cu mövzular əlavə olaraq təqdim olunur və hər ikisi modellərin konsepsiyasını və onlarla işləməyi anlamaq üçün modelləşdirmə təcrübəsi tələb edir. Hər iki proqramı təqdim etmək və iştirakçıların sadəcə təlimçinin təlimatları ilə modelləri tətbiq etməsi davamlılıq nöqtəyi nəzərdən daha az effektiv ola bilər. Problem ondadır ki, göstərişsiz olan növbəti tətbiqatlar uğursuz olacaq.

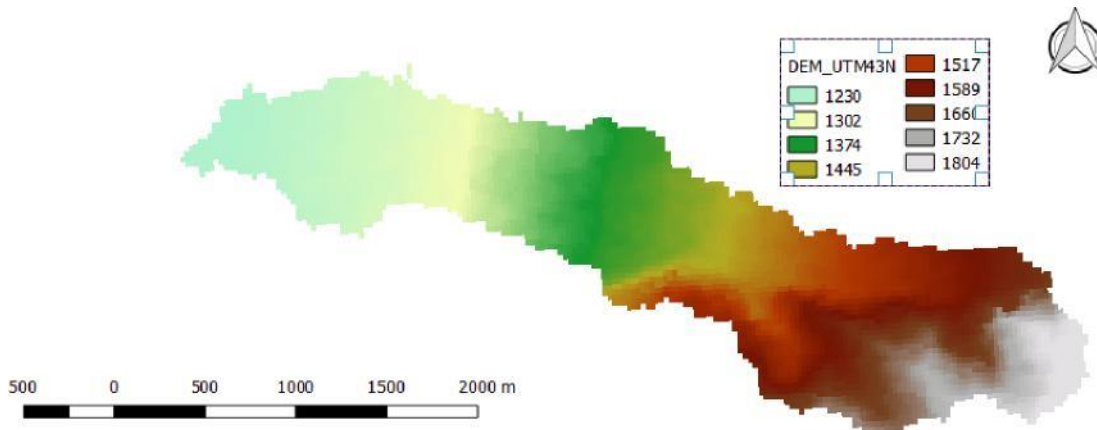
Davam edən fəaliyyətlər zamanı modellərin nəzərdə tutulması təklif olunur, halbuki, təlim kursunun 3-cü səviyyəsində onları istisna etmək məsləhət görülür.

2 GIS ANALİZİ

GIS analizi modelləşdirilmə üçün parametrlər əldə edilə bilən altı mərhələdən ibarətdir. GIS hidroloji modellərin hazırlanması üçün ən mühüm alətdir.

Mərhələ 1: Layihə sahəsi üçün dijital yüksəklik modelini əldə edin.

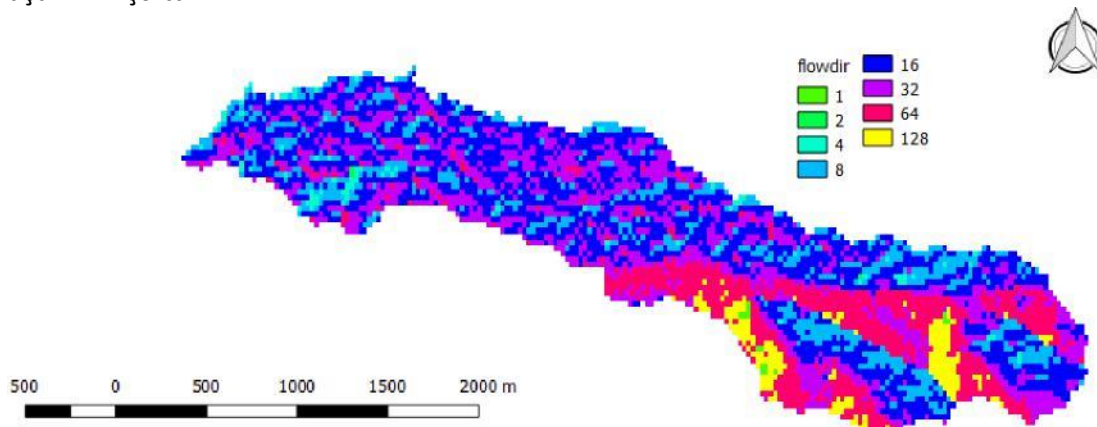
Nəzərdə tutulmuş sahəni seçin və STRM30 endirin (1-qövs saniyəsi).



Şəkil 1: Nümunə sahə üçün SRTM30 DEM

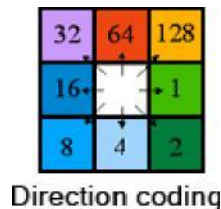
Step 2: SRTM30 – dan axım istiqamətlərini hesablayın

GIS-dən istifadə etməklə axım istiqamətləri hesablana bilər. Bu, bütün sonrakı fəaliyyətlər üçün ilkin şərtidir.



Şəkil 2: Axım istiqamətləri

Hər bir rəng axım istiqamətini təmsil edir. Rəqəmlər istifadə olunan alətdən asılıdır. Prinsipi ArcGIS – dən götürülmüş nümunə ilə göstərmək olar

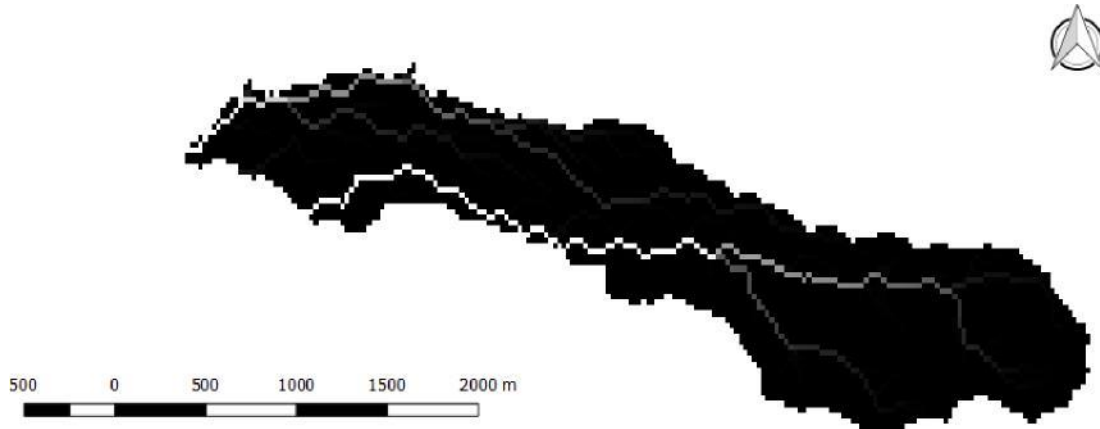


ArcGIS şərh

Mərhələ 3: SRTM30 –dan olan axım yığımını hesablayın

Page | 1

Növbəti mərhələdə alt-hövləri təyin etmək üçün axımın toplanması tələb olunur. Yuxarı axar hücrələrinin sayı hər bir hücrədə saxlanılır. Bu addımdan axım şəbəkəsini dəqiqləşdirmək üçün də istifadə edilir.

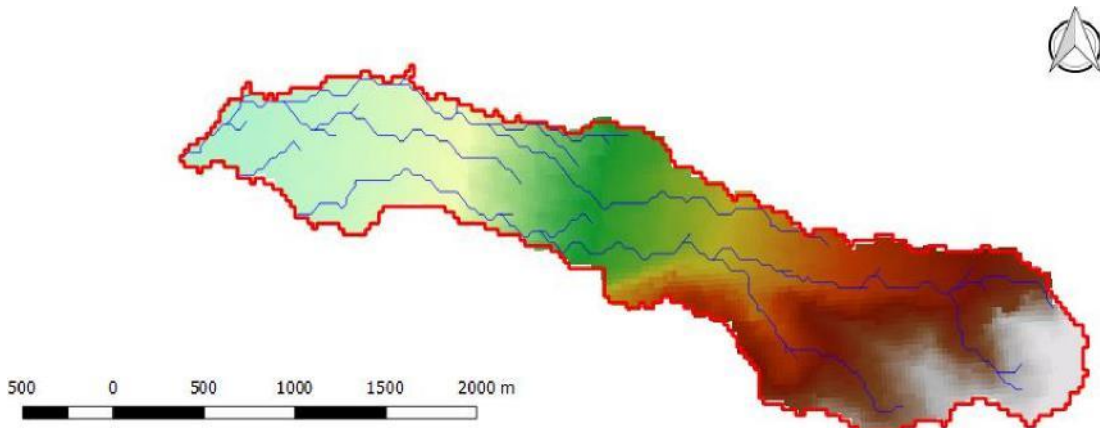


Şəkil 3: Axım toplanması

Boz rəng uyğun hücrələrdən axan yuxarı axım hücrələrinin sayını göstərir. Qara rəng heç bir yuxarı axar hücrəsinin olmadığını göstərir.

Mərhələ 4: SRTM30 – dan axım şəbəkəsinin əldə edilməsi

Axım şəbəkəsi axım cığıruları barədə vektorlu məlumat əldə edilməsi üçün müvafiqdir. Nəticənin həqiqi çayları əks etdirməsi o qədər də mühüm deyil, bu, DEM-dən əldə edilmiş axım istiqamətinin analizinə əsaslanaraq ən dərin axım cığırılarını göstərir. Yuxarı axım hücrələrinin çox sayda olması SRTM30-dan hesablanaraq əldə edilmiş axımın həqiqi çaya uyğun olmasını təmin edir.

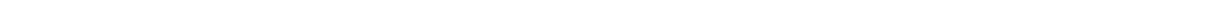


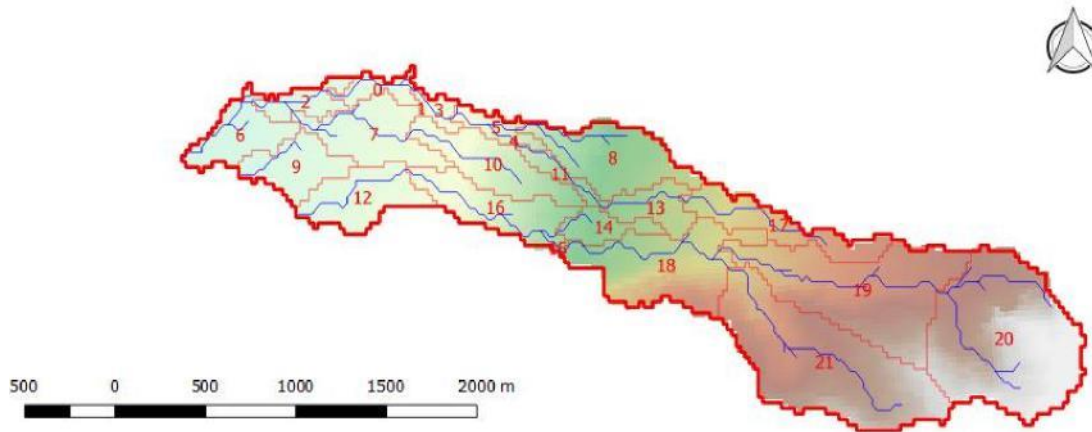
Şəkil 4: Axım şəbəkəsinin hesablanması

Axım şəbəkəsi mümkün olan axım cığırılarını müəyyən etmək üçün vasitələr yaradır və model yaratmaq üçün istiqamət verir. Tövsiyyə olunur ki, axım şəbəkəsi sahə ziyarətləri ilə və yerli məlumatlara əsasən yerində bir daha yoxlanılsın.

Mərhələ 5: SRTM30-dan alt-hövləri təyin edin.

Alt hövzə yaradan hücrələrin sayı üçün giriş rəqəmini daxil etməklə axım toplanmasından və axım şəbəkəsi prosedurundan alt hövzə əldə etmək olar. Rəqəm nə qədər çox olarsa o qədər də az alt-hövzə yaradılacaqdır. Alternativ olaraq, alt hövzələrin qurulduğu yerlərdə hərəkətsiz hissələr yaradılır.

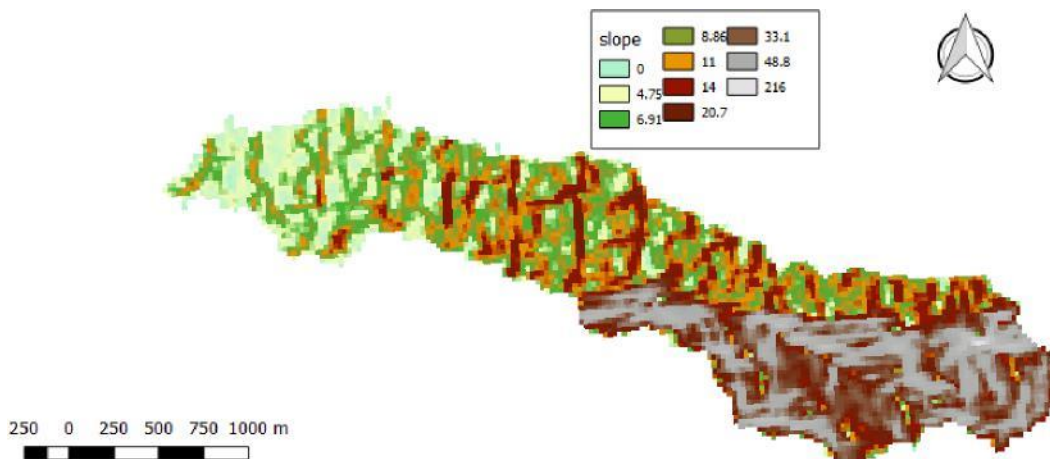




Şəkil 5: Alt-hövdələr

Step 6: Yamacların yaradılması

GIS –in çox faydalı olan imkanı DEM-dən yamacların əldə etməsidir. Yamac, axım yaranmasının və ya eroziya həssaslığının yüksək göstəricisidir və eroziya, konsentrasiya müddəti, axım, və s. hesablanması kimi bir çox tətbiqlərdə istifadə olunur. Həmçinin müəyyən məntəqədə axıntıların hesablanmasında parametrlərin əldə olunması üçün də yamac tələb olunur.



Şəkil 6: SRTM30 DEM ilə hesablanan yamac.

Kateqoriyaların yaradılmasına ehtiyac olmasa da, bu, xəritənin oxunmasına yardım edir.

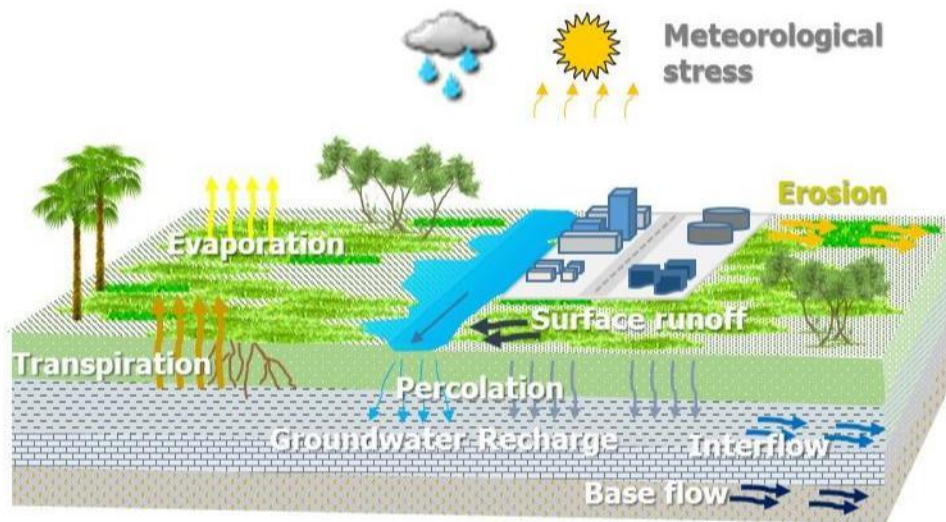
3 PRAKTİKİ MƏŞĞƏLƏ - HİDROLOGİYA

Bu bölməyə oxucuların öz hesbalamalarını aparmağa imkan yaradan adi hidroloji biliklər, yanaşmalar və düsturlar daxildir.

Əsas səbəbləri aydınlaşdırmaq, uyğun olan qısa, orta və uzun müddətli addımları seçmək və tərtib etmək üçün mühüm hidroloji və hidravlik prinsipləri anlamağa ehtiyac var. Sürətli sel axımlarına nəzarət və çay yataqlarının stabilləşdirilməsi mühüm rol oynayır. Məhz buna görə daşqınların qarşısının alınmasına yönəldirilmiş risklərin dəyərləndirilməsi, planlama, tərtib etmə müxtəlif yanaşmalar toplusu təmin edilmişdir.

3.1 Suayırıcında axım prosesləri

Suayırıcındakı hidroloji xüsusiyyətlər bir-biri ilə bağlıdır və onlardan birini dəyişdikdə digərlərində təsir qoyur. Suayırıcında daşqınların yaranmasını anlamaq üçün axım prosesini dərk etmək və insan fəaliyyətinin daşqınların həcminə və yüksək həddinə necə təsir etdiyini bilmək vacibdir.



Şəkil 7: Su axımı ilə əlaqəli hidroloji proseslər

Aşağıdakı cədvəl hidroloji xüsusiyyətləri axım yaranması ilə əlaqələndirir.

Cədvəl 2: Axım formalaşmasında hidroloji xüsusiyyətlərin təsiri. (Maidment, 1998 – uyğunlaşdırılmış versiya)

Səciyyə	Xüsusiyyət	Axım
Təbii faktorlar		
Topoqrafiya	Dərin yamaclar $> 10^\circ$	↑
	Mayillik $> 1^\circ$ and $< 10^\circ$	→
	Düzənlik	→
Torpaq	Geniş məsaməli və az yapışqan tərkib su keçiricidir. (çınqıl, iridənəli və narin qum, gil kütləsi ilə qarışıq)	→
	Az məsaməli və orta yapışqan tərkib daha az keçiricidir. (Qum-gil kütləsi)	→
	Az məsaməli və yüksək yapışqan tərkib demək olar ki, su keçirməzdir. (palçıq, gil)	↑
	Dərin torpaq və ya palçıq və gilli olan laysız torpaq	→
	Dayaz torpaq dərinliyi və ya palçıq və gil laylı torpaq	↑

Səciyyə	Xüsusiyyət	Axım
Natural factors		
Torpaq örtüyü	Dərin köklü struktur ilə sıx bitki örtüyü	
	Bitki ilə örtülmüş torpaq	
	Seyrək bitki təbəqəsi ilə örtülmüş torpaq qatı	
	Örtüksüz torpaq	
İnsan faktorları		
Şəhər əraziləri	Döşənmiş səthlər (asfalt və ya beton örtüklü yollar, dam örtükləri)	
	Su keçirməyən birləşmələrlə daşlar, kərpiclər	
	Kompakt səthlər (Nəqliyyat hərəkətli torpaq yollar)	
	Su keçirməyən birləşmələrlə daşlar, kərpiclər	
	Əkilmiş torpaq səthləri	
Road drainage	Drenaj sistemi olmayan yollar	
	Su bəndləri ilə yol drenajları	
	Bitki və sukeçirici ərazilərə çevrilmiş yol drenajı	

Təbii amillərdən başqa, torpaq istifadəsindəki dəyişikliklər də çox hallarda axım artımına təkan verir. Torpaq istifadəsindəki dəyişmələr infiltrasiya zəif olduğu hallarda artmaqda olan daşqınların, eroziyanın, torpaq sürüşmələrinin və palçıq axınlarının başlıca səbəbi kimi anlaşıla bilər. Cədvəl 3-də torpaq istifadəsindəki dəyişikliklər ilə müşayiət olunan hidroloji təsirlərin xülasəsi verilmişdir.

Cədvəl 3: Torpaq istifadəsindəki dəyişikliklərin hidroloji təsirləri (mənbə: Maidment, 1998))

Land-use change	Component affected	Hydrological processes involved	Geographical scale and likely magnitude of effect
Torpaq istifadəsindəki dəyişikliklər	Təsirə məruz	Baş verən hidroloji proseslər	Coğrafi miqyas və təsirin ehtimal olunan böyüklüyü
Meşəsalma (Meşə qırılmasının əks təsiri)	İllik axım	Yağıntı dövrlərində yağıntının qarşısının alınması	Hövizə miqyası; meşə örtüyünə mütənəsib olan böyüklük
		Dərin köklü sistemlər üçün artmış su mövcudluğu sayəsində quraq dövrlərdə	
	Mövsümi axım	Yağıntının uzunmüddətli dayandırılması və yüksək quraqlıq transpirasiyası torpaq	Hövizə miqyası; quraqlıq dövründə axımı azaltmaq üçün
		Əkimlə müşayiət olunan drenaj işləri quru mövsümü axımını azalda bilər	Hövizə miqyası; drenaj fəaliyyətləri quraqlıq dövrünün
	Daşqınlar	Yağıntının dayandırılması intensiv yağışların həcmnin azaldılması ilə	Hövizə miqyası; təsir ümumilikdə kiçikdir, lakin kiçik tufan
	Eroziya	Təbii qarışıq meşələrdəki yüksək infiltrasiya həddi səthi axımı və eroziyanı azaldır	Hövizə miqyası; eroziyanı azaldır
		Yamac sabilliyi torpaq məsaməsi təzyiqini və meşə köklərinin bağlanması ilə	Hövizə miqyası; eroziyanı azaldır
		Ağacların külək tərəfindən qopardılması və ağac məhsulunun ağırlığı yamac sabilliyini	Hövizə miqyası; eroziyanı artırır
		Kol və ot təbəqəsi olmayan torpaqların sıçrama ilə qopması eroziyanı artırır	Hövizə miqyası; eroziyanı artırır
		İdarəetmə fəaliyyətləri: becərmə, drenaj, yol tikintisi, ağacların qırılması eroziyanı artırır.	Hövizə miqyası; idarəetmə fəaliyyətləri əksər hallarda meşənin birbaşa təsirindən daha vacibdir
	İqlim	Yüksək buxarlanma	Mikro və mezo miqyas

Agricultural intensification	Su miqdarı	Transpirasiya səviyyəsinin dəyişməsi axıma təsir edir	Hövvə miqyası; təsir cüzidir
		Torpaq drenajı sayəsində boran axımının vaxtı dəyişir	Hövvə miqyası; əhəmiyyətli dərəcədə təsir
	Eroziya	Qeyri düzgün torpaq mühafizəsi addımları ilə aparılan kultivasiya və dərin yamaclardakı nəzarətsiz heyvan otlaması	Hövvə miqyası; təsirlər sahədən asılıdır
Bataqlıqların qurudulması	Daşqınlar	Drenaj metodu, torpaq növü, kanalın yaxşılaşdırılması, bütün bunlar daşqın səviyyəsinə təsir edir	Hövvə miqyası; açıq drenajlar daşqın səviyyəsini artırır
Urbanizasiya	Daşqının həcmi	Asfaltlanmış yollar, dayanacaqlar, damlar kimi təsire məruz qalmayan səthlər yağış sularının yerə hopmasının qarşısını alır	Hövvə miqyası; Daşqın həcmi artırması təsirsiz bölgələr ilə mütənəsibdir
	Daşqınların yüksək həddi	Şəhər ərazilərində səthi axımlar daha yüksək sürətə malik olur	Hövvə miqyası; sürətdə artım, axın həcmi artırması və boru və kanallarda su axınının konsentrasiyası daşqın səviyyəsini əhəmiyyətli dərəcədə artırır

Verilmiş cədvəl meşələrin salınmasına görə suyun mövcudluğuna həm müsbət, həm də mənfi təsirləri göstərir. Bu, oxucunu səhv istiqamətə yönəltməməlidir. Qeyd etmək lazımdır ki, müsbət təsirlər mənfi təsirlərdən kifayət qədər çoxdur.

3.2 Axımın hesablanması

Axımın hesablanması və hidroqrafların əldə edilməsi hidroloji modelləşdirməni anlamaq üçün ilkin və ən asan yoldur. Çox sayda yanaşma mövcuddur və bu yanaşmaların əksəriyyəti dərin hesablamalar və məlumat tələb edir. Daha mürəkkəb metodlar təqdim edilməmişdən əvvəl iki ən çox istifadə olunan metod təqdim edilmişdir. Hər ikisi üçün yalnız bir neçə parametr tələb olunur və əmsalların götürülə biləcəyi geniş sayda ədəbiyyat və mənbələrlə dəstəklənir.

3.2.1 Rasional metod

Ən sadə metod ilkin olaraq şəhər hidrologiyası üçün tərtib edilmiş Rasional Metoddur. Bu, çox geniş yayılmış metoddur və drenaj sahəsi, yağıntı intensivliyi və torpaq örtüyü, torpaq növü və yeraltı su toplanması yamacını təmsil edən axım əmsalı arasında əlaqə formalaşdırır. Bunun tətbiqi sadədir və daha az məlumat tələb edir. Dəqiqliyi daha mükəmməl və fiziki əsaslı yanaşmalara nisbətən aşağıdır və əsas təxminlərlə məhdudiyyətlərə diqqət yetirilməlidir.

Rasional metod kiçik drenajlı ərazilər üçün yüksək axıntıları hesablamaq üçün uyğundur. Bu metod tərtibatçını yüksək axıntı dəyəri ilə təmin edir, lakin nə axımın zaman sıralanmaları nə də axım həcmi göstərmir.

Rasional metod aşağıdakı düstura əsasən yüksək axım səviyyəsini proqnozlaşdırır:

$$Q \approx c \cdot i \cdot A \cdot 0.00268$$

harada ki:

Q: yüksək axım səviyyəsi [m^3/s]

C: axım əmsalı [-] (c torpaq örtüyü, torpaq növü və yeraltı suların toplanması yamacının funksiyasıdır)

I: yağıntı intensivliyi [mm/saat] (yağıntı intensivliyi xüsusi yağıntı müddəti və seçilmiş tezlik üçün mm/saat da orta yağıntı səviyyəsidir. Müddət nəzərdə tutulmuş müddətlə eyni olmalıdır.)

A: yeraltı suların toplandığı ərazi [ha]

Ölçü vahidləri diqqətlə seçilməlidir və konversiya vuruqları tələb edir. Yuxarıdakı bərabərlik I [mm/saat da] və ərazi [ha] ilə yüksək axıntı səviyyəsini hesablayır və alınan vuruq isə m^3/s vahidi ilə göstərilir. Axım əmsalı ucqar ərazilərə və qarışıq istifadəli suayırıcılarına tətbiq olunarsa dəyişir və dörd axım komponenti əsasında hesablanır

Cədvəl 4: Ucqar suayırıcıları üçün axım əmsalı (TxDOT, 2016-dan götürülmüşdür)

Suayırıcının səciyyəsi	İfrat	Yüksək	Normal	Aşağı
Relyef - C_r	0.28-0.35	0.20-0.28	0.14-0.20	0.08-0.14
	Ortalama 30%-dən artıq yamaclarla aşırımlı, kələ-kötür	Təpəli, ortalama 10-30% yamaclarla	Yuvarlaq, ortalama 5-10% yamaclarla	Nisbətən hamar ərazi, ortalama 0-5% yamaclarla
Torpaq infiltrasiyası - C_i	0.12-0.16	0.08-0.12	0.06-0.08	0.04-0.06
	Səmərəsiz torpaq örtüyü; əhəmiyyətsiz dərəcədə infiltrasiya ilə qaya və ya nazik torpaq təbəqəsi	Yavaş su çəkililiyi; aşağı infiltrasiya səviyyəsi ilə və ya zəif drenajlı gil və ya dayaz palçıq torpaqlar	Normal; yaxşı drenajlı yüngül və ya orta sıxlıqlı torpaqlar və ya qumlu palçıqlar	Suyu asanlıqla özünə çəkən dərin qumlu və ya digər torpaqlar; çox yüngül və yaxşı drenajlı torpaq
Bitki örtüyü - C_v	0.12-0.16	0.08-0.12	0.06-0.08	0.04-0.06
	Əhəmiyyətsiz bitki örtüyü, çıpaq və ya çox seyrək örtük	Zəif və orta aralığında; alaqlanmış kultivasiya, məhsul və ya zəif təbii örtük, 20%-dən az drenaj sahəsi yaxşı örtüyə malikdir	Orta və yaxşı aralığında; ərazinin təxminən 50%-i yaxşı çəmənlik və ya meşəlikdədir, 50%-dən çox olmayan hissəsi isə becərilən məhsulların payına düşür	Yaxşı və əla aralığında; drenaj ərazinin təxminən 90%-i yaxşı çəmənlik, meşəlik və ya uyğun torpaq örtüyünün payına düşür
Səth saxlanması - C_s	0.10-0.12	0.08-0.10	0.06-0.08	0.04-0.06
	Əhəmiyyətsiz; səth çökəklikləri az və dayazdır, drenaj yolları yamaclı və kiçikdir, bataqlıq yoxdur.	Kiçik drenaj yollarının yaxşı təyin edilmiş sistemləri; gölməçə və bataqlıq yoxdur	Normal; əhəmiyyətli dərəcədə səth çökəklikləri, məs: saxlanma gölləri, gölməçələr və bataqlıqlar	Daha çox səth saxlanması, drenaj sistemi lazımı səviyyədə təyin edilməyib; geniş çaygətirmə sahəsi, çox sayda gölməçə və bataqlıqlar

Son əmsal: $C = C_r + C_i + C_v + C_s$

Qarışıq istifadəli torpaq əraziləri üçün mürəkkəb axım əmsalı istifadə edilməlidir. Mürəkkəb axım əmsalının çıxarılması hər bir uyğun torpağın ayrılıqda istifadəsinə görə əsaslandırılır və aşağıdakı kimi hesablanı bilər:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

- Bu metod drenaj sahəsi üçün nəzərdə tutulmuş müddət, yüksək yağıntı intensivliyinin müddətindən az olduqda keçərlidir.
- Hesablanan axım birbaşa olaraq yağıntı intensivliyi ilə mütənasibdir.
- Yağıntı intensivliyi bütün boran müddətində eyni səviyyədədir.
- Yüksək axıntı baş verməsinin tezliyi eyni hadisəni yaradan yağıntı tezliyi ilə eynidir.
- Yağıntı drenaj sahəsi üzrə eyni səviyyədə paylanmışdır.
- Yağıntı intensivliyinin hesablanması üçün istifadə olunmalı minimum müddət 10 dəqiqədir. Əgər drenaj sahəsi üçün nəzərdə tutulan hesablama vaxtı 10 dəqiqədən azdırsa, yağıntı intensivliyinin hesablanması üçün vaxt 10 dəqiqə qəbul edilməlidir.
- Rasional metod drenaj sahəsində saxlanmaları nəzərə almır. Mövcud saxlanmanın doldurulması gözlənilir.

Cədvəl və ucqar ərazilərlə torpaqların qarışıq istifadəsi üçün əmsal hesablanması Hidravlik Göstərişlər – Texas Nəqliyyat Departamentindən əldə olunmuşdur (bax (TxDOT, 2016))

Bu metodun əsas çatışmazlığı yeraltı su toplanmasının səciyyəsinin zəif fiziki təqdimatı və hidroqrafların olmamasıdır.

3.2.2 SCS-Metodu

SCS-Metodu Milli Resursların Mühafizəsi Xidməti, ABŞ Kənd Təsərrüfatı Departamenti tərəfindən yaradılmışdır. Bu metod yeraltı suların toplanması ərazisinin torpaq növü, istifadəsi, Qövs Rəqəmi (CN) adlandırılan nəticənin çıxarıldığı yamac kimi fiziki parametrlərindən istifadə edir. CN axım səciyyəsinin göstəricisidir və 20 ilə (yüksək saxlanma səciyyəsi, demək olar ki, axımın olmaması) 100 arasında (saxlanmasız, itkisiz, axımdakı yağıntı nəticələri). Bu, daşqın həcmnin hesablandığı yağıntıdan istifadə etməklə yaradılan hadisə əsaslı yanaşma kimi hazırlanmışdır. Yüksək axıntı gecikmə vaxtı ilə əldə edilmişdir – bu vaxt hidroqrafın yüksək həddinə qalxmaq üçündür. Üçbucaq şəklində hidroqrafın yaranması gözləniləndir.

Bu yanaşma Rasional metodla müqayisədə daha çox say tələb edir, lakin fiziki səciyyələri nəzərə alır. Bu, yanaşmanı daha da şəffaf edir. Bundan əlavə CN göstəricilərinin məlumat bazası çox genişdir, saysız hesabda nəşrlər CN göstəriciləri ilə cədvəllər təqdim edir. Bu yanaşmanın nəticələrinə hadisə əsaslı itkilər daxildir və nəticə hadisədən qabaq təyin olunan torpaq nəmliyini göstərir. Torpağın nəm vəziyyətinin böyük təsiri olduğuna görə bu, mühümdür. Əvvəlcədən bilinən torpaq nəmliyini təqdim etmədən, ən yaxşı nəticə çılpaq və ya seyrək bitki örtüklü torpaqlar üçün gözləmək olar.

Müxtəlif hidroloji torpaq qrupları və örtükləri üçün CN göstəricilərinin siyahısına buradan baxmaq olar:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Runoffcurvenumber>.

mm-lə potensial saxlanma göstəricisi olan S belə hesablanır:

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN - 10} \right) \quad \text{mm}$$

Harada ki:

S: potensial saxlanma [mm]

CN: qövs rəqəmi [-]

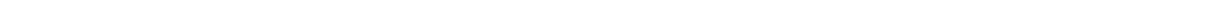
Axım həcmi olan Q belə verilir:

$$Q_v = (P + 0.8 \cdot S) \cdot \frac{0.2 \cdot S^2}{I_a}$$

Harada ki:

Q_v: axım həcmi və ya axımın dərinliyi [mm]

P: yığılmış yağış suları [mm]

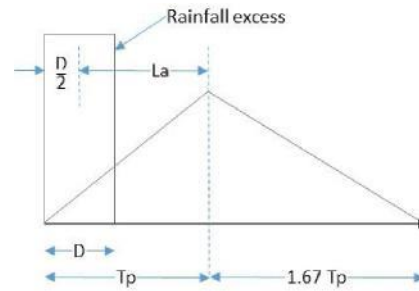


Yüksək axıntı göstəricisi aşağıdakı düstur ilə verilən üçbucaq hidroqrafından əldə edilir:

$$Q_p = \frac{0.208 \cdot A \cdot Q_v}{0.5 \cdot D \cdot 0.6 \cdot t_c}$$

where:

- Q_p: yüksək axıntı həddi [m³/s]
 A: yeraltı su toplanması [km²]
 D: yağıntı müddəti [saat]
 T_c: konsentrasiya vaxtı [saat]
 T_p: qalxma vaxtı [saat]



3.2.3 Konsentrasiya Vaxtı

Konsentrasiya vaxtı t_c yağıntı ifratının başlanmasından sonrakı vaxtdır hansı ki, drenaj hövzəsinin bütün hissələri eyni anda çıxış istiqamətinə yönəlir. Bu, həmçinin drenaj sahəsinin ən ucqar nöqtəsindən başlayaraq çıxışa doğru ən böyük yerüstü axım uzunluğuna aiddir, halbuki, ucqarlıq məsafəyə deyil, axım zamanına aiddir. TC göstəricisini təsvir edən çox sayda düstur vardır. Onlardan 3-ü aşağıda verilmişdir:

Kirpiç:

- t_c^* : konsentrasiya vaxtı [dəq]
 t_c : $t_c^*/60$ [saat]
 L: $L' [m]/0.3048$, harda ki, L' yerüstü axımın uzunluğudur
 So: yamac [-]

$$t_c^* = 0.0078 \cdot L^{0.77} \cdot S_o^{0.385}$$

Kerby:

- t_c^* : konsentrasiya vaxtı [dəq]
 t_c : $t_c^*/60$ [saat]
 L: $L' [m]/0.3048$, harda ki, L' yerüstü axımın uzunluğudur
 n: iş əmsalı [$s/m^{1/3}$]
 So: yamac [-]

$$t_c = 0.467 \cdot L^n \cdot S_o^{0.5}$$

SCS lag:

- t_c^* : konsentrasiya vaxtı [dəq]
 t_c : $t_c^*/60$ [saat]
 L: $L' [m]/0.3048$, harda ki, L' yerüstü axımın uzunluğudur
 S: potensial saxlanma $S = 1000/CN - 10$
 CN: qövs rəqəmi
 So: yamac [%]

$$t_c^* = \left[\frac{S^{0.7}}{1900 \cdot S^{0.5}} \right]$$

Kirpiç yamacı və yerüstü axım uzunluğunu nəzərə alsa da torpaq örtüyünü nəzərə almır. Kirpiç düsturunun çatışmayan cəhəti odur ki, torpaq istifadəsində dəyişiklik baş verdiyi halda belə t_c göstəricisi dəyişməz qalır. Kerby isə torpaq örtüyünü də ehtiva edir və torpaq istifadəsində hər hansı dəyişikliyi əhatə edir. SCS düsturu CN göstəricisindən istifadə edir və Kirpiç ilə Kerby ilə müqayisədə daha uzun t_c göstəricisi verir. SCS düsturunun tətbiq edilməsi itkiləri və hərəkət müddətinin izoxronları, müxtəlif hərəkət müddətləri ilə aşırımlar və müxtəlif axım komponentləri kimi mükəmməl yanaşmaları nəzərə alan model tətbiqatlarına nisbətən daha yaxşı nəticələr verir.

3.3 Qar yağıntısının hesablanması

Qar yığılı sızılması və su ekvivalenti dağlıq ərazilərdə istənilən hidroloji məsələ üçün əhəmiyyətli bir faktordur.

Tərtib edilməkdədir.

Cədvəl 5: Qar yığılmasının parametri, mənbə: (Knauf, 1980), (Bertle, 1966)

Açar	Parametr	Defolt
Tsnow	Qarın toplanması üçün ilkin temperatur [°C]	0
Mp	Qarın ərimə temperaturu aralığı [mm/(gün Kelvin)]	4 - 5
Dmax	Qarın kompaktlaşması prosesinin dayanması sıxlığı və qar topasından drenaj axıntısının başlanması [%]	40 - 45
Dfr	Topalaşmanın ilkin quru qar sıxlığı [%] ilə	10

Bu metod daha sadədir və digər metodlarla müqayisədə daha az məlumat tələb edir. Müşahidə olunan qar dərinliyi əsasında kalibrasiya aparıla bilər.

3.4 Hidravlik hesablamalar

Hidroloji mülahizələrdən alınan axıntıların axın sürətinə və axın dərinliyinə çevrilməsi və daşınan yataq hissəciklərinə təsir edən qüvvələrin hesablanması üçün hidravlik hesablamalar lazımdır. Hidroloji metodlardan adətən sel istiqaməti üçün nəzərdə tutulan hidroloji modellərdə istifadə olunur.

Axım kəsişməsinin verilməsi şərti ilə, davamlılıq tənliyindən istifadə edərək orta sürət edilə bilər: $v = Q / A$ harada ki Q = axıntı [m^3/s] və A axımın kəsişmə sahəsidir [m^2].

Kanalların tutumunu qiymətləndirərək, İş Əmsalı Tənliyinin vahid axım üçün istifadəsi ümumi olaraq tətbiq olunur

$$v = \frac{1.49 R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

Harada ki:

- v : sürət m^3/s ilə
- n : İşin təqribi əmsalı (= $1/kst$ harada ki kst =Strickler coefficient)
- R : hidravlik radius [m] = A / WP
- A : axım kəsişməsi sahəsi [m^2]
- WP : axımın islanmış perimetri [m]
- S : enerji xəttinin yamacı [m/m]. vahidlik üçün, sabit axım, S kanal yamacıdır.

Su səviyyəsi WP və A hesablamaq üçün su səviyyəsinə ehtiyac olduğu üçün təkrar hesablama tələb olunur. A və əldə olunan axım sürəti ilə axıntı $v=Q/A$ ilə yoxlanılmalıdır. İş Əmsalı tənliyindən alınan $v=Q/A$ və v axım sürətini verən axım kəsişməsində hesablanan su səviyyəsinin nəticəsi ilə eyni olduqda nəticə əldə edilir.

Adətən stasionar və vahid axım qəbul edilir və kanal yatağının yamacından istifadə edilir. Daşqın hadisəsi zamanı axının nə sabit, nə də vahid şəkildə olmadığını nəzərə almaq lazımdır, belə ki, nəticədə qeyri müəyyənliklər olur. Bu, dizayn zamanı təhlükəsizlik amilləri ilə əks olunmalıdır. Təklif olunan nəhamarlıq iş əmsalları Cədvəl 6-da verilmişdir. Bu əmsallar aşırımlı ərazidə dəyişikliyə məruz qalır.

Cədvəl 6: Nəhamarlıq iş əmsalları mənbə: (TXDOT, 2016))

Təbii kanallar	Minimum	Normal	Maksimum
<i>Kiçik arxlar (daşqın səviyyəsində ən böyük en göstəricisi <30 metr)</i>			
Düzənlikdəki arxlar:			
Təmiz, düz, tam mərhələ, riftlər və ya dərin gölməçəlsiz	0.025	0.030	0.033
Eyni ilə yuxarıdakı kimi, amma daha çox daş və otlar ilə	0.030	0.035	0.040
Təmiz, burulan, bir neçə gölməçə və dayaz gölməçələrlə	0.033	0.040	0.045
Eyni ilə yuxarıdakı kimi, amma daha çox daş və otlar ilə	0.035	0.045	0.050
Eyni ilə yuxarıdakı kimi, lakin, daha aşağı mərhələ və daha səmərəsiz yamac və hissələr ilə	0.040	0.048	0.055
Təmiz, burulan, bir neçə gölməçə və dayaz gölməçələr, bir az ot və çoxlu daşlar ilə	0.045	0.050	0.060
Ləng axım hissələri, otlu, dərin gölməçələr	0.050	0.070	0.080
Çox otlu axım hissələri, dərin gölməçələr və ya kol və ağır ağac kötəkləri ilə sel çıxışları	0.075	0.100	0.150
Dağ çayları, kanalda bitki yoxdur, çaykənarı adətən dərin yamaqlıdır, çaykənarı ağac və kolların çox hissəsi su altındadır			
Dib: çınqıl, qənbər və az sayda iri qənbər daşlar	0.030	0.040	0.050
Dib: iri qənbər daşlar	0.040	0.050	0.070
<i>Sel düzəngahları</i>			
Otlaqlar, kolsuz:			
Qısa ot	0.025	0.030	0.035
Hündür ot	0.030	0.035	0.050
Becərilən ərazilər:			
Məhsulsuz	0.020	0.030	0.040
Yetişmiş xam məhsullar	0.025	0.035	0.045
Yetişmiş sahə məhsulları	0.030	0.040	0.050
Kolluqlar:			
Səpələnmiş kollar, ağır otlar	0.035	0.050	0.070
Yüngül kolluq və ağaclar, qış fəslində	0.035	0.050	0.060
Yüngül kolluq və ağaclar, yay fəslində	0.040	0.060	0.080
Orta seyrəklikdə və sıx kolluqlar, qış fəslində	0.045	0.070	0.110
Orta seyrəklikdə və sıx kolluqlar, yay fəslində	0.070	0.100	0.160
Ağaclar:			
Sıx söyüdlüklər, yay, düz	0.110	0.150	0.200
Təmizlənmiş ərazi, ağac kötəkləri ilə, budaqsız	0.030	0.040	0.050
Eyni ilə yuxarıdakı kimi, lakin kütləvi zoğlarla	0.050	0.060	0.080
Ağır kötük dayaqaları bir neçə yıxılmış ağac, kiçik ağaclar, sel səviyyəsi budaqlardan aşağıda	0.080	0.100	0.120
Eyni ilə yuxarıdakı kimi, lakin sel səviyyəsi budaqlara çatmış halda	0.100	0.120	0.160
<i>Əsas arxlar (daşqın səviyyəsində ən böyük en göstəricisi >30 metr)</i>			
İri qənbər daşlar və ya kolluq olmayan hissə	0.025	--	0.060

Natural Channels	Minimum	Normal	Maximum
Nizamsız və nahamar hissə	0.035	--	0.100
<i>Xətlənmiş kanallar</i>			
Beton örtüklü	0.012	--	0.018
Beton parçaları ilə	0.017	--	0.030
<i>Xətlənməmiş kanallar</i>			
Torpaq, düz və vahid formalı	0.017	--	0.025
Burulan və ləng	0.022	--	0.030
Qayalı yataqlar, sahil boyu ot kolları	0.025	--	0.040
Dibi torpaq kənarları isə daş parçaları	0.028	--	0.035
Qaya parçaları	0.025	--	0.045

Darcy-Weisbach düsturu iş əmsalı tənliyinə alternativdir.
harada ki:

v : orta sürət [m/s]
 λ : müqavimət əmsalı [-]

$$v = \sqrt{\frac{1}{\lambda} \frac{8g}{r_{hy}} R_{hy}^3 S}$$

r_{hy} : hidravlik radius [m] = A / WP

IE : enerji xəttinin yamacı [m/m]. Vahid, stabil axım üçün S , kanal yamacıdır. Müqavimət əmsalı aşağıdakı kimi ifadə oluna bilər:

$$\lambda = \frac{8g}{k_s^2} \frac{1}{R_{hy}^3 S}$$

k_s müvafiq qum nahamarlığıdır. Bu metod iş əmsalı düsturundan daha mürəkkəbdir, lakin axım proseslərindəki daha yaxşı hesablama nəticəsi verdiyinə görə daha çox yayılmışdır. Buna baxmayaraq, düsturun $2.03 \cdot 10^{12.27}$ tətbiqatı təkrarlama tələb edir.



Cədvəl 7: Müvafiq qum nahamarlıq əmsalı (mənbə:

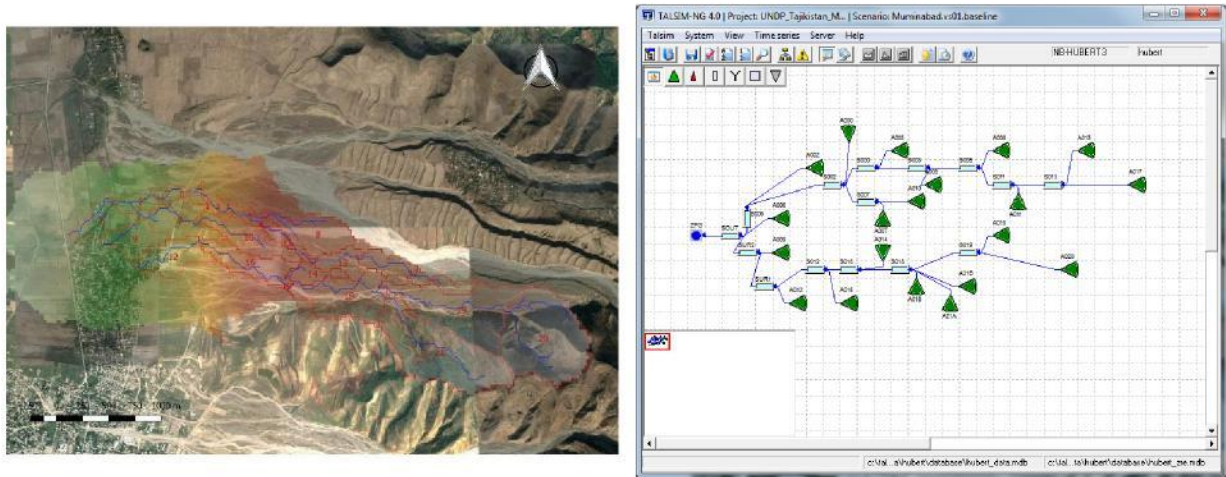
(Patt, 1998))

Çay yatağının strukturu	K_s [mm]
Qaya:	
Emal olunmuş, hamarlanmış	220 – 350
nahamar	450 – 700
Torpaq kanalları:	
adi	15 – 60
Yaxşı vəziyyətdə, bitkisiz	6 – 10
Yataq və sahillər palçıqlı, adi	25 – 50
Çınqıllı yataq, seyrək bitki səviyyəsi	80 – 140
Orta bitki səviyyəsi	190 – 270
Zəif baxımlı	300 – 500
Yataq hissədə gətirmələr	100 – 200
Ot kolları axımı əhəmiyyətli dərəcədə azaldır	500 – 1500
Daş və çınqıl (nəql olunmayan):	
Nahamar çınqıl	50 – 54
Qum və palçıqla qarışıq nahamar çınqıl	30 – 40
Qum və çınqıl (< 6 cm)	2 – 55
Toplu halda adi emal olunmuş daşlar (10-20 cm) düz çay yatağı	1 – 18

3.5 Hidroloji modelləşdirmə

Hidroloji model reallığın sadələşdirilmiş formasıdır və yağıntı axımı, torpaq suları və torpaq nəmliyi, yerüstü axım, açıq kanallarda və ya borularda, göllərdə və su anbarlarında, yeraltı sularda və sairə axım kimi fərqli hidroloji prosesləri ayırd edir. Bu, modeldən, hansı metodların tətbiq olunmasından və onların mürəkkəbliyindən asılıdır. Bir qayda olaraq, daha mürəkkəb metodlar adətən daha çox parametrlər tələb edir və beləliklə, kalibrləmə üçün daha çox məlumat və müşahidələr tələb olunur. Su bəndləri, bənddən axılma yolları və su yönləndirmələri üçün hidravlik üsullar əksər hallarda bura daxildir. Suayırıcılar hidroloji sistemə daxil edilməklə modelləşdirilə bilər.

Model yanaşması alt su hövzələrinin və çay axınının xətlərlə müəyyənləşdirilməsindən başlayır, ardınca hər bir su hövzəsi və çay axını üçün lazımı parametrlər əldə edilir. Bütün elementlər daha sonra axım şəbəkəsini təmsil etmək üçün birləşdirilir. Alt su hövzələri ilə GIS nümunəsinin və Talsim-NG (www.sydro.de) ekran görüntüsünün hidroloji model kimi müqayisəsi göstərilmişdir.



Şəkil 8: Hidroloji model – GIS-dən axım şəbəkəsinə (QGIS və Talsim-NG)

Hidroloji modellər adətən alt hövzələri, çayın axınlarını, yönləndirmələri, su anbarlarını, su bəndlərini, istehlakçıları, axıntı məntəqəsi elementlərini və bəzən yeraltı su elementlərini əhatə edir. Bundan əlavə, Talsim-NG modeli, su anbarları, arakəsmələr, nasoslar və turbinlər kimi idarə oluna bilən strukturlar üçün iş qaydalarını ehtiva etməyə imkan verir. Bu, su idarəçiliyi üçün xüsusilə vacibdir.

Hidroloji modellər əsasən axım hesablanması, çaylar vasitəsilə suyun yayılması və su hövzəsindəki müəyyən məntəqələrdə hidroqraflar yaratmaqda ən müasir vasitədir. Su axınının yaranmasındakı itkiləri, topoqrafiya və torpaq istifadəsi parametrlərinə görə konsentrasiyanın vaxtını nəzərə almaq və ən əsası, müxtəlif alt hövzələrdən axımı və suyun axım şəbəkəsində daşıma qabiliyyəti modellərin əsas üstünlüklərindəndir. Bəzi modellər sadələşdirilmiş yeraltı su qatlarını və yeraltı suların hərəkətini də əks etdirə bilər.

Ümumiyyətlə, modelləşdirmə hidrologiya, daşqın və su ehtiyatlarının idarə edilməsində ən müasir yanaşma hesab edilir. Suayırıcıların fiziki xüsusiyyətlərini daha yaxşı əks etdirdiyinə görə model tətbiq edilməsi məqsəduyğundur. Modelləşdirmə anlayışının tam başa düşüldüyü, parametrlərin mövcudluğu və düzgün şəkildə istifadə edildiyi hallarda nəticələrdən yüksək dəqiqlik əldə edilə bilər. Yüksək dəqiqliyin özü də çox uyğun bir iqtisadi amildir.

Rasional metod və daha az dərəcədə SCS tətbiqi (aşağıda təqdim olunmuşdur) kimi yanaşmalar həmin metodlardakı sadələşdirmələri əhatə etmək üçün təhlükəsizlik amillərini özündə cəmləşdirir. Bu da əlbəttə ki, ölçülərin tərtib edilməsinə gəldikdə daha geniş axım və ölçülərlə və ya mövcud su hesablanması zamanı daha böyük göstəricilərlə nəticələnir.

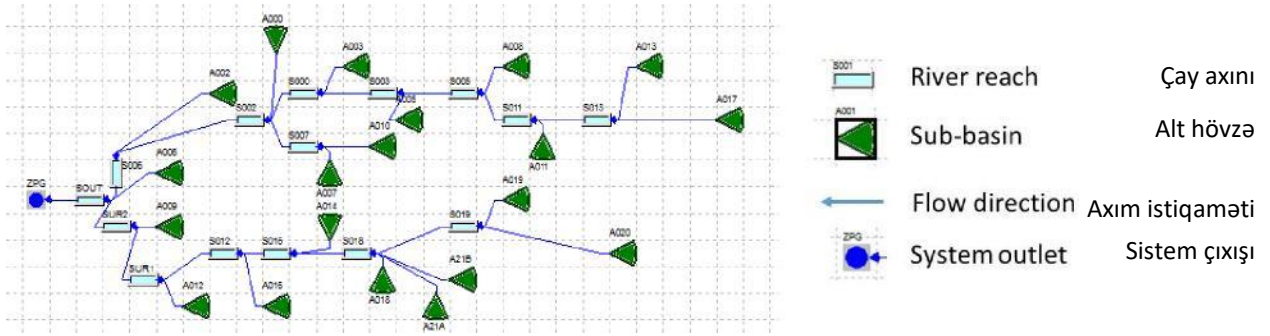
Proseslərin daha yaxşı başa düşülməsi və onların daha yüksək dəqiqliklə tətbiq edilməsi etibarlılığı və risklər barədə məlumatlı şəkildə qərar qəbul etmə qabiliyyətini daha da artırır.

Mərhələ 1: Axım şəbəkəsinin əldə edilməsi

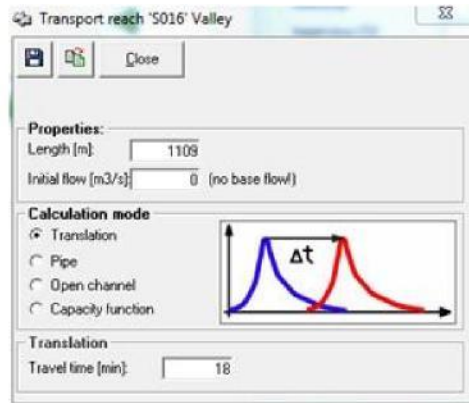
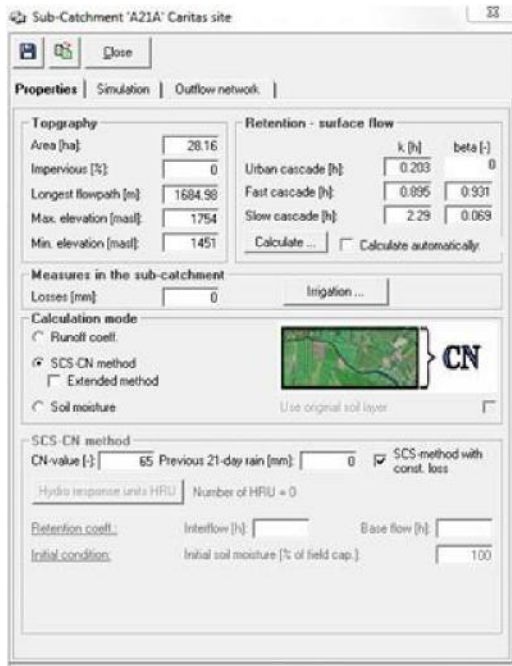
Axım şəbəkəsi və alt hövzələrin yerləşmə mövqeyi modelin axım şəbəkəsini yaratmaq üçün istifadə olunur. Hər bir modelin öz yanaşma metodu var, lakin, bir qayda olaraq alt hövzələr və çay axını şəbəkənin qurulması üçün istifadə olunan elementlərdir.

Şəkil 9: Talsim-NG tətbiqi əsasında nümunə sahədə axım şəbəkəsi

Mərhələ 2: Parametrlər



İstifadəçi bütün elementlər üçün parametrləri daxil etməlidir. Talsim-NG modeli nümayiş məqsədilə istifadə olunur. Bu, tətbiqat prosesində proqram istifadəçisini təlimatlandıran qrafik istifadəçi interfeysi ilə təchiz edilmişdir. Modeldə miqyasın artırılması funksiyası olduğundan, alt hövzələri və çay axınlarını hesablamaq üçün fərqli rejimlər təqdim olunur, məsələn, alt hövzəni sadə axın əmsalı, SCS yanaşması (burada istifadə olunduğu kimi) və mürəkkəb torpaq nəmliyi hesablanması ilə modelləşdirmək olar.



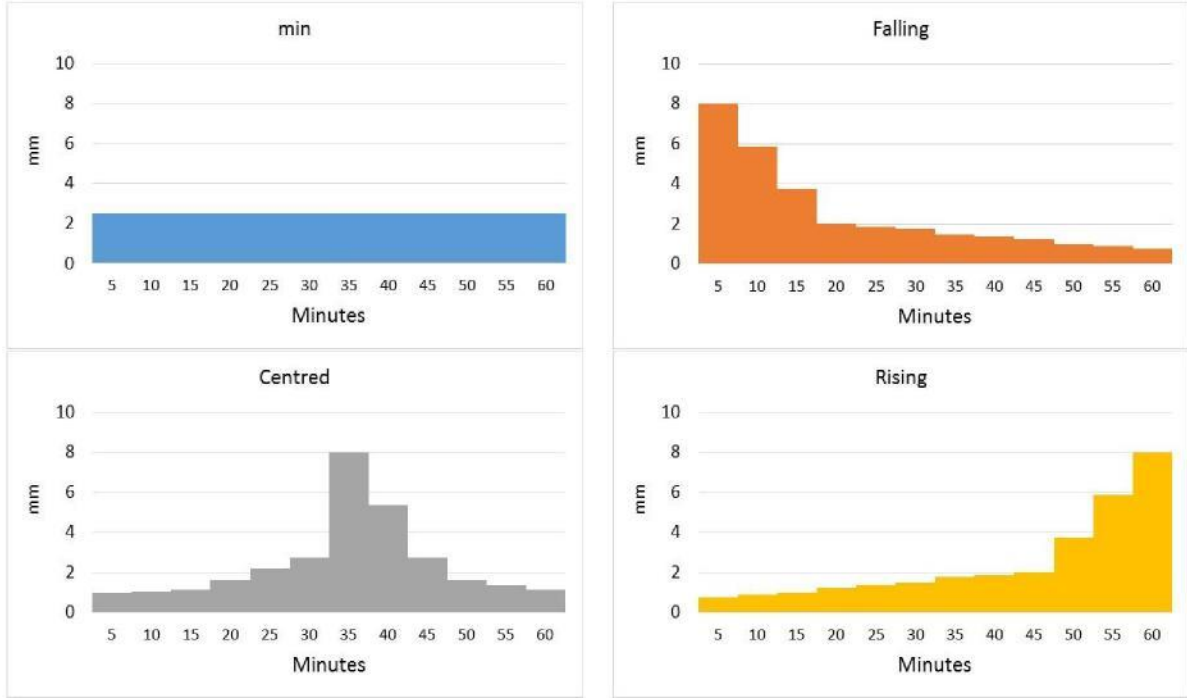
River reaches can be modelled as:

- Translation
- Pipe
- Open channel
- Stage-discharge curve

Şəkil 10: Alt hövzələr və çay axınları üçün qrafik istifadəçi interfeysi - Talsim-

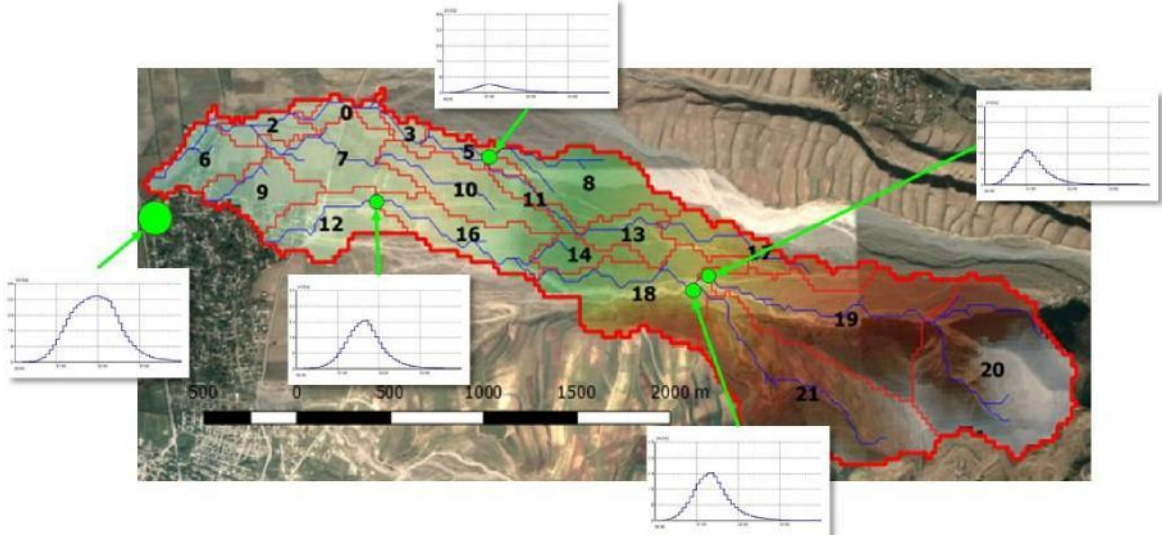
NG Mərhələ 3: Simulyasiya

Simulyasiya, yağış şəklində model stresini qurmağı tələb edir. Daşqın simulyasiyasında intensivlik paylanması ilə bol yağıntı profilləri tələb olunur, su balanslarını əldə etmək üçün nəzərdə tutulan uzun müddətli simulyasiya isə uzun müddətli ardıcıl yağıntı tələb edir.



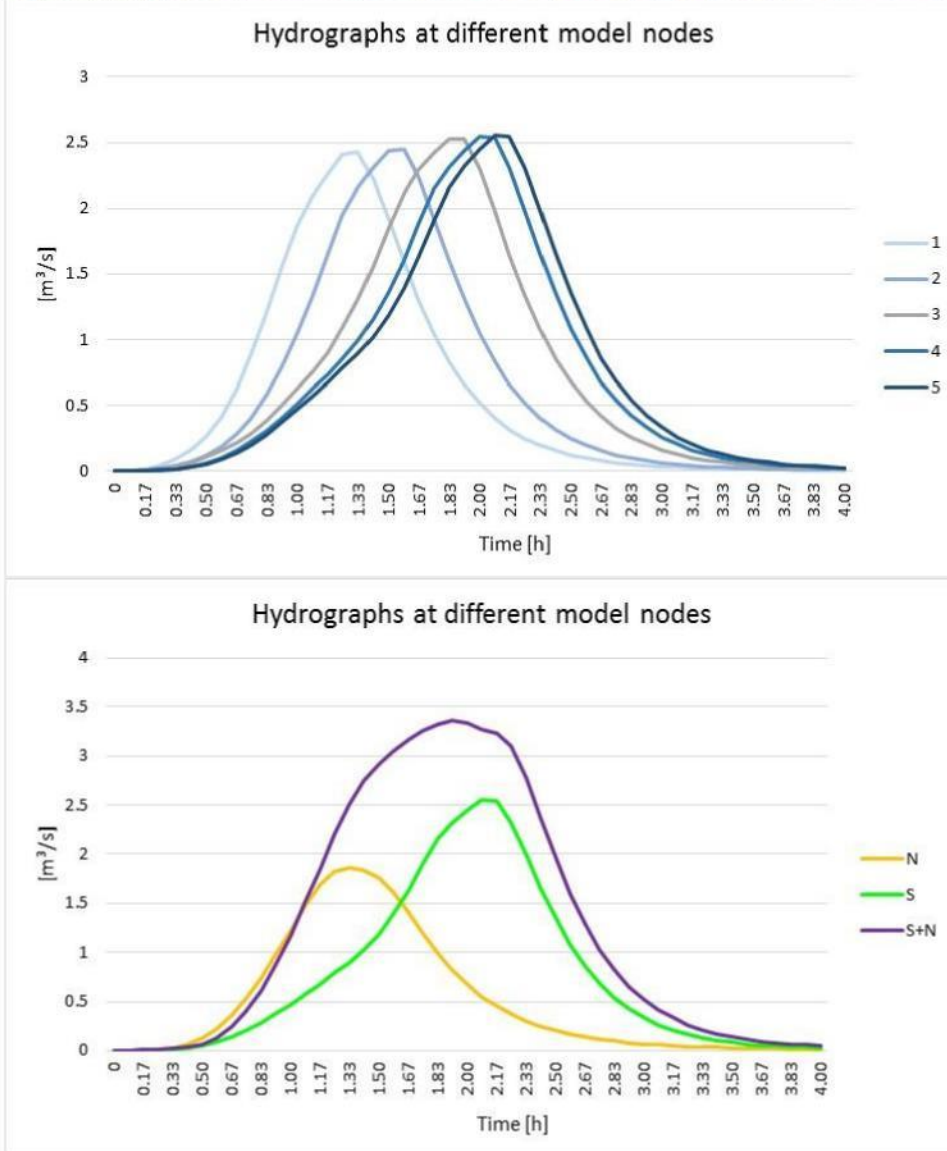
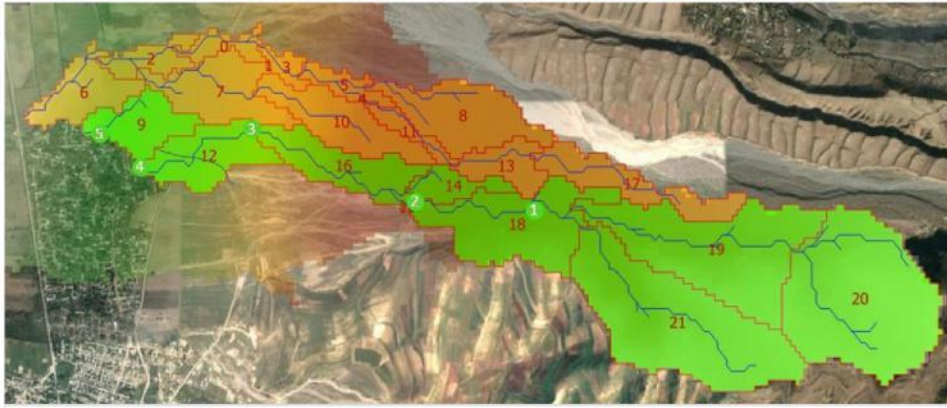
Şəkil 11: Hər birinin müddəti 60 dəqiqə olmaqla bol yağıntılı yağış profilləri nümunələri

Su hövzəsindəki çevrilmə və saxlanma, tətbiq olunan hesablama rejimlərindən və parametrlərindən asılı olaraq hidroloji modellə hesablanır.



Şəkil 12: Su hövzəsindəki müxtəlif qovşaqlarda hidroloji modelin sel hidroqrafları

Axının yayılması aşağıdakı şəkildəki kimi yaşıl rənglə göstərilən model qovşaqları vasitəsilə göstərilmişdir.



Yaşıl sahə boyu olan axım suyun bir qovşaqdan digərinə axması üçün lazım olduğu vaxt aralığını göstərir.

Şəkil 13: Müxtəlif yağışmalar üçün axımın üst-üstə düşməsi

Su yatağında fərqli hərəkət müddətləri səbəbindən meydana gələn maksimum zirvə axını, yaşıl və narıncı ərazidən olan pik axımının sadə əlavəsi deyil.

Su yatağı qiymətləndirilərkən hidroloji modellərdən istifadə etmək tövsiyə olunur. Pulsuz modelləri burada əldə edə bilərsiniz

<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/> (yeni başlayanlar üçün)

<http://www.bluemodel.org/> (mükəmməl istifadəçilər üçün)

www.sydro.de (sorgu əsasında) (başlangıç səviyyədən ekspertlərə kimi)

<http://swat.tamu.edu/software/> (ekspertlər üçün)

4 MƏLUMAT VƏ MƏLUMAT MƏNBƏLƏRİ

Bu fəsil, modelləşdirmə üçün tələb olunan və ya çox faydalı olan məlumatlar və məlumat mənbələri haqqında məlumat vermək məqsədi daşıyır.

4.1 İnternetdə mövcud olan məlumat və məlumat mənbələri

4.1.1 GIS

Rəqəmsal məlumatlarla işləmək üçün ilkin şərt Coğrafi Məlumat Sistemidir. Son zamanlar GIS-dən istifadə etmək geniş yayılmışdır. Mükəmməl GIS sistemi pulsuz və böyük istifadəçi kütləsi tərəfindən dəstəklənən QGIS-dir. QGIS haqqında daha ətraflı məlumatı buradan əldə edə bilərsiniz: <https://www.qgis.org/en/site/>

4.1.2 Rəqəmsal Yüksəklik Modeli (DEM)

Rəqəmsal yüksəklik modeli (DEM), modellərlə işləmək üçün əvəzsizdir. Adətən, DEM hücrələrinin müntəzəm bir rasteri kimi . Hər bir hücrə nöqtəsi hücrə altında topoqrafiyanın orta yüksəkliyini göstərir. DEM, hər bir hücrənin böyümə miqyası olan həllediciliyi ilə xarakterizə olunur. Hücrələr nə qədər kiçik olarsa həqiqi topoqrafiyanın təqdimatı bir o qədər yaxşı olur.

Peyk texnologiyası sayəsində bütün dünya 90x90 m, 2014-cü ildən isə 30x30 m əsasda DEM ilə əhatə olunmuşdur. NASA'nın Shuttle Radar Topoqrafiya Missiyası (SRTM) məlumatları hazırlamış və pulsuz olaraq təqdim edir. SRTM missiyası haqqında əlavə məlumat əldə etmək üçün <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/> saytına daxil olun.

Məlumat müxtəlif mənbələrdən əldə edilə bilər. ABŞ Geoloji Xidmətinin (USGS) nəzdində olan Earth Explorer, SRTM məlumatlarının endirilə biləcəyi internet portalını təqdim edir. İnternet ünvanı: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Yükləmə qeydiyyat tələb edir və ərazinin seçilməsinə imkan verir. 90 m SRTM, 3-arc saniyə, 30 m SRTM isə 1-arc saniyə məlumatı kimi göstərilir.

4.1.3 İqlim

İqlim barədə məlumat model stressi üçün vacibdir. Yağıntı axımlara təkan verir demək olar ki, bütün model tətbiqlərinin əsasını təşkil edən qayıtma dövrləri ilə bağlı yağışın miqdarı və intensivliyini hesablayır.

İnternetdə mövcud olan dünya miqyasında yağıntılar barədə məlumat mənbələri peyk hesablamalarından qaynaqlanır. Onlar yer stansiyalarından alınan məlumatları möhkəmləndirmək üçün istifadə edilə bilər və ya hər hansı yer stansiyası olmadıqda, onlar mövcud olan yeganə mənbə hesab edilir. Lakin, peyk əsaslı yağıntı hesablamaları bir çox qeyri-müəyyənliyi özündə cəmləşdirir və yer stansiyalarındakı müşahidələr ilə təsdiqlənmə tələb edir.

Əsas məlumat mənbələri aşağıdakılardır:

TRMM	Tropik Yağışların Ölçmə Missiyası (TRMM), NASA və Yaponiya Aerokosmik Kəşfiyyat Agentliyinin birgə missiyası idi. Hava və iqlim araşdırması məqsədilə yağışların öyrənilməsi üçün 1997-ci ildə fəaliyyətə başlamışdır. 17 ildən çox məhsuldar məlumat toplandıqdan sonra, 8 aprel 2015-ci ildə TRMM-də olan funksiyalar dayandırıldı. TRMM ilə qüsursuz iş üçün 2018-ci ilə qədər hələ də məlumatlar əldə edilir. https://pmm.nasa.gov/trmm
	https://pmm.nasa.gov/data-access/downloads/trmm

GPM	Qlobal Yağış Ölçmə (GPM) missiyası, yeni nəsil yağış və qarın qlobal müşahidələrini təmin edən beynəlxalq peyk şəbəkəsidir. Qlobal miqyasda yağıntının ölçülməsini yaxşılaşdırmaqla, GPM missiyası digərləri ilə müqayisədə təbii təhlükə və fəlakətlərə səbəb olan ekstremal hadisələrin proqnozlaşdırılmasını yaxşılaşdırmaqda və cəmiyyətə birbaşa fayda vermək üçün yağışların dəqiq və vaxtında verilməsində mövcud imkanları genişləndirməyə kömək edir. https://pmm.nasa.gov/GPM
-----	--

Kiçildilmiş iqlim ssenariləri	NASA Earth Exchange Global Daily Downscaled Projections (NEX-GDDP) məlumat bazası, Yer kürəsi üçün kiçildilmiş iqlim ssenarilərindən ibarətdir. Bu ssenarilər Birləşdirilmiş Model Qarşılıqlı Mübarizə Layihəsi Mərhələ 5 (CMIP5) çərçivəsində və Nümayəndələr Konsentrasiya Yolları (RCPs) kimi tanınan dörd istixana qazı tullantıları ssenarilərindən ikisi olan Ümumi Sirkulyasiya Modelindən (GCM) əldə edilmişdir. CMIP5 GCM işləmələri İqlim Dəyişikliyi üzrə Hökumətlərarası Panelin Beşinci Qiymətləndirmə Hesabatı (IPCC AR5) üçün hazırlanmışdır. NEX-GDDP məlumat bazasına gündəlik ssenarilərin CMIP5 çərçivəsində istehsal olunan və paylanan 21 model və ssenaridən əldə olunan RCP 4.5 və RCP 8.5 üçün kiçildilmiş proqnozlar daxildir. İqlim proqnozlarının hər birinə 1950-2100-cü illər arasındakı gündəlik maksimum temperatur, minimum temperatur və yağışlar daxildir. Məlumat bazasının çözümlülüyü 0,25 dərəcədir (~ 25 km x 25 km). NEX-GDDP məlumat bazası, elmi ictimaiyyətə iqlim dəyişikliklərini barədə yerli və regional miqyasda araşdırma aparmaqda kömək etmək və ayrı-ayrı qəsəbələrin, şəhərlərin və su hövzələrinin məkan miqyasında mümkün gələcək global iqlim nümunələri barədə ictimaiyyətin anlayışını artırmaq üçün təqdim edilmişdir. https://cds.nccs.nasa.gov/nex-gddp/
İqlim Proqnozu Sistemin yenidən araşdırılması üzrə iqlim məlumatı (CFSR)	Ətraf Mühitin Proqnozlaşdırılması üzrə Milli Mərkəzlər (NCEP) İqlim Proqnoz Sisteminin Yenidən Analizi (CFSR) global, yüksək çözümlülük, birləşmiş atmosfer-okean-quru səthi-dəniz buz sistemi olaraq həmin birləşdirilmiş sahələrin vəziyyətlərini bu dövr ərzində yüksək səviyyədə qiymətləndirmə üçün hazırlanmış və icra edilmişdir. Mövcud CFSR gələcəkdə operativ, real vaxtı əks etdirən məhsul olaraq təkmilləşdiriləcəkdir. Veb sahifə müəyyən bir yer və müddət üçün gündəlik CFSR məlumatlarını (yağıntı, külək, nisbi rütubət və günəş) CSV və ya SWAT formatında yükləməyinizə imkan verir. https://globalweather.tamu.edu/

4.1.4 Torpaq istifadəsi

Torpaqdan istifadə məlumatları axım əmsalları əldə etmək üçün lazımdır və hidroloji və ya hidravlik modellər üçün tələb olunur. Dünyada mövcud olan torpaq istifadəsi məlumatları peyk müşahidələrindən qaynaqlanır və heyrləndirici məkan çözümlülüyünə malikdir. Torpaq istifadəsi buz və qarı da əhatə edir.

ESA	Avropa Kosmik Agentliyi (ESA) geniş məlumatlar toplusu təqdim edir. Veb sahifə müxtəlif mövzularda axtarış aparmaq üçün filtr tətbiq etməyə imkan verir https://earth.esa.int/web/guest/home
USGS Torpaq örtüyü İnstitutu	Bu sahifə torpaq istifadəsi məlumatları baxımından nələrin mövcud olduğunu görmək üçün yaxşı bir başlanğıc nöqtəsidir. İstifadəçi qitələrə görə təsnif edilmiş yükləmə üçün məlumatları seçə bilər. https://landcover.usgs.gov/landcoverdata.php

USGS	0.5 km MODIS əsaslı Qlobal Torpaq Örtüyü Klimatologiyası Bu məlumatlar torpaq örtüyünün növünü təsvir edir və Kolleksiya 5.1 MCD12Q1 torpaq örtüyü növü məlumatlarının 10 ilinə (2001-2010) əsaslanır. Xəritə, hər bir piksel üçün, Broxton et al., 2014-də təsvir olunduğu kimi 2001-2010-cu illərdən etibarən ən yüksək etibarlılığı olan torpaq örtüyü təsnifatını seçməklə yaradılmışdır. Verilən məlumatlar MODIS sinusoid şəbəkəsindən adi enlik-uzunluq şəbəkəsinə yenidən çevrilmişdir və xəritədə (15 arc saniyə çözümlülüyünə uyğun) 43200x86400 piksel var.
------	--

<http://gisgeography.com/free-global-land-cover-land-use-data/> sahifəsi mövcud olan və hansı məlumatların gözlənilməsi barədə ümumi məlumat verir.

4.1.5 Torpaq

ƏKKT Torpaq Portalı, dünya səviyyəsində torpaq məlumatlarının mövcud regional və milli yenilənmələrini (SOTER, ESD, Çinin Torpaq Xəritəsi, WISE) özündə birləşdirən 15 000-dən çox müxtəlif torpaq xəritəsi vahidləri ilə 30 qövslü ikinci raster məlumat bazasında Uyğunlaşmış Dünya Torpaq Məlumat Bazasını təqdim edir. Bura 1: 5 000 000 miqyas çərçivəsində ƏKKT-UNESCO Dünyanın Torpaq Xəritəsi (ƏKKT, 1971-1981) barədə məlumat da daxildir.

Nəticə verən raster məlumat bazası uyğunlaşdırılmış torpaq mülkiyyət məlumatları ilə bağlı 21600 sətir və 43200 sütundan ibarətdir. Standartlaşdırılmış strukturun istifadəsi təyinedici məlumatların raster xəritə ilə əlaqələndirilməsinə, torpaq vahidləri və seçilmiş torpaq parametrlərinin səciyyələri baxımından tərkibi göstərmək və ya araşdırmaq imkanı verir (üzvi Karbon, pH, su saxlama tutumu, torpağın dərinliyi, torpağın və gil fraksiyasının kation mübadilə qabiliyyəti, ümumi mübadilə edilə bilən qida maddələri, əhəng və gips tərkibi, natrium mübadiləsi faizi, duzluluq, tekstura sinifi və qranulometriya) (Mənbə: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/harmonized-world-soil-database-v12/en/>)

Buna baxmayaraq, həlmlülük kiçik hövzələr üçün ehtiyacları təmin etmir. Beləliklə, torpaq məlumatları yerində toplanmalı və ya kənd təsərrüfatı mütəxəssisləri tərəfindən dəstəklənən təcrübə əsasında hesablanmalıdır.

4.1.6 Peyk görüntüləri

Peyk şəkillərinin faydası danılmazdır, çünki, onlar adətən ən son məlumatı əks etdirir və yüksək məkan həlmlülüyünə malikdirlər. GIS tətbiqində istifadə edilmələri üçün bu görüntülər uyğunlaşdırılma prosesindən keçməlidir.

ESA Sentinel missiyası	https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home sahifəsi Sentinels Elmi Məlumat Mərkəzi, Avropa Kosmik Agentliyinin Sentinel peyk məlumatları üçün rəsmi yükləmə mərkəzidir. ESA stansiyasının peykləri Landsat-a layiqli alternativdir. Bu sahifə sentinel peyk məlumatlarının necə yüklənməsi barədə ətraflı məlumat verir. http://gisgeography.com/how-to-download-sentinel-satellite-data/
------------------------	--

<http://gisgeography.com/free-satellite-imagery-data-list/> sahifəsi hansı məlumatların mövcud olduğunu və onlara necə daxil olunması barədə məlumat verir.

Peyk şəkilləri yükləndikdən sonra gələn növbəti addım görüntü təsnifatıdır. Əvvəlcədən təsnif edilmiş mənbələr istifadə edildiyi halda təsnifat aparılmır. Görüntü təsnifatı torpaq örtüyü siniflərinin piksellərə, məsələn, meşə, şəhər, kənd təsərrüfatı və digər siniflərə bölünməsi prosesidir.

<http://gisgeography.com/free-global-land-cover-land-use-data/> görüntü təsnifatı barədə ətraflı məlumat verir.

QGIS imkanları proqram əlavələri ilə genişləndirilə bilər. Müxtəlif məqsədlər üçün geniş sayda pulsuz əlavələr mövcuddur. Görüntü təsnifatına dəstəkləyən əlavə buradan əldə edilə bilər:

<https://plugins.qgis.org/plugins/SemiAutomaticClassificationPlugin/> və ya <https://fromgistors.blogspot.com/p/semi-automatic-classification-plugin.html>.

4.1.7 Eroziyanın hesablanması

Aşağıda eroziyanın hesablanmasına dair məlumat mənbələri verilmişdir:

LUCAS Topsoil	https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/lucas-2009-topsoil-data
Avropa Torpaq Məlumat Bazası	https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/european-soil-database-v20-vector-and-attribute-data
Lucas Yer Müşahidələri	https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/external/lucas-earth-observations-2012
Avropa Miqyasında Yağıntı Eroziyası Məlumat Bazası (REDES)	https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/rainfall-erosivity-database-european-scale-redes-product-high-temporal-resolution-rainfall
CORINE Torpaq Örtüyü 2006	http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover
COPERNICUS Uzaqdan Hissetmə	http://www.copernicus.eu/
EUROSTAT (Məhsullar, əkinlər, Bitki qalıqları, örtük məhsulları barədə statistika)	http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agricultural_environmental_indicator_-_tillage_practices
Kənd Təsərrüfatı Mühitinin yaxşı şəraiti (GAEC)	https://www.gov.uk/guidance/standards-of-good-agricultural-and-environmental-condition

Tacikistan üçün ətraflı məlumatların mövcud olmaması səbəbindən bu mənbələr əlavə məlumat verə bilər.

4.2 Özün məlumat idarəçisi ol

Adətən, informasiya və verilən məlumatlar kifayət qədər olmur, xüsusilə kiçik çay qolları barədə etibarlı məlumatlar olmur. Könüllü olaraq müşahidələr aparmaq və su toplanma sahəsinin hidroloji davranışını öyrənmək və anlamaq yaxşı olardı. Beləliklə, hidrometeorologiya ilə əlaqədar qeydlərin strukturlaşdırılmış şəkildə aparılması təbii proseslər barədə məlumatlılığı artırır və eyni zamanda mühəndislərə, icmalara, agentliklərə və daşqın idarəçilərinə məlumat boşluqlarını yaxşılaşdırmaqda kömək edə bilər.

Son zamanlar kameralar, GPS və hər cür nisbətən faydalı tətbiqlər ilə təchiz olunmuş mobil telefonlarla müşahidələr aparmaq olduqca asandır. Burada təşviq olunan müşahidələr Ümumdünya Meteorologiya Təşkilatının standartlarına uyğun gəlməyə bilər, lakin, buna baxmayaraq yenə də dəyərli məlumatlar verə bilər və tamamilə müşahidə olunmayan ərazilərin hidrometeoroloji davranışına aydınlıq gətirə bilər.

Yağıntı:

Yağışların miqdarının ölçülməsi barədə təlimat ƏKKT-də verilmişdir (1989). Lakin, yağış ölçən cihazdan istifadə etmədən belə, yağışın intensivliyi ilə bağlı izahatlarla qeydlər aparmaq çox faydalıdır. Sadə yağış müşahidələri üçün nümunə cədvəl aşağıda verilmişdir:

Cədvəl 8: Yağışların müşahidəsi üçün nümunə

Yağış		Qeydlər	Məntəqə	Müşahidəçi	Yağıntı miqdarı
Başlama	Bitmə				
14 Mart 2018 07:30	14 Mart 2018 12:00	Saat 10:00 və 10:30 aralığında intensiv yağış, vaxtın qalan hissəsində az intensivlik	Məntəqənin koordinatları, məsələn mobil telefonun GPS-i ilə	Müşahidəçinin adı, mobil telefon nömrəsi və ünvanı	Nəticə: 8 litr/m ² -dən çox olmayaraq (əgər təqribi hesablama qiyməti verilə bilirsə)

Qar:

Qar miqdarının ölçülməsi vacibdir. Qar miqdarını ölçməyin ən sadə yolu xətkəş ilə ağ lövhə istifadə edilməsidir. Lövhə bayraqlar ilə təchiz olunmalıdır ki, qar yağandan sonra onu tapmaq asan olsun. Ağ rənglər ərimədən qorunmaq üçün tünd rənglərə nisbətən daha yaxşıdır, çünki tünd rənglər radiasiyanı daha çox alır. Qar lövhədə olduqdan sonra qarın dərinliyini əldə etmək üçün xətkəşdən istifadə edilə bilər (nə qədər uzun olarsa daha yaxşıdır). Lövhə nisbətən isti və qar sürüşməsinə səbəb ola biləcəyi üçün binalardan və ya digər obyektlərdən uzaq olmalıdır.



Mənbə: <https://www.theweathernetwork.com/us/news/articles/measuring-snowfall-is-not-as-simple-as-it-may-seem/75819>

Göründüyü kimi bu metodla yalnız qarın dərinliyini əldə etmək olur və bu da qarın su ekvivalentinə uyğun olmur. Su ekvivalentini əldə etmək üçün, qar əriməli və əldə olunan su miqdarı qeyd edilməlidir. Gündə bir dəfə müşahidə kifayətdir.

Cədvəl 9: Qar müşahidələri üçün nümunə

Müşahidə vaxtı	Qeydlər	Məntəqə	Müşahidəçi	Qarın dərinliyi	Şəkil
14 Mart 2018 08:52	Qar davam edir, temperatur < 0°C	Məntəqənin koordinatları, məsələn mobil telefonun GPS- i ilə	Müşahidəçinin adı, mobil telefon nömrəsi və ünvanı	Rəqəm mm ilə	Lövə ilə birgə sahənin şəkli

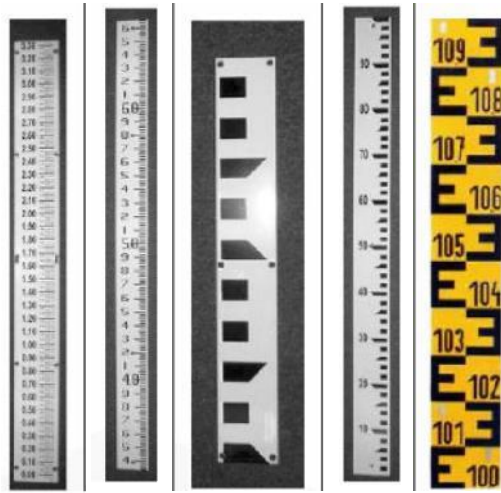
Su səviyyəsi:

Su səviyyəsinin müşahidələri yağıntını axımla əlaqələndirmək məqsədilə və ya daşqın səviyyəsi ilə təsirə məruz qalmış ərazi maraq dairəsində olduqda əhəmiyyətlidir. Su səviyyəsinin qeydiyyatı suyun içində və ya çay sahilində olan dəyişilməyə məruz qalmayan hərəkətsiz istinad nöqtəsi tələb edir. Bu istinad nöqtəsi körpü sütunu, qala, möhkəm strukturlu obyekt, və s. ola bilər.



Su səviyyəsini ölçmək üçün adətən şkaladan istifadə olunur. Şkala uzun xətkəş olaraq suyun içində yerləşdirilir və su səthinin səviyyəsini və ya müəyyən müddət ərzində səviyyənin enib və ya qalxmalarını təyin etmək üçün istifadə edilir. Şkala suyun içində bərkidilə və ya material olmadığı təqdirdə möhkəm bir obyekt üzərində çəkilə bilər.

Şəkil: (USACE, 2016)



Şəkilə şkala kimi istifadə oluna biləcək bir neçə rəqəmli lövhə göstərilmişdir. Rəqəmli lövhələr olmadığı halda, adi reyka və markerlə şkala düzəltmək olar. Metrədən istifadə edərək ölçü vahidlərini reykada qeyd edin

Şəkil: (USACE, 2016)

Şkalanın yerini dəyişdirmək, daşqın hadisəsi zamanı üzərinin örtülməməsi, qalıq sülardan təsirlənməməsi və oxunmasının əlverişli olması üçün vacibdir. Müşahidəçi göstəricilərin qeydiyyatını aparan zaman təhlükəli vəziyyətə düşməmək üçün heç vaxt risk etməməlidir. Xüsusilə sürətli axan su və qeyri-sabit çay sahillərində sel hadisələri zamanı sahilə çox yaxın olmaq məsləhət görülmür. Uzaqdan qeydiyyat aparmaq məqsədilə nömrələr və işarələr kifayət qədər böyük və rəngli olmalıdır. Cib telefonunuzun kamerasının böyütmə funksiyasından istifadə edin.



Cənubi Tayland, 2013

Şkala üçün körpü sütunundan istifadə yalnız sel hadisəsi zamanı şkalanın görüldüyü yer sabit qaldıqda əhəmiyyətli ola bilər. Yuxarıdakı şəkil körpünün altındakı sahilin tədricən yuyulması ilə üzərində sütun olan şkalaya yaxınlaşmağın mümkün olmadığını göstərir.

Cədvəl 10: Su səviyyəsi müşahidələri üçün nümunə

Müşahidə vaxtı	Qeydlər	Məntəqə	Müşahidəçi	Su səviyyəsi	Şəkil
14 Mart 2018 08:52	Su səviyyəsi qalxmaqdadır, 2 dəq ərzində təqribən 5 sm artım	Məntəqənin koordinatları, məsələn mobil telefonun GPS-i ilə	Müşahidəçinin adı, mobil telefon nömrəsi və ünvanı	Rəqəm	Şkala ilə birgə sahənin şəkli

Qeydlərin aparılması

Toplanan məlumatlar yerində saxlanıla və ya sosial media vasitəsi ilə paylaşıla bilər. Sosial media tərəfindən dəstəklənən daşqın monitorinqinin yeni bir yolu izdiham mənbəyidir. Mövcud xəbər lentlərinin internetdə real vaxt rejimində müəyyən mövzularla bağlı davamlı olaraq izlənilirdiyi sosial medianın meydana gəlməsi izdiham mənbəyinin yaradılmasına səbəb olmuşdur.

Pulsuz mövcud olan Avropa Media Monitor (EMM) sistemi əsasən vətəni və sosial media üçün tam avtomatik bir sistemdir. Bu sistem gün ərzində təqribən 300000 xəbər məqaləsini 70-ə qədər dildə dünya boyu xəbər portallarından toplayaraq məcmu yaradır.

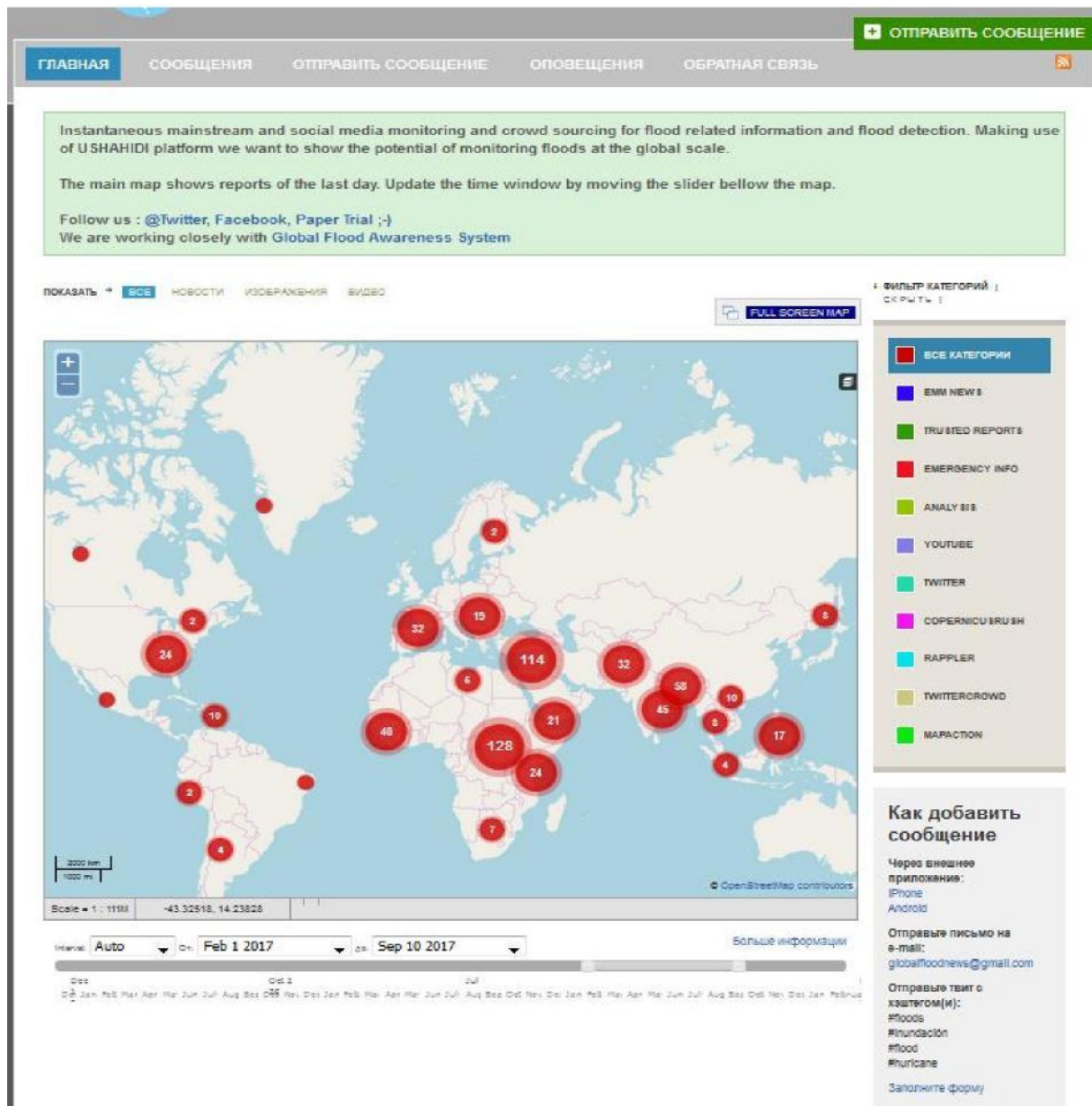
EMM, Qlobal Fəlakət Xəbərdarlığı və Koordinasiya Sistemi (GDACS) də daxil olmaqla bir sıra tətbiqlərin arxasında xəbər toplama mühərrikidir. EMM canlı şəbəkəni, yəni veb sahifənin, xəbər saytları, müzakirə saytları və nəşrlər kimi dəyişən məzmunu olan hissələrini izləyir. Bu, Avropa Komissiyasının Birgə Araşdırma Mərkəzi (JRC) tərəfindən hazırlanmışdır və bu mərkəz tərəfindən idarə olunur.

<http://emm.newsbrief.eu/emmMap/?type=category&language=&category=Flooding>).

Qlobal Daşqın Xəbərləri xüsusilə daşqınlarla bağlı ümumi və sosial medianı izləyir. Bu mərkəz həmçinin daşqınla əlaqəli və daşqınların aşkarlanması üçün geniş məlumat toplayır. Qlobal Daşqın Xəbərləri, daşqın hadisələri üzrə sosial medianın analizi üçün prototip üzərində çalışan Qlobal Daşqın Məlumatlandırma Sistemi (GloFAS) ilə sıx işləyir.

<http://www.globalfloodsystem.com>

Hər iki platformada rus dili seçimi var və fotosəkillər də daxil olmaqla hesabatların necə yüklənməli olduğunu ətraflı məlumatlarla izah edir.



4.3 Məlumatın etibarlılığı

Məlumatlarda həmişə qeyri-müəyyənlik olur və hətta ən yaxşı müşahidələr belə həmişə 100% dəqiq deyildir. Yağışların ölçülməsinin dəqiqliyi əsasən küləkdən, ölçü şkalasının hündürlüyündən və açıqda qalmaqdan təsirlənir. Külək və açıqda qalma kimi faktorlardan qaynaqlanan səhvlər çox böyük, hətta 50 faizdən çox ola bilər. Yağışların toplanması şkala hündürlüyünün funksiyasıdır, yer nə qədər açıq olarsa, hündürlüklə toplanma fərqi daha yüksək olacaq (ƏKKT, 1989). Axıntı hesablanmaları da dəqiq deyil və ± 20 ilə 50% arası göstəricilər ümumi qəbul olunan dəqiqlik diapazonudur.

Bu, nəzərə alınmalıdır ki, məlumat heç zaman 100% dəqiq olmur və beləliklə düstur və nəticələrin izah olunması vacibdir. Bu o deməkdir ki, həssaslıq təhlili aparmaq və rəqəmlərin nə zaman daha yüksək və ya daha aşağı olacağını yoxlamaq məsləhətdir.

Aşağıdakı siyahıda parametrlər gözlənilən qeyri-müəyyənlik və hesablama metodlarına əsasən sıralanmışdır. Siyahının altındakı bəndlər səhvlərə daha çox meyllidir və düsturlar az etibarlıdır.

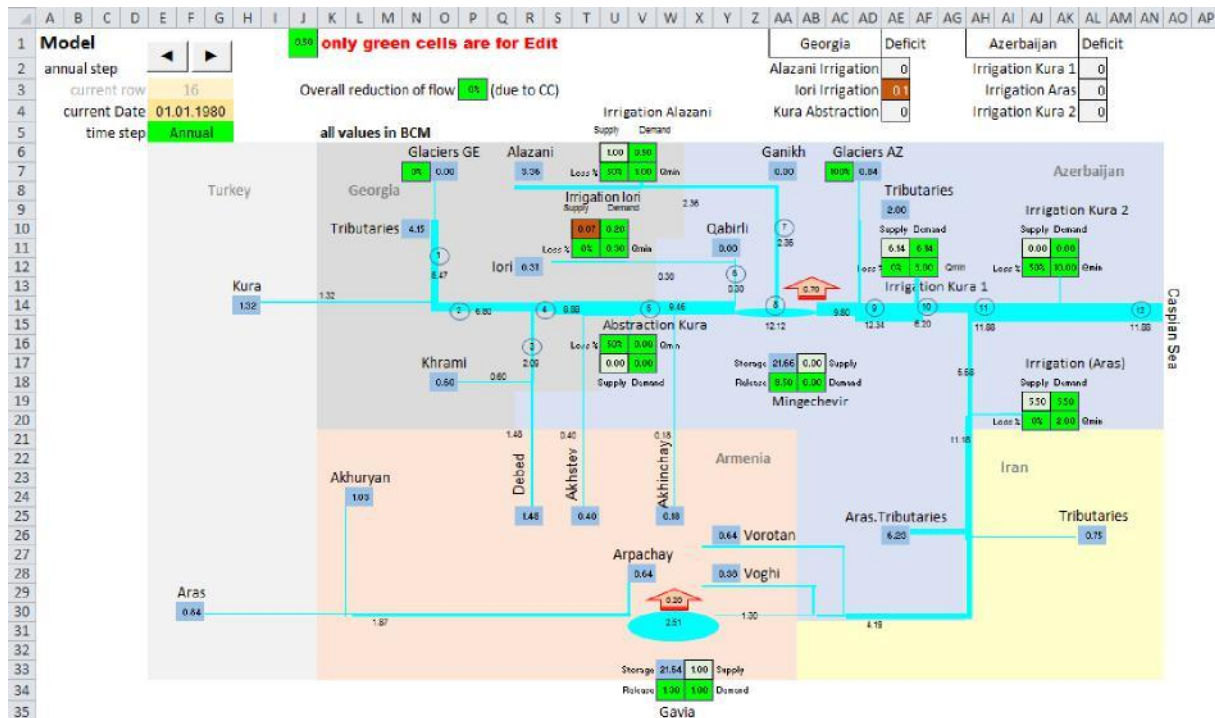
- Yağıntı
- Axıntılar
- Qar
- Gətirmələr
- Erroziya

5 MODELƏŞDİRMƏ

5.1 Su Balansı Modelləşdirilməsi (Excel)

Təlimin bu bölməsi Cədvəl 1-də verilmiş təlim materialının ümumi quruluşundakı 4 №-ə aiddir.

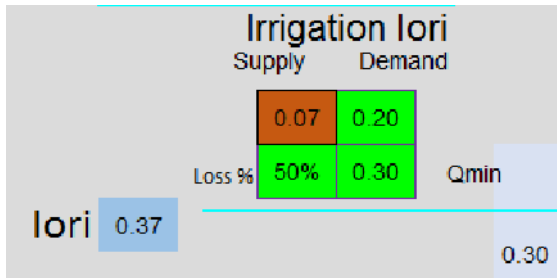
Müxtəlif mənbələrdən alınan məlumatlar əsasında Kür çayı hövzəsi üçün sadə su balansı modeli hazırlanmışdır. Göstəricilər tamamilə düzgün və 100% etibarlı olmaya bilər, lakin model əsas su istifadəçiləri, və gələcəkdə gözlənilən su istifadəçiləri ilə qalan axımlar arasındakı qarşılıqlı əlaqələrə aydınlıq gətirir. Hidroloji proseslərin necə sadələşdirilməsi barədə göstərişlər Excel ilə modelləşdirilmişdir.



Şəkil 14: Sadələşdirilmiş su balansı modelinə baxış

Bu model, 4 fərqli müşahidə nöqtəsindən, yəni Tbilisi, Novruzlu, Zərdab və Surra-dan alınan illik məlumatlarla idarə olunur. (UNECE, 2016). Məlumatlar 1975-ci ildən 2010-cu ilədək olan dövrü əhatə edir. Bütün qollar üçün vaxt ardıcılıqları əldə etmək məqsədilə hər bir qol ilə 4 müşahidə nöqtəsindən biri arasında əlaqələr yaratmaq üçün 22 qoldan orta illik axım göstəriciləri götürülmüşdür (UNECE, 2016). Belə etməklə, bütün qollar üçün axım vaxt ardıcılıqları əldə etmək mümkün olmuşdur və beləliklə, Kür və ya Araz çayında axım nəticələri müşahidə olunan göstəricilərə uyğundur.

Model, istifadəçilərə su tələbatını, itkiləri, 8 suayırıcı məntəqədə minimum axımı və buzlaqların əlavə təsirini redaktə etmək məqsədilə hazırlanmışdır. Model axımı qovşaqdan qovşağa paylayır və çay sahəsinin sıxlığını axıma mütənasib olaraq uyğunlaşdıraraq axınının həcmi göstərir. Mümkün olan istifadəçi müdaxiləsi lori suvarma mənimlənmə məntəqəsində göstərilmişdir.



Lori, 0.37 milyard m³ su ötürür. Lori-də minimum tələb olunan axım 0.3 milyard m³ verilmişdir. Su mənimsənilməsi üçün qalan miqdar 0.07 milyard m³-dir. 50% itki nəzərə alınmaqla 0,2 milyard m³ su tələbi ilə müqayisədə faktiki su təchizatı 0.035 m³ təşkil edir.

Şəkil 15: Nümunə su mənimsənilməsi məntəqəsi.

İtkini nəzərə alaraq mənimsənilmə təchizatı barədə xülasə səhifənin yuxarisında verilmişdir.

Georgia	Deficit	Azerbaijan	Deficit
Alazani Irrigation	0	Irrigation Kura 1	4.3
Lori Irrigation	0	Irrigation Aras	0.2
Kura Abstraction	0	Irrigation Kura 2	0

Şəkil 16: Bütün su mənimsəmə məntəqələri üçün su çatışmamazlığının xülasəsi.

Buzlaqların təsirini dəyişdirmək maraqlı ola bilər. Bunu etmək üçün buzlaqlardan olan axım əmsali redaktə edilə bilər. 0 (buzlaqlardan olmayan su) ilə 1 (mövcud vəziyyət) arasında olan bir dəyər daxil edilə bilər.

Axım azalması kimi qlobal amil seçilə bilər. Bu, çay axınının və su mənimsənilməsinin həssaslığını müəyyən etməyə kömək edir.

İki su anbarı daxil edilmişdir: Mingəçevir və Gavia. Su anbarı su mənimsənilməsi nöqtəsinə bənzər bir tələb, mənsəbə doğru axım və səthdən buxarlanma itkisini təmsil edən buraxılma ilə təmsil olunur. Saxlanma və təchizat girişi və parametrlərdən istifadə etməklə hesablanır.

Ümumiyyətlə, mənsəb axını suyun mənimsənilməsinə nisbətən daha yüksək əhəmiyyətə malikdir. Başqa sözlə, mənsəbə doğru su axınının tələbləri, su mənimsənilməsi nəzərə alınmadan əvvəl yerinə yetirilir.

Model mərhələli rejimdə işləyir, və hər dəfə yalnız bir mərhələ görünür. Hər hansı müddət ərzində simulyasiya etmək mümkün deyil. Buna baxmayaraq, orta dəyərləri göstərən axım və təchizat statistikası təqdim olunur.

Statistik məlumatlar, axımın azalmasına və ya mənbədə su mənimsənilməsinin artması ilə əlaqədar su təchizatının azalmasına səbəb olan təsiri və ya buzlaqların paylanması qarşısının alınmasından və ya azaldılmasından qaynaqlanan təsirləri aşkar edir.

Excel əsaslı su balans modelini tanıqlıql məqsədilə vaxt keçirmək çay hövzəsi üzrə model tətbiqi üçün yaxşı təcrübə ola bilər.

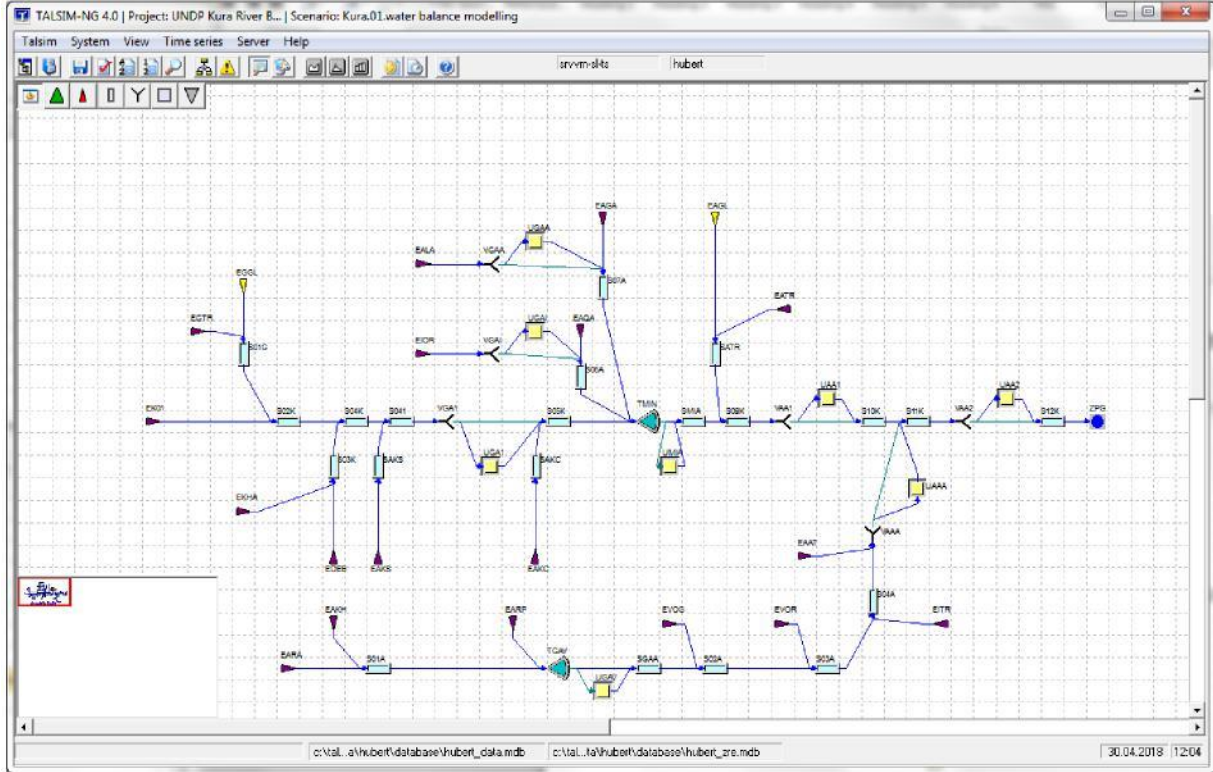
5.2 Su Balansı Modelləşdirilməsi (Talsim-NG)

Təlimin bu bölümü Cədvəl 1-də verilmiş ümumi təlim materialı tərtibinin 5-ci hissəsinə aiddir.

Excel programındakı su balans modelindən sonra mürəkkəblik cəhətdən növbəti səviyyə hidroloji modelin istifadə edilməsidir. SYDRO tərəfindən hazırlanmış Talsim-NG tətbiqindən istifadə etmək tövsiyyə olunur. Bu program paketi pulsuz əldə edilə bilər. Bir çox digər hidroloji modellərdən fərqli olaraq, Talsim-NG-nin böyük üstünlüyü ondan ibarətdir ki, bu modeldə miqyas dəyişmə funksiyası vardır, belə ki, yeni məlumatlar ortaya çıxdıqca detalların səviyyəsi mərhələli şəkildə artırıla bilər və hətta elementar məlumat toplusu ilə də tətbiq edilə bilər.

Talsim – NG proqramında hazırlanmış su balansı modeli Excel modelinə bənzəyir. Excel proqramından fərqi ondan ibarətdir ki, su anbarları daha çox funksionallığa malikdir və Talsim-NG proqramında daha real funksiyalar təqdim edir.

Bundan əlavə, hər bir model elementi Talsim-NG modelinin bir çox xüsusiyyətlərindən istifadə etməklə təkmilləşdirilə bilər. Axın vaxt aralıqları nöqtəyi nəzərdən model stressi Excel-də istifadə olunanlarla eynidir. Vaxt mərhələləri dəyişkəndir və öncədən 5 günlük təyin olunur. Talsim-NG-nin bu rahatlığı istifadəçilərə imkan verir ki, mövcud giriş vaxt aralıqlarından tamamilə asılı olmayan istənilən vaxt mərhələsini tətbiiq etsinlər.



Şəkil 17: Talsim-NG proqramı ilə Kür Çayı Hövzəsinin axım şəbəkəsi

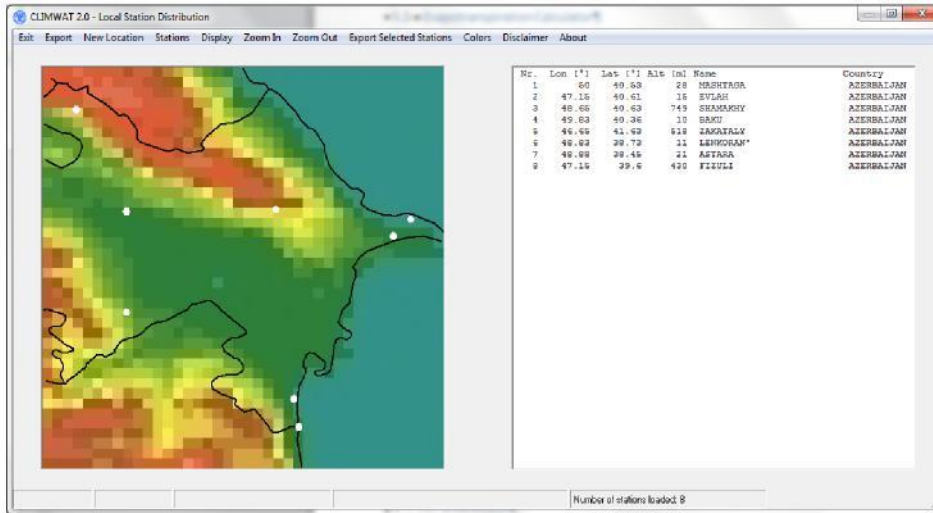
5.3 Buxarlanma transpirasiyası kalkulyatoru

Təlimin bu bölümü Cədvəl 1-də verilmiş ümumi təlim materialı tərtibinin 6-cı hissəsinə aiddir.

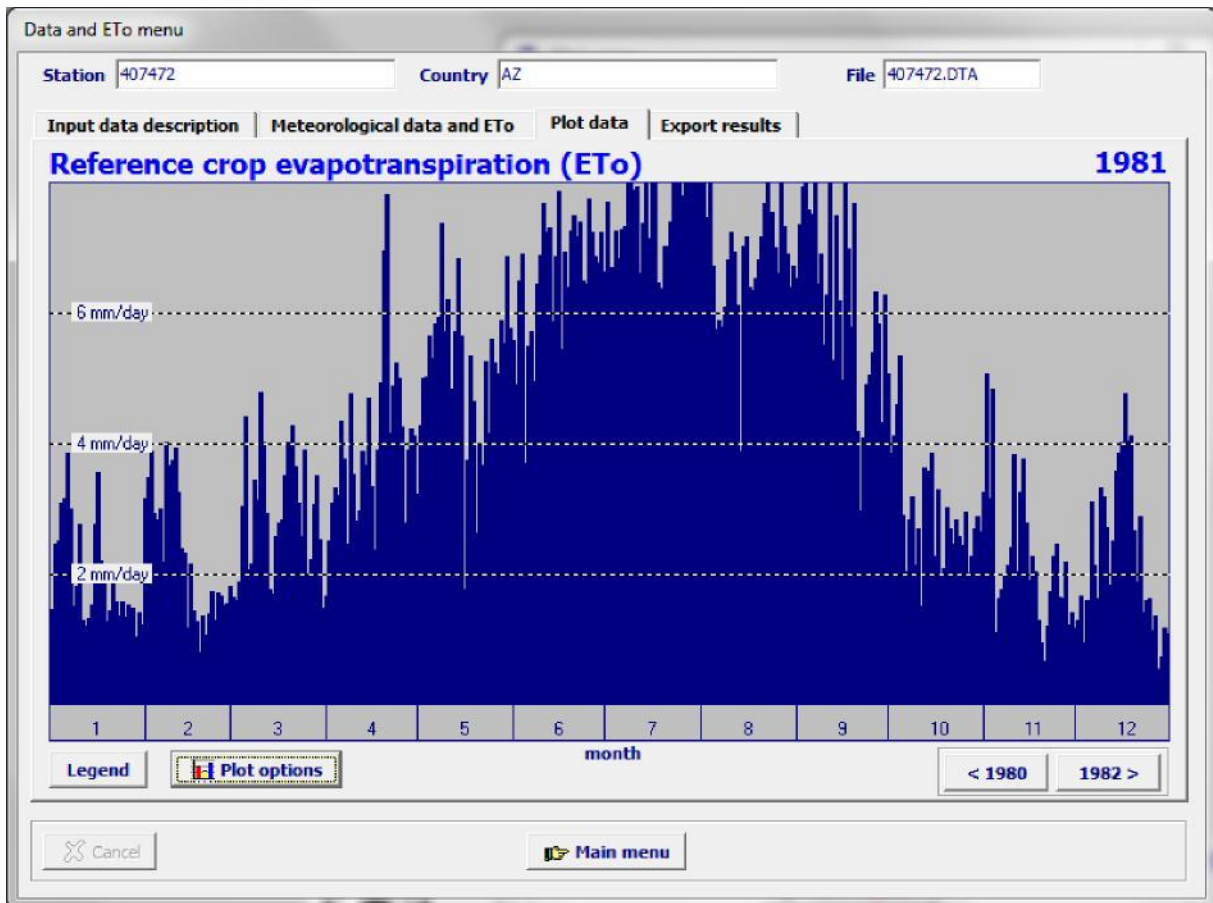
Buxarlanma transpirasiyasının hesablanması su ehtiyatlarının planlaşdırılması üçün vacib şərtidir və təkcə suvarma üçün əhəmiyyətli deyil. Belə ki, ƏKKT tərəfindən EToCalculator təqdim ediləcəkdir. Tətbiq, ƏKKT tərəfindən təqdim olunan CLIMWAT aləti ilə mükəmməl şəkildə işləyərək, Gürcüstan istisna olmaqla dünyanın hər yerindən iqlim vaxt ardıcılıqlarını təchiz edir.

CLIMWAT-da sadalanan stansiyalar götürülərək EToCalculator-a daxil edilə bilər. Bundan əlavə, EToCalculator üçün iqlim vaxtı ardıcılıqlarının giriş formatı çox sadədir və Excel və ya digər alətlərdə asanlıqla yenidən əldə edilə bilər.

Both CLIMWAT and EToCalculator do not have a help file but are rather self-explicable. Standard language is English but it could be possible that FAO offers even Russian as install version. CLIMWAT və EToCalculator proqramlarının heç birində köməkçi fayl yoxdur, lakin öz-özünü açıq şəkildə izah edə bilər. Standart dil ingilis dilidir, lakin ƏKKT-nin proqramın quraşdırılma dilini rus dilində də təqdim etmək ehtimalı var.



Şəkil 18: İqlim vaxt ardıcılığının geri əldə edilməsi üçün CLIMWAT (ƏKKT) aləti. Azərbaycanlı stansiya üçün hesablamaların nəticəsi .

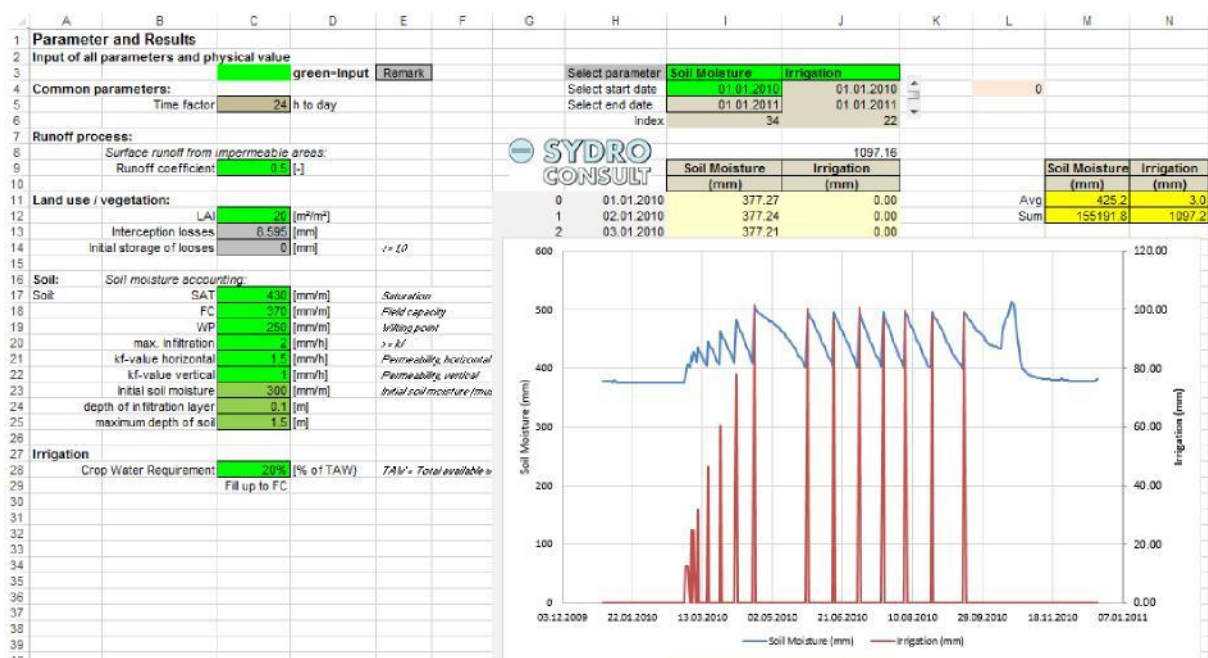


Şəkil 19: Buxarlanma transpirasiyasının hesablanmış gündəlik vaxt ardıcılıqları ilə EToCalculator aləti

5.4 İrriqasiya kalkulyatoru (Excel)

Təlimin bu bölümü Cədvəl 1-də verilmiş ümumi təlim materialı tərtibinin 7-ci hissəsinə aiddir.

Suvarma tələbləri və onun itkilərlə əlaqəsi bu təlim modulunda təqdim olunur. Bu mövzu, şübhəsiz ki, səhmdarlar üçün yeni deyil. Buna baxmayaraq, sonrakı modulda daha mürəkkəb suvarma hesablamaları üçün hazırlıq məşğələsi kimi təqdim olunur.



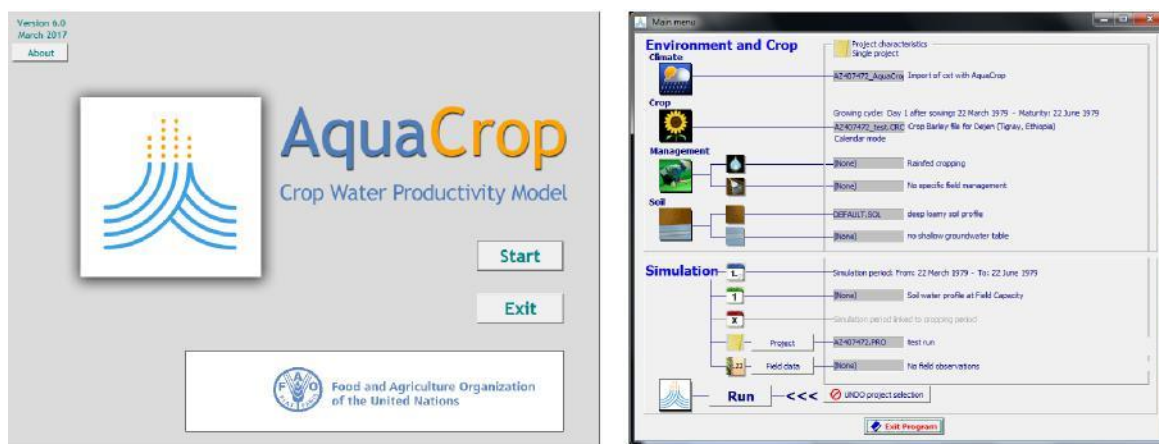
Şəkil 20: Torpaq nəmliyini nəzərə alınan suvarma üçün Excel əsaslı təlim modulu

Bu modulun məqsədi sadə torpaq nəmliyi hesablanması və hesablanmanın Excel-də necə tərtib edilməsinə yönəlmişdir. Sadə hesablama qaydası daha mürəkkəb alqoritm və parametrləri anlamağa yardım edir. Excel məşğələsi aparılmazdan əvvəl mövzu və torpaq nəmliyinin hesablanması prezentasiya vasitəsilə təqdim edilir.

5.5 İrriqasiya su idarəçiliyi və su qıtlığı

Təlimin bu bölümü Cədvəl 1-də verilmiş ümumi təlim materialı tərtibinin 8-ci hissəsinə aiddir.

AquaCrop müxtəlif iqlim şəraitlərində suvarma planlamasını, torpaq, məhsul növləri, tarla idarəetmə texnikalarının qarşılıqlı əlaqəsini dəyərləndirmək üçün ən mükəmməl vasitədir.



Şəkil 21: İrriqasiya idarəçiliyi üçün ƏKKT AquaCrop

AquaCrop detallarının sayı həddən artıq genişdir və buna görə də proqram dəstinin təqdim etdiyi bütün AquaCrop xüsusiyyətlərini təmin etmək mümkün deyil. AquaCrop-un təqdim edilməsində əsas məqsəd investorlara pulsuz olan həm də potensial yaratmaq və təlim məqsədilə istifadə olunan alətlərə sərmayə qoymasına imkan vermək və təşviq etməkdir. Bundan əlavə, alətlər müşahidə edilməli olan parametrləri aşkar edir.

AquaCrop qısa prezentaia ilə təqdim edilir.

ƏKKT tərəfindən təqdim edilən digər bir vasitə CropWat-dır. CropWat daha az intuitivdir və daha az xüsusiyyətlərə malikdir, lakin, rus dilində olması onun üstünlüyüdür. Hər ikisinə malik olmaq suvarma ilə məşğul olanlar üçün, xüsusən də Azərbaycan Meliorasiya və Su Ehtiyatları üçün mütləq şəkildə faydalı olacaqdır.

AquaCrop və CropWat sənədlərlə yaxşı təchiz olunmuşdur. Xüsusilə AquaCrop proqramı öz xüsusiyyətlərini anlaşılan bir dildə izah edən və müxtəlif mövzularla bağlı bir sıra təlimat sənədlərinə malikdir.

5.6 İrriqasiya su idarəçiliyi və su qıtlığı

Su paylama şəbəkəsinin modelləşdirilməsi, qurulması və itkiyə nəzarət tətbiqi üçün ən yaxşı vasitə EPANET-dir. EPANET içməli su paylama boru sistemlərini modelləşdirən proqramdır. EPANET ictimai domeyndir və pulsuz götürülüb istifadə edilə bilər. EPANET, təzyiqli boru şəbəkələrində suyun hərəkət və keyfiyyət funksiyasını uzun müddətli simulyasiya edir. Boru şəbəkələri borulardan, qovşaqlardan (birləşmələrdən), nasoslardan, klapanlardan və saxlama çənləri və ya su anbarlarından ibarətdir. EPANET, hər bir boru içərisində suyun axınına, hər bir qovşaqda təzyiqə, hər bir çəndə suyun hündürlüyünə, simulyasiya dövründə şəbəkədəki kimyəvi tərkibin növünə, suyun köhnəliyinə və mənbə izinə nəzarət edir. EPANET-in əhatə dairəsi təlim modulunun əhatə dairəsindən çox böyükdür. EPANET ən müasir modelləşdirmə texnikasını təmsil edir və öz proqramlaşdırma alət dəsti sayəsində öz məqsədləri üçün miqyaslandırıla və hətta genişləndirilə də bilər. Başqa sözlə, su təchizatı şirkətləri bu aləti öz işlərinin tərkibinə, GIS mühitinə və bir çox şeylərə daxil edə bilər.

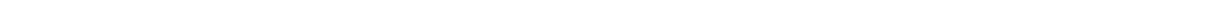
6 İSTİNADLAR

- ADRC. (2006). *Tacikistan. Ölkə Hesabatı*. Asiya Fəlakət Azaltma Mərkəzi.
- Arabitze, M. (2017). *EUWFD-yə uyğun olaraq milli su keyfiyyəti standartları və qaydalarında edilməsi lazım olan dəyişikliklər barədə hesabat*. Tbilisi: BMİP Kür II Layihəsi.
- Beldring, S. (2017). *Gürcüstanın axım xəritəsi*. Oslo: Norveç Su Resursları və Enerji Direktoratlığı, ISBN 978-82-410-1579-3.
- Bergmeister, K. S.-M. (2009). *Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren*. Ernst & Sohn, ISBN 978-3-433-02946-9.
- Bergmeister, K., Suda, J., Hübl, J., & Rudolf-Miklau, F. (2009, 4). *Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren*. Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG. doi:10.1002/9783433600283
- Bertle, F. (1966). *Axımlarda Yağış Sularının Qar yığılmasına Təsiri Effect on Snow Compaction on Runoff from Rain on Snow*. ABŞ Reklamasiya Bürosu, Mühəndislik Monoqrafı No. 35.
- Bühlmann, E., Wolfgramm, B., Maselli, D., Hurni, H., Sanginov, S., & Liniger, H. (2010). Tacikistanda torpaq qorunması planlaması üçün coğrafi məlumat sistemində əsaslanan qərar dəstəyi. *Torpaq və Su Mühafizəsi Cəmiyyəti. Torpaq və Su Mühafizəsi Jurnalı*, 65(3):151-159.
- Caritas. (2006). *Suların İdarə Edilməsi Tədqiqatı Çay Sahili Mühafizəsi Layihəsi və Risk Dialoqu II*. Caritas Luxembourg.
- Caritas. (2012). *Chukurak Sularının Aktivlik Planı*. Carits İsveçrə.
- CESVI. (2013). CESVI, Tacikistan: Təbii Resursların İdarə Edilməsi Kitabçası Yamacların qorunması və stabilləşdirilməsi üçün Torpaq Bio-Mühəndislik Texnikaları.
- CESVI. (2017). *Torpaq Bio-mühəndisliyi Texnikaları, Vərəqə 2, Kol Təbəqəsi*. CESVI, Tacikistan Təbii Resursların İdarəçiliyinin İnkişafı çərçivəsində Torpaq Deqradasiyasının Azalması və Səhralaşmanın Qarşısının Alınması.
- Chomakhidze, K. (2017). *Gürcüstanda içməli su istifadəsi üçün fiziki su təchizatı sisteminin qiymətləndirilməsi*. Tbilisi: BMİP, Kür II Layihəsi.
- Chomakhidze, K. (2017). *Protokollar, Kür II Layihəsində Dövlət Müçaviri – İçməli Su Təchizatı üzrə Ekspert GE*. Tbilisi: BMİP, Kür II Layihəsi.
- CISBCCI. (2018). Müstəqil Dövlətlər Birliyi - Banqladeş Ticarət və Sənaye Palatası. Mənbə: <http://cisbccci.org/azerbaijan/>
- DPHW. (2010). *Daşqınlara nəzarət strukturlarının tərtibatı üçün texniki standart və təlimatlar*. Texniki nüm., İctimai işlər və avtomobil yolları şöbəsi - Yaponiya Beynəlxalq Əməkdaşlıq Agentliyi.
- Dragičević, N., Karleuša, B., & Ožanić, N. (2016). Gavrilović metoduna baxış tətbiqatı. (Eroziya Potensialı metodu). *Građevinar*. doi:DOI: 10.14256/JCE.1602.2016
- Dragičević, N., Karleuša, B., & Ožanić, N. (2017). Eroziya Potensialı metodu (Gavrilović metodu) Həssaslıq Analizi. *Torpaq və Su Tədqiqatı*, 51-59. doi:10.17221/27/2016-SWR

- Dvořák, J., & Novák, L. (Eds.). (1994). *Torpaq Mühafizəsi və Ağacəkmə* (Cild. 23). Elsevier. doi:[https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)70068-0](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)70068-0)
- Dzneladze, M. (2017). *Gürcüstanda suyun rəşional istifadəsinə dair Milli Qiymətləndirmə qanunları, nizamnamələri və icra mexanizmləri*. Tbilisi: BMİP Kür II Layihəsi.
- Egis Bceom International. (2010). *Buraxılış 1 Sektor İnkişaf Planı*. ADB, Layihə Nömrəsi: 43556, Egis Bceom International GeoHydro Xidmətləri ilə birgə, şəhər su təchizatı və kanalizasiya sektoru strategiyası və Gürcüstan üçün tənzimləmə çərçivəsini inkişaf etdirməsi
- FAO. (1986). *Gully Nəzarəti*. ƏKKT su idarəçiliyi bölməsinə dair təlimatlardan götürülmüşdür: <http://www.fao.org/docrep/006/ad082e/AD082e00.htm#cont>
- FAO. (1989). İrriqasiya Su İdarəçiliyi: İrriqasiya Planlaşdırması - Əlavə 1: ƏKKT. Mənbə: <http://www.fao.org/docrep/t7202e/t7202e00.htm#Contents>
- FAO. (2017). *Aquastat Tacikistan*. Qlobal Su İnformasiya Sistemi, uzunmüddətli illik bərpa olunan su ehtiyatlarının (BSE) hesablanması ölkə üzrə (km³ / ildə, orta hesabla). Mənbə: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- FAO. (2017, 12 1). *Su ehtiyatlarının idarə olunması sahəsinə dair təlimatlar: Yamacların təmizlənməsi tədbirləri və praktikaları*. ƏKKT-nın Korporativ Sənədlər Arxivindən (Meşə Təsərrüfatı İdarəsi): <http://www.fao.org/docrep/006/ad083e/AD083e00.htm#cont>
- FAO. (2018). Aquastat. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>. Mənbə: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- FOEN. (2016).. *Kütləvi Hərəkət təhlükələrindən mühafizə - Sürüşmə, daşqın və dağ yamacından gətirmə axınlarının vahid təhlükə idarəçiliyi üçün Təlimat. Texniki nümayəndə.*, Federal Ətraf Mühit İdarəsi, Bern.
- Fonseca, R. L., Quintana, C. R., Megal, L. L., & Roth, A. (2007, 6). Gətirmələr əleyhinə Mühafizə Sistemləri. *Təhlükəsizlik və Mühafizə Mühəndisliyi {II}*. WIT Press. doi:10.2495/safe070081
- Gavrilovic, Z., Stefanovic, M., Milovanovic, I., Cotric, J., & Milojevic, M. (2008). Sel təsnifatı - Eroziv bölgələrin rəşional idarəçiliyinin əsası. *IOP Konfrans silsilələri: Yer Kürəsi və Ətraf Mühit Elmləri*, 4, 012039. Mənbə: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1307/4/1/012039>
- Georgia, G. o. (2018). Ətraf Mühitin Mühafizəsi və Kənd Təsərrüfatı Nazirliyinin Əsasnaməsi 6 Mart 2018 (112 nömrəli dövlət qərarı ilə təsdiq edilmişdir). Tbilisi: Gürcüstan Dövləti.
- GEOSTAT. (2017). *Gürcüstanın təbii ehtiyatları və ətraf mühitin mühafizəsi, 2016*. Tbilisi: Gürcüstanın Milli Statistika İdarəsi, Statistik Nəşr.
- Graf, F. (2017). *Heft 56, WSL Berichte ISSN 2296-3448*. Pflanzenwirkungen zum Schutz vor flachgründigen Rutschungen: WSL-Institut für Schnee und Lawinenforschung SLF and Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL.
- GRDC. (2017). *Ölkə üzrə statistika*. Mənbə:Qlobal Axım Məlumat Mərkəzi, Dünya Meteoroloji Təşkilatı (WMO), Alman Federal Hidrologiya İnstitutu tərəfindən aparılmışdır. Koblenz, Almaniya : http://www.bafg.de/GRDC/EN/Home/homepage_node.html
- GWP. (2015). *Maliyyə hesabatları, 31 dekabr 2015-ci il tarixində başa çatmış il üçün müstəqil auditorların hesabatı ilə*. Tbilisi: Gürcüstan Su və Elektrik MMC.

- Hannan, T., Leummens, H., & Matthews, M. (2013). *Masaüstü Tədqiqat – Hidrologiya*. Tbilisi, Bakı, Yerevan, 29 pp: BMİP / GEF Layihəsi Kür-Araz çayı hövzəsində transsərhəd deqradasiyanın azalması.
- Hübl, J. (2014, 9). Avstriyada gətirmələrin azaldılması qaydaları və strategiyaları.
- ICIMOD. (2012). *Daşqın Risklərinin İdarə Edilməsi üzrə Resurs Təlimatları*. . Katmandu, Nepal.: Birgə Dağ İnkişafı üzrə Beynəlxalq Mərkəz (ICIMOD). ISBN 978 92 9115 265 0 (çap edilmiş versiya), 978 92 9115 266 7 (electron versiya).
- IDI. (2004). *İnşaat Texnologiyası Transferinə dair Təlimatlar - İnkişaf etməkdə olan ölkələrdə dağın fəlakətlərinə qarşı xəbərdarlıq və evakuasiya sisteminin inkişafı*. Texn. nüm., Torpaq, İnfrastruktur və Nəqliyyat Nazirliyi; İnfrastruktur İnkişafı İnstitutu; Yaponiya
- Jakob, M., & Hungr, O. (2005). *Gətirmə axım təhlükələri və əlaqəli fenomenlər* (1 ed.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. doi:10.1007/b138657
- Jany, A., & Geitz, P. (2013). *Ingenieurbilogische Bauweisen an Fließgewässern, Teil 1 - Leitfaden für die Praxis*. Texn nüm., WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH, LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.
- Knauf, D. (1980). *Die Berechnung des Abflusses aus einer Schneedecke*. DVWK, Analyse und Berechnung oberirdischer Abflüsse. Band 46, Hamburg: Parey, 97–133.
- Llano, F. L. (1993). *Sellərə nəzarət və axın yatağının sabitləşməsi* (ƏKKT Torpaq və Su İnkişafı Silsiləsi ed.). Birləşmiş Millətlər Təşkilatının Ərzaq və Kənd Təsərrüfatı Təşkilatı.
- Maidment, D. (1998). *Hidrologiya barədə kitabça*. ISBN 0-07-039732-5. McGraw-Hill Inc.
- Makarova, M. (2016). *Gürcüstanda yeni Su Qanununun və qanun normalarının inkişaf etdirilməsi*. Tbilisi: Gürcüstanın Ətraf Mühitin Mühafizəsi və Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi
- Mays, L. (2010). *Su Resursları Mühəndisliyi*. John Wiley & Sons.
- Mazzorana, B., Piton, G., Picco, L., Jošt, S., Moser, M., Jäger, G., . . . Sturm, M. (2015, 6). *Mənbədəki sel suları və mənsəbdəki çay axınları arasındakı çöküntü davamlılığına az təsir göstərən səmərəli sel idarəetmə strukturlarının planlaşdırılması / qurulması üçün təlimat*. (In: *SedAlp layihə hesabatında WP6 " Strukturlar arasında qarşılıqlı əlaqələr"*). Texn. nüm., sedalp.eu. Mənbə: <https://www.researchgate.net/publication/279394587>
- Megrelidze, I. (2017). *Gürcüstanın Kür çayı hövzəsində mövcud yeraltı və yerüstü suların ilkin qiymətləndirilməsi*. Tbilisi: BMİP, BMİP GEF Kür Layihəsi.
- Melua, D. (2015). *Gürcüstanın İçməli və Çirkab Su Sektoru*. Tbilisi: Slovak Aid.
- Merz, J., Dhakal, M., Dongol, B., & Weingartner, R. (2010). Aralıq dağlardakı ucqar su toplanmalarında yağış miqdarı və intensivliyi, Nepal. pp. 51:1, 127-143, DOI: 10.623;
- Milanesi, L., Pilotti, M., Clerici, A., & Gavrilovic, Z. (2015). Alp bölgələrində Potensial Eroziya Metodunun təkmilləşdirilmiş bir versiyasının tətbiqi. *Italian Journal of Engineering Geology and Environment*. doi:DOI: 10.4408/IJEGE.2015-01.O-02
- Mizuyama, T. (2008). Gətirmə fəlakətlərinə qarşı əsaslı mübarizə tədbirləri. *Eroziya Nəzarət Mühəndisliyi Beynəlxalq Jurnalı* 1, 38-43. doi:10.13101/ijece.1.38

- MOA. (2017). *Gürcüstan üçün İrriqasiya Strategiyası 2017 - 2015*. Tbilisi: Su Tərəfdaşlığı Proqramı və Dünya Bankının "Gürcüstan Suvarma və Torpaq Bazarının İnkişafı Layihəsi" nin maliyyə dəstəyi ilə Gürcüstan Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi.
- Niță, M. D., Tudose, N. C., & Clinciu, I. (2011). Kiçik Meşəli Su Hövzələrində Sel Riskinin Hesablanması və Xəritələşdirilməsi. *Braşov Transilvania Universitetinin Bülleteni*, 4 (53).
- Patt, H. (1998). *Naturnaher Wasserbau: Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern*. Springer Verlag. ISBN 3-540-61666-7.
- pwc. (2015). *Su sektorunda Qiymət Üstəgəl Tarif Metodologiyası*. Bratislava: PricewaterhouseCooper.
- Renard, K., Foster, G., Weesies, G., McCool, D., & Yoder, D. (1997). *Su ilə torpaq eroziyasının Proqnozlaşdırılması: Yenilənmiş Universal Torpaq Zərərləri Bərabərliyi ilə qorunma planlaması barədə təlimatlar. Kitabça No. 703*. ABŞ Kənd Təsərrüfatı Departamenti.
- Rickenmann. (1996). *Fließgeschwindigkeit in Wildbaehen und Gebirgsfluessen*. Wasser, Energie, Luft, 88 (11/12), 298–304.
- Rimböck, A. (2015). Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz. Höhne, Rainer; Mayer, Karl; Wolter-Krautblatter, Ronja: Wildbachbericht Bayern – Teil 2, Wildbachverbauung in Bayern -Daten und Fakten aus zwei Jahrhunderten.
- Rimböck, A., Höhne, R., Mayer, K., & Wolter-Krautblatter, R. (2015). *Wildbachbericht Bayern – Teil 1, Grundlagen • Gefahren • Herausforderungen*. Texniki nümayəndə, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz.
- Rudolf-Miklau, F., & Suda, J. (2011). Gətirmə bəndləri və araları üçün texniki standartlar . *Mühəndislik Geologiyası və Ətraf Mühit barədə İtalyan Jurnalı*. doi:10.4408/IJEGE.2011-03.B-117
- Schillinger, H. (2001). *Ingenieurbilogische Ufersicherungen an Bundeswasserstrassen*. Karlsruhe: Federal Su Yolları Mühəndisliyi və Tədqiqat İnstitutu, Almaniya.
- Seng, N. K. (2011). *Peatland yanğının qarşısının alınması və idarə olunması üçün müvəqqəti yoxlama bəndlərinin tərtibi və quraşdırılması üçün təlimatlar. Tərtibat və Bənd Bölməsi, DID* Malayziya STC. (2000). *Sabo Metodları və Təbii Materiallardan Hazırlanmış Obyektlər*.
- Texniki Nümayəndə., Sabo Texniki Mərkəzi, Yaponiya. Mənbə: <http://www.sabo-int.org/>
- SYDRO. (2017). Fövqəladə Hazırlıq Planı, *Nam Paw Su Elektrik Stansiyası*. Muse (Myanmar), Darmstadt (Almaniya).
- Totschnig, R., & Fuchs, S. (2013, 3 14). Dağ çayları: Həssaslığın ölçülməsi və qeyri-müəyyənliklərin qiymətləndirilməsi. *Eng Geol*, 155, 31-44. doi:10.1016/j.enggeo.2012.12.019
- TxDOT, T. D. (2016, 07). Hidravlik Tərtib Təlimatlarından götürülmüşdür. Yenilənib: İyul 2016.: <http://onlinemanuals.txdot.gov/txdotmanuals/hyd/index.htm>
- Ukleba, B. (2017). *Gürcüstanda kənd təsərrüfatı suyundan istifadə barədə qanun və nizamnamələrin qiymətləndirilməsi*. Tbilisi: BMİP Kür II Layihəsi.
- Ukleba, B. (2017). İrriqasiya İnfrastrukturunu barədə Hesabat ENG. Tbilisi: BMİP, Kür Layihəsi.
- BMİP. (2017). İlk Məşğələ Hesabatı. Bakı, Azərbaycan: BMİP-GEF Kür II Layihəsi.



- UNECE. (2016). *Ətraf Mühit Fəaliyyətlərinə dair Rəylər, Üçüncü Baxış*. Nyu York və Cenevrə: UNECE, ISBN 978-92-1-117101-3.
- UNEP. (2013). *Global Risk Məlumatı Platforması* Mənbə: UNEP/GRID-Cenevrə və BMISDR: <http://preview.grid.unep.ch/>
- UNICEF. (2018). WHO/UNICEF Su Təchizatı, Sanitariya və Gigiyena üçün Birgə Nəzarət Proqramı (BNP). <https://washdata.org/>. Mənbə: <https://washdata.org/>
- Naməlum. (?). Gətirmələr üçün Mühafizə Tədbirləri. Mənbə: http://step.ipgp.fr/images/e/e3/09_02_Debris_Flow_Mitigation.pdf
- USACE. (2016). Heyət Mühafizə Qurğularının Qurulması üzrə Təlimatlar: ABŞ Ordusu Mühəndisləri Korpusu.
- Verdiyev, A. (2017b). *Çay boyu mövsümi dəyişkənliyi qiymətləndirmək üçün Kür çayı hövzəsi boyunca tarixi hidroloji stansiya məlumatlarının təhlili*. Bakı: BMİP Kür II Layihəsi.
- Verdiyev, A. (2018). *Azərbaycanda Kür Çayı Hövzəsindəki yeraltı və yerüstü suların dəyərləndirilməsinin aparılması*. Bakı, Azərbaycan: BMİP Kür II Layihəsi.
- Vogel, B. e. (2017). *Kür Çayı Hövzəsində Tarixi Su İstifadəsi, Proqnozlaşdırılan Su Tələbi və Statusu*. ENVSEC təşəbbüsü, BMİP, BMTP, UNECE, ATƏT və REC.
- Volkwein, A., Wendeler, C., & Guasti, G. (2011). Çevik gətirmə maneələrinin dizaynı. *Mühəndislik Geologiyası və Ətraf Mühit barədə İtalyan Jurnalı*. doi:10.4408/IJEGE.2011-03.B-117
- WB. (2017). Təhlükə Dəyərləndirilməsi üzrə Hesabat – Daşqından Mühafizə No. 1. *Tacikistan Respublikasında Kritik Nəqliyyat və Səldən Mühafizə İnfrastrukturun Yenidən Qurulması üçün Təbii Təhlükələrin Qiymətləndirilməsi*. Düşənbə, Tacikistan: Dünya Bankı.
- Wendeler, C. (2016). *Dağ selləri üçün gətirmələrdən qorunma sistemləri - çevik maneələrin planlaşdırılması və hesablanması üçün əsas prinsiplər*. Texniki Hesabat, İsveç Meşə, Qar və Landşaft Tədqiqatları Federal İnstitutu WSL. Endirilmə mənbəyi: www.wsl.ch/publikationen/pdf/15501.pdf
- Whittaker, J. J. (1986). *Blockschwellen, Davam No. 91*. Zürix, İsveçrə: Hidravlik Laboratoriya, ETH Zürix.
- Wikipedia. (2018). [Wikipedia. www.en.wikipedia.org](http://www.en.wikipedia.org). Mənbə: www.en.wikipedia.org
- Wischmeier, W., & Smith, D. (1978). *Yağış eroziyası itkilərinin proqnozlaşdırılması – mühafizə planlaşdırılmasına bələdçi. Kitabça No. 537*. ABŞ Kənd Təsərrüfatı Departamenti.
- Dünya Bankı. (2017). İqlim Dəyişikliyi Bilik Portalı. Mənbə: http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=downscaled_data_download&menu=historical
- DVTF. (2016). Dünya Vəhşi Təbiət Fondu, Vaşinqton, DC ABŞ: Təbii və Təbii əsaslı Daşqın İdarəçiliyi: Yaşıl Bələdçi (Daşqın Yaşıl Bələdçi). Mənbə: <http://envirodm.org/flood-management>