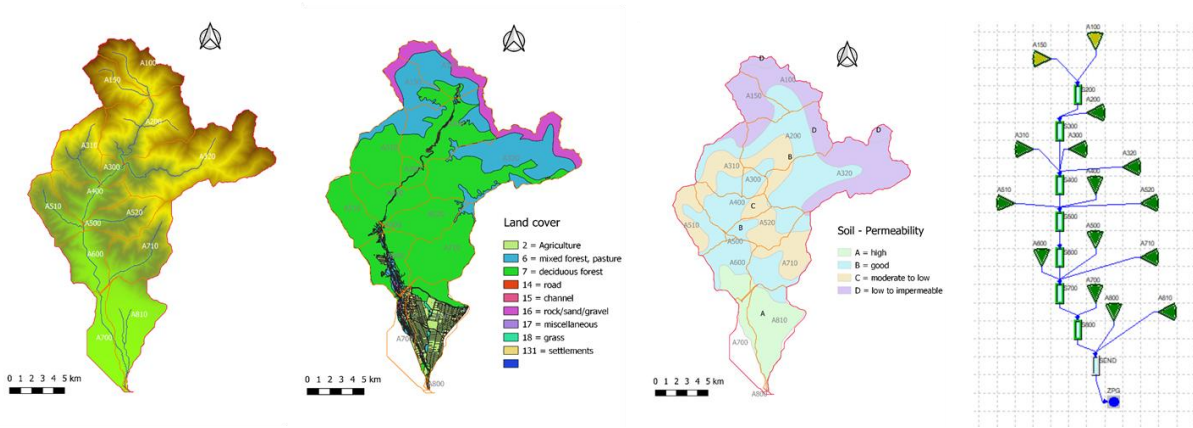


BEYNƏLXALQ SULAR TƏCRÜBƏ QEYDLƏRİ

Su Ehtiyatlarının Vahid Şəkildə İdarə Edilməsi üçün Hidroloji Modelləşdirmə



Xülasə: Hidroloji Modelləşdirmə müxtəlif sektorlar üzrə su menecerləri üçün potensialın artırılması modulunun komponenti olub və Kür II Layihəsinin su təchizatı və tələbinin idarə edilməsi blokuna daxil edilib. Burada məqsəd ən müasir hidroloji modelləşdirmə yanaşmalarını təqdim etmək və modelləşdirmə üsulları ilə su ehtiyatlarını qiymətləndirmək olub. Hidroloji modellərin istifadəsi iki ölkənin heç birində yayılmayıb. İlk təcrübə Gürcüstanda Rioni çayını əhatə edən beynəlxalq pilot layihələr sayəsində əldə edilib. Azərbaycanda modelləşdirmə tədricən universitetlərdə ayaq salmağa başlayıb. Əslində isə, modelləşdirmə nə Azərbaycanda, nə də Gürcüstanda hələ standart halına gəlməyib. Hidroloji modelləşdirmə yüksək çoxalma (təkrarlama) potensialına malikdir, çünki o, bütün su hövzələrinə tətbiq edilə bilən ümumi prinsiplərə dayanır. Budur ki, hidroloji modelləşdirmə su ehtiyatlarının idarə edilməsi ilə bağlı bütün iş sahələri üçün aktualdır. Ölkələrdə çoxaltma ixtisaslı modelləşdirmə mütəxəssislərinin sayından və onlar üçün proqram təminatı və verilənlər bazasının əlçatan olmasından asılıdır. Bunlar modelləşdirmənin müvəffəqiyyətini hidroloji müşahidələrin təsirli şəkildə idarə edilməsi səyləri ilə əlaqələndirilir ki, modelləşdirmə mütəxəssisləri üçün məlumat axtarışı mümkün və təsirli olsun.

Su Ehtiyatlarının Vahid Şəkildə İdarə Edilməsi üçün Hidroloji Modelləşdirmə

QEF təcrübəsi – sponsorlu

BMTİP QEF/IW: Kür II: Transsərhəd razılaşdırılmış fəaliyyətlər və milli planları həyata keçirməklə Kür çayı hövzəsi boyunca integrasiya edilmiş Su Resursları İdarəetməsini (IWRM) inkişaf etdirmək

GEF- qeydiyyat nömrəsi: 5325

LAYİHƏNİN TƏSVİRİ

Kür II BMTİP-QEF layihəsi koordinasiya edilmiş birləşdirici transsərhəd qrup və səth sularının idarə edilməsini gücləndirmək və uyğunlaşdırmaq üçün STP və milli İntegrasiya edilmiş Su Resursları İdarəetməsi (IWRM) planlarını həyata keçirmək yolu ilə nazirlik səviyyəsində təsdiq edilmiş Strateji Tədbirlər Planında (STP) əks olunan əsas ehtiyacları qarşılamaq üçün işlənib-hazırlanıb. O, beş komponentdən ibarət olub: institusional idarəetmə protokollarına dəstək; sektorlar üzrə su menecerləri üçün peşəkar inkişaf və bacarıqların artırılması; kritik sahələrdə stresin azaldılması üzrə tədbirlər; maraqlı tərəflərin təhsili və gücləndirilməsi; və, idarəetmə üçün inkişaf etdirilmiş elmi baza.

Hidroloji Modelləşdirmə müxtəlif sektorlar üzrə su menecerləri üçün potensialın artırılması modulunun komponenti olub və Kür II Layihəsinin su təchizatı və tələbinin idarə edilməsi blokuna daxil edilib. Potensialın artırılması giriş və qabaqcıl kurslara ayrılmaqla bir sıra tədris bloklarından ibarət olub. Təlim zamanı hər ölkədə biri olmaqla iki çay hövzəsinin modelləşdirilməsi aparılıb. Burada məqsəd ən son hidroloji modelləşdirmə yanaşmalarını, alət və məlumat mənbələrini təqdim etmək olub. Qabaqcıl kurs məlumat toplusu, verilənlərin təfsiri və nəticələr üzrə təqdimat daxil olmaqla özləri modelləşdirmə həyata keçirən milli məsləhətçilərlə daha yaxından işləmək üçün tərtib edilib. Onların təcrübəsi su sektorunda modelləşdirməni hər iki ölkədə standart tətbiq kimi təqdim etmək üçün istifadə ediləcəkdir.

TƏCRÜBƏ

Problem

Hidroloji modellərin istifadəsi iki ölkənin heç birində yayılmayıb. Modelləşdirmə nə qurulub, nə də geniş olaraq tətbiq edilir. İlk təcrübə Gürcüstanda Rioni çayını əhatə edən beynəlxalq pilot layihələr sayəsində əldə edilib. Azərbaycanda modelləşdirmə tədricən universitetlərdə ayaq salmağa başlayıb. Gürcüstan Yaşıl İqlim Fondu (GCF) tərəfindən maliyyələşdirilən Gürcüstanda Çox Təhlükəli Erkən Xəbərdarlıq Sistemi və İqlim Məlumatlarının İstifadəsi layihəsi yolu ilə modelləşdirməyə davam edib və hal-hazırda Ətraf Mühit üzrə Milli Agentlik daxilində hidroloji və hidravlik modelləşdirmə qabiliyyətlərini inkişaf etdirir. Azərbaycanda su ehtiyatlarının idarə edilməsində modellərin tətbiq edilməsi hələ bərqərar olunmayıb. Əslində modelləşdirmə Gürcüstan və Azərbaycanın heç biri üçün hələ standart halına gəlməyib. Bu həm də uzaqdan alınan iqlim verilənləri (məlumat) məhsullarının hidroloji modellərə daxil edilməsinə də şamil edilir.

Hidrologiyada modelləşdirmə tətbiqlərinin sayı o qədər zəngindir ki, hidroloji modelləşdirmə su ehtiyatlarının idarə edilməsində zərurətə çevrilib. Hidroloji modellərin mümkün tətbiq sahələrindən danışarkən, onlar iqlim dəyişikliyi şərtləri altında su ehtiyatlarının inkişafı, daxili və ya kənd təsərrüfatı sahəsində su tələbatının artması və ya planlaşdırılmış infrastrukturun inteqrasiyası kimi müxtəlif ssenarilərin inkişaf etdirilməsinə imkan yaradır və Erkən Xəbərdarlıq Sistemlərinin əsasında durur.

Xüsusilə Gürcüstan üçün şamil edilən digər bir problem köhnəlmiş hidroloji məlumatların istifadə edilməsidir. Hələ də rus vaxtlarından qalmış hidroloji sorğu kitablar istifadə olunur. Bu kitabçalarda nə iqlim dəyişikliyi, nə də zaman aralıqları (dinamik aralıqlar) nəzərə alınıb. Gürcüstanda bu məlumatlardan istifadə hidroelektrik stansiyaların dizaynında problemlər yaradıb və istehsal edilən enerjinin planlaşdırılan və gözlənilən həcmə 50%-dən aşağı olduğu zaman bu problem daha da bariz olub.

İqlim dəyişikliyi nəzərə almayan məlumat həm də Azərbaycanın kənd təsərrüfatı sahəsində istifadə edilir. Ölkədə geniş çeşidli məhsullar üçün suvarma üzrə standartlar kodlar (əmsallar) inkişaf etdirilib. Bu əmsalların tətbiqi iqlim dəyişikliyindən öncəki dövrün iqlim şərtlərini ehtiva edir. Həqiqətin standart əmsallardan getdikcə daha da fərqlənəcəyini gözləmək olar və bu, suvarma və dolayısıyla məhsuldarlıq üzərinə lazımsız risklər əlavə edir.

Modellərin tətbiq edilməsini tələb edilən digər nümunələrə su balanslarının hesablanması, basqın və daşqın riski xəritələrinin tərtibi, daşqınlara qarşı erkən xəbərdarlıq sistemlərinin qurulması, ətraf mühitə təsirin qiymətləndirilməsi, su anbarlarının istismarı və bir çox digər nümunə daxildir.

Problemin həll yolu

Hidroloji modelləşdirmə iki təlim bloku və bir sıra təqib tədbirləri əsnasında müzakirəyə çıxarılıb. Birinci blok zamanı ümumi olaraq hidroloji modelləşdirməni təqdim edib və burada diqqət daha çox model növləri və tələblərinə cəmlənib. Təlim iştirakçıları ilk öncə onu anlamalıdır ki, modelləşdirmə əslində həqiqi dünyanın mücərrədləşdirilməsi əsasında qurulub. Modelləşdirmə həqiqi dünyada baş verən proseslərin daha kiçik hesablama vahidlərinə (hidroloji elementlərə) bölünməsinin zərurətini dərk etməyi tələb edir. Həqiqi dünya hər biri parametr, üsul və sistem şərtlərindən ibarət olan hidroloji elementlərə bölünür. Parametrlər ölçülə bilən və təxmin edilə bilən olaraq iki yerə bölünür. Təlim iştirakçıları bu hidroloji elementlərin real dünyanı nə qədər dəqiq təmsil etdiyini öyrənməlidirlər. Su səviyyəsi, axın, sızma və s. kimi sistem şəraitləri müşahidələr yolu ilə modelləşdirmə yanaşmasını yoxlamaq üçün istifadə edilə və dolayısıyla kalibrləmə və yoxlanış/təsdiq üçün əsas ola bilər.

Verilənlər (məlumat) mənbələri və GMS (geoməlumat sistemləri) modelləşdirmənin vacib hissəsidir. Sərbəst şəkildə əlçatan olan məlumat portallarında məlumat mənbələrinin alınmasından tutmuş, su hövzəsi hasilatı, axın kəşfiyyatı və alt-hövzə inkişafına qədər bütün proses zənciri təlimlər zamanı təqdim edilib. GMS həqiqi dünyanı mücərrədləşdirmək üçün atılan ilk addım hesab edilir. Xəritə və relyef modelləri GMS-in komponentləridir.

Verilənlər və GMS sessiyaları hər kəs üçün əlçatan olan məlumat mənbələri, veb sahifələri və vasitələrin ingilis dilində olması problemini üzə çıxarıb. Bu, əsasən universitetlərdən gələn gənc nəsil üçün daha asan ola bilər, amma ingilis dilini çox zəif bilənlər üçün maneə yaradır.

2020-ci ilin mart ayından başlayan COVID-19 pandemiya məhdudiyyətlərinə görə qabaqcıl təlim sessiyaları virtual görüşlərlə əvəz edilib. İkinci təlim blokunun məqsədi Gürcüstanda Stori çayı hövzəsi, Azərbaycanda isə Şəmkir Çayı hövzəsi olmaqla hər iki ölkədə modelləşdirməni tətbiq etmək olub. Modelin quruluşu artıq birinci təlim bloku zamanı aparılıb, amma torpaq məlumatları nəzərə alınaraq yenidən baxılıb və işlənilib və yenilənmiş yağış və axının dinamik aralıqları ilə yenidən kalibrlənib. Daha sonra qabaqcıl modelləşdirmə qrupları aşağıdakı göstərilmiş mövzular kimi modelləşdirmənin daha təfəssilatlı aspektləri ilə tanış edilib:

- Uzaqdan zondlama (məlumat toplanması) nəticəsində Peyk Yağış Təxminlərinin düzəlişi
- Məhsul üzrə su tələbi hesablamalarında torpaq nəminin uçotu
- Uzunmüddətli davamlı simulyasiyaların həyata keçirilməsi
- Parametrlərin kalibrlənməsi və həssaslıq təhlili
- Nəticələrin təfsiri və təqdimatı

Virtual təlim hər video ayrı mövzuya həsr olunaqla hidroloji modelləşdirməyə həsr edilmiş YouTube videolarının hazırlanması ilə müşayiət olunub. Bundan əlavə, Excel proqramında çöküntü-suyun səthlə axını modulu hazırlanıb və gürcü və azərbaycan dillərinə tərcümə edilib.

Virtual təlim ölkələrdə verilənlər və mövcud su idarəetmə problemlərinin müzakirəsini mümkün edən işçi qrupu səciyyəsinə də əldə etmiş olub.

NƏTİCƏLƏR VƏ ÖYRƏNMƏ

Görülmüş işlər və nəticələrin xülasəsi

Xüsusilə də daha yaşlı işçilər arasında hidroloji modelləşdirmə təcrübəsinin olmamasına görə, layihəni sıfırdan başlamaq lazım olub. Verilənlərin toplanması, onların təfsiri, verilənlərin emalı, modelləşdirmənin qurulması, kalibrlənməsi, təsdiqi, simulyasiyası və nəticələri haqqında məruzə daxil olmaqla bütün proses zənciri bir tam universitet kursunun yerinə yetirə biləcəyi bir tapşırıqdır. Burada çətinlik nəzəri fonla praktiki tətbiq arasında tarazlığa nail olmaqdır.

Təlim bloklarına əsasən, aşağıdakı mövzular kritik olaraq müəyyən edilə bilər və potensialın artırılması və iştirakçıların gündəlik işlərinin bir hissəsinə çevrilməsi baxımından davam etdirilməsini tələb edir.

Ölçülə bilən və ölçülməyən parametrlər

Bir modelin parametr dəsti həmişə iki növ parametrdən ibarət olur. Hər bir model kalibrləmə tələb edir, yəni qeyri-müəyyən parametrlər nəticələrə təsir etməsi üçün uyğunlaşdırılmalıdır. Modelləşdirmə mütəxəssisi məhz təcrübəsinə əsasən hansı qeyri-müəyyən parametrlərin modelin işini yaxşılaşdıracağını bilir. Mənfi nümunə olaraq, səth üzrə su axınının kəmiyyətini dəyişmək üçün su yığıcı sahəsinin ölçüsünün təmizlənməsini göstərmək olar. Amma bu həmişə belə asan olmur. Torpaq parametrləri ölçülən kimi baş verir, amma yenə də olduqca qeyri-müəyyən hesab edilir. Səbəb isə odur ki, torpaq parametrləri müəyyən yerdə ölçülür və buradan əldə edilən göstəricilərin digər sahələrdə də belə olduğu güman edilir. Bir çox təlim iştirakçısı hələ də aşağıdakı məsələlər haqqında geniş və möhkəm anlayışa sahib deyil:

- Hansı parametr münasibdir

- Hər hansı bir parametrin mənalı şəkildə dəyişdirilə biləcəyi aralıq
- Bariz şəkildə “ölçülə bilən” parametri dəyişməyə nə üçün icazə verilir.

Burada öyrənilən dərs ondan ibarətdir ki, maraqlı tərəfləri parametrlərin mümkün aralıqları və təsirləri ilə tanış etmək vacibdir.

Əskik məlumat üçün uyğun alternativlər və verilənlərin xilas

Yer stansiyalarından alınan qeydlər nadir haldır və boşluqlarla doludur. Gürcüstan və Azərbaycanda yerləşən bir çox çay hövzəsi ilə bağlı qeydlər mövcud deyil, hətta varsa belə, onlar sovet dövründən qalmış qeydlərdir və/və ya böyük boşluqlarla doludur. Bundan başqa alternativ və ictimaiyyət üçün əlçatan olan nə cür məlumatların mövcud olması, onların internetdən necə alınması və emal edilməsi haqqında bilik çatışmazlığı müşahidə edilir. Burada əsas məqam verilənlərin emalı, faylların bilinən formatlara çevrilməsi və daha sonrakı emalıdır. Bilik artmayana qədər, yaxşı məlumat mənbələri istifadəsiz qalmağa davam edəcəkdir.

Öyrənilən dərs: Verilənlərin emalına fikir verilməlidir. Buna Gürcüstandan daha çox Azərbaycanda ehtiyac duyulur. Əslində, bunun hidroloji modelləşdirmə ilə əlaqəsi yoxdur, ancaq onun üçün vacib bir şərtədir. Universitetlərin xüsusilə də peyqlərə əsaslanan verilən dəstləri və qərəzli düzəlişlər üzərində diqqətini cəmləməklə verilənlərin ilkin və sonrakı emalına dair kurslar təklif etmələri tövsiyə olunur.

Mümkünlük (inandırıcılıq) yoxlamaları

Hidroloji modelin nəticələri inandırıcı olub-olmamalarına dair yoxlanmalıdır. İnandırıcılıq yoxlamalarının aparılması hidroloqlar və su ehtiyatları menecerləri üçün ümumi vəzifə sayılır və buna görə də yaxşı anlaşılmalı və praktikada bərqərar edilməlidir. Müxtəlif su ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi nöqtəyi-nəzərindən inandırıcılıq yoxlamalarının dərinləşdirilməsində ehtiyac duyulur.

Hidroloji modellərin dəqiqliyi

Modellərin dəqiqliyi sualı vacib mövzu idi. Modelləşdirmədən əldə edilən nəticələr həmişə müşahidə zamanı edilən qeydlərdən fərqlənir. Burada əsas məsələ hansı parametrlə münasibətdə hansı fərqi məqbul olmasıdır. Daşqın zirvə nöqtələri və baza axını üzrə model və müşahidələr arasında fərqlərin məqbul sayılan səviyyəsi eynidirmi? Hansı fərqi səviyyəsinin məqbul, hansının qeyri-məqbul olmasına dair ümumi bir yanaşma mövcud deyil. Bu, ümumiləşdirilə bilməz və hər əraziyə görə fərqlənir. Model nəticələrinin etibarlılığını təyin edən əsas faktor modeli hazırlayan mütəxəssisin təcrübəsidir.

Mürəkkəb proseslərin sadələşdirilməsi – yeraltı suların doldurulması problemi

Daha çox araşdırılmalı və inkişaf etdirilməli mövzu suyun yığılması və torpaqdan suyun axıdılmasının qeyri-xətti xüsusiyyətləridir. Bu, hidroloji simulyasiyada ən mürəkkəb mövzulardan biridir. Hərəsi solma əmsalı, sahə tutumu, doyma və hidravlik keçiricilik kimi müxtəlif quruluş və fiziki parametrlərə sahib olan nə qədər çox torpaq qatı mövcud olarsa, səth axını davranışı da bir o qədər qəlizləşir. Bunun üzərinə həm də onlar müşahidə nöqtəsinə çatana qədər səth axınının təxiri, səthaltı axın və səthə yaxın axın komponentləri də tətbiq edilir. Bu hallarda, mürəkkəb yanaşma yerinə daha sadəsinə üstünlük verilir, belə ki, onun tətbiqi daha asandır və onu daha asanlıqla başa düşmək olur. Buna görə də, həddən artıq sadələşdirmə riski ortaya çıxır. Ən vacib hidroloji proseslərdən biri, xüsusilə də Azərbaycanda, yeraltı suların yenidən doldurulmasıdır. Yeraltı suların doldurulması

vegetasiyanın təsiri də daxil olmaqla (kök dərinliyi, tutulma, transpirasiya, əkin strukturu və s.) mürəkkəb qeyri-xətti torpaq nəmlənməsi yanaşmasını tələb edir. Başqa sözlə, yeraltı suların yenidən doldurulmasının modelləşdirilməsi ilə əlaqədə hər hansı sadələşdirmə prosesin müvafiq şəkildə əhatə olunmaması və səhv nəticələri ortaya çıxması riskini törədir.

ÇOXALTMA

Hidroloji modelləşdirmə həqiqətən ən yüksək çoxaltma/təkrarlama qabiliyyətinə malik mövzudur. Bunun isə sadə bir səbəbi var. Hidroloji modelləşdirmə prinsiplərin dəyişməsi ilə deyil, parametrlərin dəyişməsi yolu ilə müəyyən əraziyə xas olaraq hazırlanan ümumi prinsiplərə əsaslanır.

Hidroloji modelləşdirmə su ehtiyatlarının idarəedilməsi sektorunda bütün iş sahələri üçün vacibdir. Çoxaltma ixtisaslı modelləşdirmə mütəxəssislərinin sayı və onlar üçün proqram təminatı və verilənlərin əlçatan olmasından asılı olacaqdır. Bu o deməkdir ki, modelləşdirmənin müvəffəqiyyəti hidroloji müşahidələrin təsirli şəkildə idarə edilməsi səyləri ilə əlaqələndirilir ki, verilənlərin əldə edilməsi mümkün olsun. Bunun üçün isə, verilənlər bazalarının strukturları, məlumatların və idxal/ixral interfeyslərinin təsviri baxımından dəqiq texniki standartlar gərəklidir.

ƏHƏMİYYƏT

Hidroloji modelləşdirmə su ehtiyatlarının vahid şəkildə idarə edilməsi üçün labüddür, belə ki, yalnız modelləşdirmə su ehtiyatlarının kifayət qədər təfəssilatlı şəkildə planlaşdırılması, bölüşdürülməsi və idarə edilməsi üçün ssenarilərin inkişaf etdirilməsinə imkan yaradır.

Gürcüstan və Azərbaycanda su ehtiyatlarının uzaqgörən planlaşdırılmasına, dolayısıyla da uyğun modelləşdirmə imkanlarına ehtiyac getdikcə artacaq. Məsələn, iqlim dəyişikliyi ilə bağlı bütün ssenarilərin inkişafı modelləşdirməyə əsaslanır. Erkən xəbərdarlıq sistemləri modelləşdirmə texnikalarından faydalanır və sahələrarası qiymətləndirmələri müvafiq alətlər olmadan təsəvvür etmək çətindir.

Mahiyyət etibarilə, Kür II layihəsi boyunca toxunulan su problemlərinin sayı və toplanan məlumat artıqca, layihə çərçivəsində modelləşdirmə tətbiqlərinin sayı da davamlı olaraq artır.

İSTİNADLAR

Kür II BMTİP-QEF Layihəsi: <https://kura-river.org/>

AÇAR SÖZLƏR

Hidrologiya, hidroloji modelləşdirmə, proqram təminatı, interaktiv simulyasiya, daşqın, quraqlıq, GMS, çay hövzəsinin planlaşdırılması, erkən xəbərdarlıq sistemi, çökmə-axma, su hövzəsi, su ehtiyatlarının vahid şəkildə idarə edilməsi