

უ 551.583

წყლის ინტეგრირებული მართვის მოდელის WEAP-21 გამოყენების გამოცდილება

ბ. ბერიტაშვილი, ნ. კაპანაძე, ს. მდივანი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი,
 თბილისი, საქართველო

უკანასკნელ პერიოდში, მტკნარი წყლის დეფიციტის საფრთხის წინაშე მდგომი მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში, დიდი აქტუალობა შეიძინა წყლის ინტეგრირებული მართვის პრობლემამ [1]. ამ საკითხის პრაქტიკული განხორციელებისათვის იქმნება მრავალი მოდელი, რომელთა შორის აღსანიშნავია მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში აპრობირებული წყლის მართვის მოდელი – WEAP 21 (Water Evaluation and Planning Version 21). აღნიშნული მოდელი ეყრდნობა ძირითად დაშვებას, რომლის თანახმად წყლის მიწოდება განისაზღვრება წყალშემკრების ტერიტორიაზე მოსული ატმოსფერული ნალექების ოდენობით, ადამიანის მოთხოვნილებათა დაკმაყოფილებითა და მისი ჩარევებით [2]. მოდელის თანახმად, აუზი თავად წარმოადგენს მოსული ნალექების გაყოფის საწყის ობიექტს დედამიწა-ატმოსფეროს ურთიერთქმედების შედეგად ევაპოტრანსპირაციის გზით. ეს პროცესი აღიწერება წყალბალანსური მოდელით, რომლითაც განისაზღვრება აორთქლების, ნალექების განაწილებისა და ჩამონადენის ფორმირების პროცესები, მიწისქვეშა წყლის შევსება და რწყვის მოთხოვნილება.

მოდელი განიხილავს ერთმანეთთან ურთიერთდაკავშირებულ მუნიციპალურ და სასოფლო-სამეურნეო სისტემებში წყლის რესურსების გამოყენების ისეთ საკითხებს, როგორცაა მრავალრიცხოვანი ზედაპირული და/ან მიწისქვეშა წყაროები, სექტორული მოთხოვნის ანალიზი, წყლის დაცვა, წყლის განაწილების პრიორიტეტები, წყლის ერთობლივი გამოყენება, წყალსაცავების საერთო მოხმარება და საფინანსო დაგეგმარება.

WEAP 21 მოდელი ეფუძნება მასის ბალანსის განტოლებას, ჩაწერილ შემდეგი სახით:

$$Sw_j \frac{dz_{1,j}}{dt} = P_e(t) - PET(t)k_{c,j}(t) \left(\frac{5z_{1,j} - 2z_{1,j}^2}{3} \right) - P_e(t) \frac{LAI_j}{z_{1,j}^2} - f_j k_j z_{1,j}^2 - (1-f_j) k_j z_{1,j}^2$$

სადაც Sw_j არის ნიადაგის წყალშემცველობა (მმ) მიწის ზედაპირის ნაწილისთვის j , $Z1_j$ – ნიადაგის ზედაპირული წყლის ფარდობითი მარაგი, P_e – ეფექტური ატმოსფერული ნალექი. PET – პენმან-მონტიეს პოტენციური ევაპოტრანსპირაციის მაჩვენებელი (მმ/დღე) ეტალონური მცენარისათვის, $k_{c,j}$ – მცენარის მახასიათებელი კოეფიციენტი მიწის შემხები ზედაპირისთვის. განტოლების მესამე წევრი აღწერს ზედაპირულ ჩამონადენს, სადაც LAI_j არის ფოთლებისა და ღეროების ფართობის ინდექსი, რომელიც მინიმუმს აღწევს მაქსიმალური ჩამონადენის პირობებში, მაგ. გამიშვლებული ნიადაგისთვის. მეოთხე წევრი ასახავს ნიადაგის შიდა ნაკადებსა და ჩაჟონვას, სადაც k_j არის ნიადაგის მაქსიმალური წყალშემცველობის გამტარუნარიანობა (მმ/დრო) და f_j – კვაზიფიზიკური პარამეტრი, დაკავშირებული ნიადაგთან, მიწის დაფარულობის ტიპთან და ტოპოგრაფიასთან, რომელიც ჰყოფს წყალს ჰორიზონტალურ ან ვერტიკალურ ნაკადებად.

გარდა ამისა, მოდელი შეიცავს ზედაპირული და მიწისქვეშა ჩამონადენის ტრანსფორმაციის, აგრეთვე მიწისქვეშა საბაზისო ნაკადისა და აკუმულირებული თოვლის დნობასთან დაკავშირებულ განტოლებებს. ცალკე ყურადღება ეთმობა ზედაპირული წყლების დაბინძურების საკითხს, რისთვისაც მოდელში შეყვანილია ტემპერატურისა და წყალში გახსნილი ჟანგბადის ტრანსფორმაციის განტოლებები.

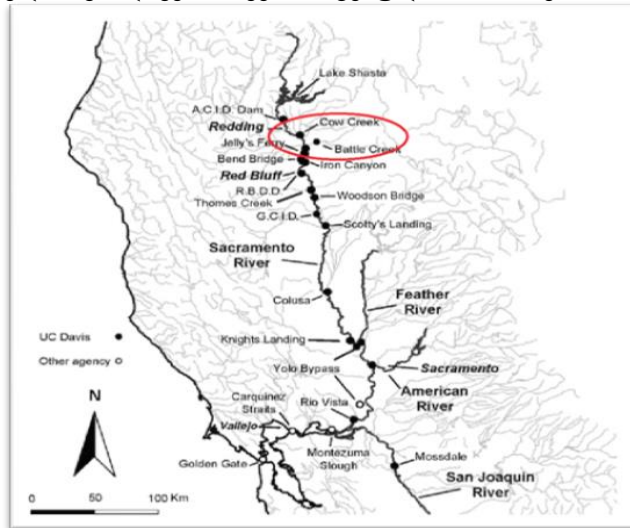
მდინარის ჩამონადენის ცვალებადობასთან დაკავშირებით წყალსაცავების ექსპლუატაციის ალგორითმთან ერთად WEAP 21 მოდელი შეიცავს მოთხოვნის პრიორიტეტულობისა და მიწოდების უპირატესობათა განმსაზღვრელ ალგორითმებს, რაც საშუალებას იძლევა თითოეული კონკრეტული შემთხვევისთვის შერჩეულ მდინარის აუზში ზედაპირული და მიწისქვეშა ჩამონადენის, დაგროვილი წყლის მარაგისა და ეკონომიკის ცალკეული სექტორების მოთხოვნის შესაბამისად მიღებულ იქნას გადაწყვეტილება წყლის რესურსების ოპტიმალური გამოყენების შესახებ.

პირველად WEAP მოდელი გამოყენებული იყო 1992 წელს არალის ზღვის შესწავლისას, თუმცა მთელი რიგი დაშვებებისა და შეზღუდვების გამო მიღებულმა შედეგებმა არსებითი შესწორებები მოითხოვა.

საქართველოში WEAP 21 მოდელი გამოყენებულ იქნა 2009 წელს გაეროს კლიმატის ჩარჩო კონვენციისათვის მეორე ეროვნული შეტყობინების მომზადებისას [3], როდესაც PRECIS კლიმატის რეგიონული მოდელით პროგნოზირების პირობებში მოხდა მდინარეების ალაზნისა და იორის, აგრეთვე რიონისა და ცხე-

ნისწყლის ჩამონადენის 2100 წლამდე მოსალოდნელი ცვლილების შეფასება. ანალოგიური შეფასებები ჩატარდა 2015 წელს საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინების მომზადებისას [4] მდინარეების აჭარისწყლის, ენგურისა და ხრამისთვის.

WEAP 21 მოდელის გამოსაყენებლად კონკრეტული ჰიდროლოგიური და ბიოეკოლოგიური ამოცანების გადასაჭრელად შერჩეულ იქნა მდ. საკრამენტოს აუზში ორი ერთმანეთის მომიჯნავე მდინარის Cow Creek და Battle Creek ქვეაუზები, რომელთა განლაგების სქემა მოცემულია ნახაზზე 1.



ნახ.1. მოდელის გამოსაცდელად შერჩეული ქვეაუზების განლაგება მდ. საკრამენტოს წყალშემკრებში

ნახაზიდან ჩანს, რომ თითოეული ქვეაუზის სიგრძე შეადგენს დაახლოებით 70 კმ-ს, ხოლო სიგანე 10-25 კმ ფარგლებში იცვლება. რელიეფისა და გეოლოგიური აგებულების მიხედვით ხევების ტერიტორია ზემო (მთიან) და ქვემო (ვაკე) ნაწილებად იყოფა. ამავე დროს Battle Creek ქვეაუზის უმეტესი ნაწილი ვულკანური ქანებისაგან შედგება და ამიტომ მასში ატმოსფერული ნალექების ჩაჟონვის პროცესები უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, ვიდრე Cow Creek ქვეაუზში, რომელიც უმეტესწილად დანალექი ალუვიური ნიადაგებისაგან შედგება.

ქვეაუზების ზემო და ქვემო ნაწილების ფართობები და მათი დაფარულობა სხვადასხვა ტიპის მცენარეულით მოყვანილია ცხრილში 1.

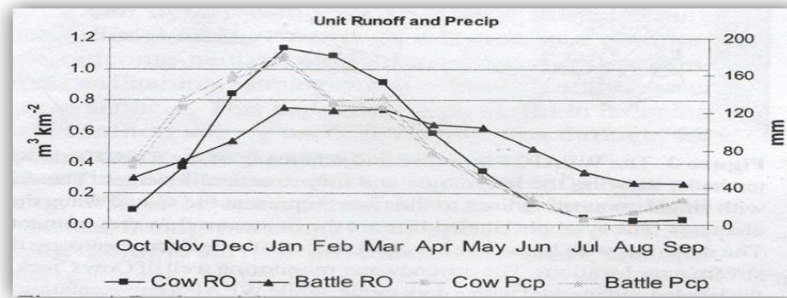
ცხრილი 1. ქვეაუზების ზემო და ქვემო ნაწილების ფართობები და მათი დაფარულობა სხვადასხვა ტიპის მცენარეულობით (%-ში)

ქვეაუზების ფართობები მცენარეული საფარი (კმ ²)	ზემო Cow	ქვემო Cow	ზემო Battle	ქვემო Battle
ფოთლოვანი	10	15	5	3
მარადმწვანე	60	15	75	75
ბუჩქნარი	10	21	15	15
მდელო	20	42	10	7
სარწყავი საძოვარი	0	7	0	0

განხილულ ნაშრომში გამოყენებულ იქნა ნალექთა რეჟიმზე დაკვირვებისათვის ორივე ქვეაუზის ტერიტორიაზე განთავსებული 5 ნალექმზომი პუნქტის დაკვირვების მონაცემები 1961-1990 წწ. პერიოდისთვის. ამასთან ერთად, გაანალიზებული იქნა Cow Creek ტერიტორიის ქვემო ნაწილში მდებარე სახელმწიფო ჭაბურღილის იმავე წლების დაკვირვების მასალები გრუნტის წყლის დონეებზე, რაც შედარებული იქნა მოსული ნალექების დინამიკასთან.

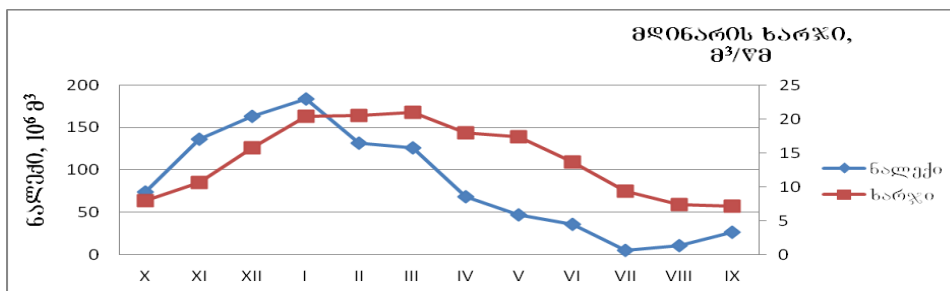
ტერიტორიული სიახლოვის გამო ორივე წყალშემკრებზე დროის განხილულ 30-წლიან პერიოდში ნალექთა თვიური საშუალო მნიშვნელობების მსვლელობა ერთნაირი აღმოჩნდა, თუმცა ხვედრითმა ჩამონადენმა, გაზომილმა მდ. საკრამენტოს ჩადინებისას ხევების ჩამკეტ კვეთებში არსებულ

ჰიდროლოგიურ საგუშაგოებზე, არსებითი განსხვავება გამოავლინა (ნახ. 2), რაც დაკავშირებულია ხევების ამგები ქანების სხვადასხვაობასთან.



ნახ. 2. Cow და Battle ქვეაუზებში ნალექთა ჯამების (მმ) და ჩამონადენის მოდულის (მ³/კმ²) თვიური საშუალოების მსვლელობა 1965-1998 წწ. პერიოდისთვის.

ნალექთა თვიური საშუალოების გამოყენებით ჩვენს მიერ გამოთვლილ იქნა მდ. Battle Creek-ის მთელ ფართობზე მოსულ ნალექთა ჯამური რაოდენობა თვეების მიხედვით და მსვლელობა შეფასებულ იქნა მდინარის ქვემოწელში მდებარე ჰიდროლოგიური საგუშაგოს მიერ აღრიცხული ხარჯების მონაცემებთან (ეს მასალა აღებულ იქნა აშშ გეოლოგიური სამსახურის ვებ-გვერდიდან კოლემანის თევზსაშენთან არსებული ჰიდროლოგიური საგუშაგოს 1966-2017 წწ. მდინარის ხარჯების რიგებიდან [7] (ნახ. 3).

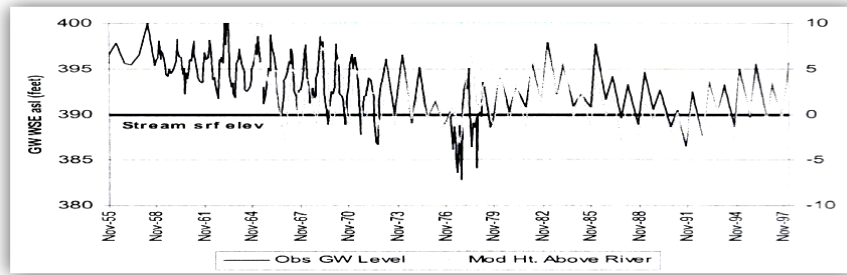


ნახ. 3. მდ Battle Creek-ის ქვეაუზში ნალექთა საერთო რაოდენობისა და მის ქვემოწელში მდინარის ხარჯის შიდაწლიური განაწილება

ამ ნახაზიდან ჩანს, რომ ჰიდროლოგიური წლის პირველ კვარტალში მდინარის ხარჯები პრაქტიკულად მისდევს ატმოსფერულ ნალექთა მსვლელობას, თუმცა თებერვლიდან დაწყებულ ნალექთა მკვეთრ შემცირებას მოსდევს ჯერ გაზაფხულის ჩამონადენის სტაბილობა, რომელიც შემდგომში იცვლება ხარჯების შედარებით შენელებული შემცირებით. ნალექთა ჯამები ივლისის თვიდან იწყებს მატებას, რაც ნაკლებად აისახება მდინარის ჩამონადენის მინიმალურ მნიშვნელობებზე ოქტომბრიდან მისი მატების დაწყებამდე. ყოველივე ეს ნათლად მეტყველებს მიწისქვეშა კვების არსებით როლზე მდინარის ჩამონადენის სტაბილობის შენარჩუნებაში.

რაც შეეხება შერჩეულ ქვეაუზებში მიწისქვეშა წყლის დონეს, რომელიც კვების ალტერნატიულ წყაროს წარმოადგენს, მასზე დაკვირვება 1955-1997 წწ. პერიოდში წარმოებდა Cow ქვეაუზის ქვემო ნაწილში ალუვიური წყალშემცველი ფენის არეალში მდებარე სახელმწიფო სამონიტორინგო ჭაბურღილის მეშვეობით. ნახ. 4-ზე ნაჩვენებია ჭაბურღილში მიწისქვეშა წყლის დონის ცვალებადობა მეტრებში, რომლის სტანდარტულ სიმაღლედ ამჟამად ითვლება 390 მ ზღვის დონიდან.

ნახაზზე მოყვანილი გრაფიკიდან აშკარად ვლინდება 1950-იანი წლების შუა პერიოდიდან 1970-იანი წლების დასასრულამდე მიწისქვეშა წყლის დონის ვარდნა, რამაც ექსტრემუმში 15 მეტრსაც კი მიაღწია. შემდგომში წყლის დონე გარკვეულწილად სტაბილური გახდა, თუმცა 1950-იანი წლების მდგომარეობას აღარ დაბრუნებია, რაც წყლის ამოტუმბვით უნდა აიხსნებოდეს. ამოტუმბვის მონაცემთა არარსებობის გამო შეუძლებელია მიწისქვეშა წყლების დონისა და ატმოსფერულ ნალექთა რაოდენობას შორის ადეკვატური კორელაციური კავშირების დადგენა, თუმცა ზოგადი სახით გვაღვიან პერიოდებში სახეზეა გრუნტის წყლების დონის საგრძნობი დაცემა.



ნახ. 4. წყლის დონის ცვალებადობა (მეტრებში ზღვის დონიდან) Cow Creek ქვეაუზის ქვედა ნაწილში მდებარე კალიფორნიის სახელმწიფო ჯაბურღილში (# 31 N03W29N001M).

მდ. საკრამენტოს წყალშემკრებში შერჩეული ორი ქვეაუზი WEAP 21 მოდელის დახმარებით გამოყენებული იქნა სხვადასხვა პრაქტიკული ამოცანების გადასაჭრელად.

1.სამოვრების რწყვა Cow Creek ქვეაუზში

WEAP 21 მოდელის დაკალიბრებისას გამოყენებულ საბაზისო სცენართან ერთად მდ. Cow Creek ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე რწყვის გავლენის შესასწავლად განხილულ იქნა ორი დამატებითი სცენარი: სარწყავი სავარგულების 35%-ით გაზრდა და მათი ფართობის 50%-ით შემცირება. გათვლებით დადგენილია, რომ Cow წყალშემკრების ცენტრალურ ველზე 3300 ჰა სარწყავ სამოვრებს წლიურად ესაჭიროება დაახლოებით 1400 მმ სარწყავი წყალი იმ დაშვებით, რომ იგი გამოიყენება ზედაპირული მიშვების მეთოდით და უზრუნველყოფს ბალახის მოყვანას სიმწიფის სტადიამდე [6]. რწყვა იწყება აპრილში და მოსავალი აიღება ივნისში, ხოლო მეორე ამონაყარი ირწყვება და იძოვება ივლისიდან ოქტომბრის ჩათვლით. საბაზისო სცენარის მიხედვით ეს გამოიხატება წელიწადში დაახლოებით 40 მლნ მ³ წყლის მიწოდებაში, რაც უზრუნველყოფს სამოვრების მომარაგებას 1200 მმ წყლით ყოველწლიურად, თუმცა ეს ოდნავ ნაკლებია თეორიულად მოთხოვნილ დონესთან შედარებით. WEAP 21 მოდელში სარწყავი სამოვრები Cow Creek აუზის ქვემო ნაწილში მარაგდება ზედაპირული წყლის მიშვებით (პრიორიტეტული მიდგომა), ან მიწისქვეშა ალუვიური წყალშემცველი ფენიდან წყლის ამოტუმბვით (სათადარიგო მეთოდი). ეს უკანასკნელი განიხილება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ზედაპირული წყალი ფიზიკურად მიუწვდომელია ან მდინარის ჩამონადენი ვერ აკმაყოფილებს სათანადო მოთხოვნებს.

Cow Creek აუზის ქვემო ნაწილში გაზაფხულის წყალდიდობები საკმარისად უზრუნველყოფს ზედაპირული წყლით მორწყვის მოთხოვნებს, თუმცა ზაფხულის თვეებში, როდესაც ჩამონადენი კლებულობს 0.4-0.3 მლნ მ³-მდე თვეში, წყალმომარაგებაში არსებითად მატულობს მიწისქვეშა წყალშემცველი ფენის როლი. აღსანიშნავია, რომ ამოტუმბული წყლის რაოდენობა მოდელში არ არის ლიმიტირებული, რაც მის ნაკლად უნდა ჩაითვალოს. ამავე დროს, საბაზისო სცენარის თანახმად, რწყვის შედეგად მდინარის საშუალო წლიური ჩამონადენი კლებულობს დაახლოებით 3%-ით.

მოდელური გამოთვლების ანალიზმა აჩვენა, რომ სამოვრების რწყვის შედეგად წყალშემკრებიდან ტენის საშუალო წლიური დანაკარგები იზრდება დაახლოებით 6%-ით, რაც იწვევს მდ. Cow Creek-ის მდ. საკრამენტოში მის შესართავთან ჩამონადენის შემცირებას 3%-ით და მიწისქვეშა წყლის დონის დაცემას 0.6 მეტრით საშუალო დონესთან შედარებით.

ამრიგად, მოდელების შედეგებმა აჩვენა, რომ ქვეაუზის ტერიტორიაზე წარმოებულ სამოვრების სარწყავ ღონისძიებებს შეუძლია შესამჩნევი ზემოქმედების მოხდენა წყალშემკრების ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე. ამასთან ერთად, აღსანიშნავია ისიც, რომ გაზრდილ აორთქლებასთან დაკავშირებული წყლის დამატებითი მოთხოვნა ხმარდება სამოვრების პროდუქტიულობის ზრდას, რასაც თავისი წვლილი შეაქვს წყლის ეკოსისტემის ეფექტურობის ამაღლებაში. გარდა ამისა, მოდელით შესაძლებელია სარწყავი წყლის მაქსიმალური რაოდენობის დადგენა, რომელიც საჭიროა გვიანი ზაფხულის ჩამონადენის გასაძლიერებლად. ამის მიზეზია ის, რომ წყალშემკრები მოქმედებს ბუფერული ზონის როლში, რომელიც აგროვებს წინა თვეებში დაგროვილ "ჭარბ" სარწყავ წყალს. ჩამონადენის ამ და სხვა ურთიერთქმედებათა მექანიზმის გაგებას დიდი მნიშვნელობა აქვს სოფლის მეურნეობაში რწყვის სარგებლიანობის დადგენისათვის.

B2. მდინარის Battle Creek ხევის ჰიდროენერგეტიკა და ჩანუკის ორაგული

ჰიდროენერგეტიკის განვითარების დაწყებამდე Battle Creek-ის წყალშემკრები წარმოადგენდა ჩინუკის ჯიშის ორაგულის მთავარ საარსებო გარემოს, რომელიც იწყებოდა მდ. საკრამენტოში მისი შესართავიდან და თავდებოდა დინების აღმა მიგრაციის ბუნებრივ ბარიერამდე. 1900-იან წლებში დაწყებულმა მცირე ჰესების მშენებლობამ დაამახინჯა ორაგულის ბუნებრივი გავრცელების არეალი მისი შემცირების მიმართულე-

ბით, თუმცა, მიუხედავად ამისა, Battle Creek კვლავ ითვლება ორაგულის მწარმოებელ უნიკალურ წყალშემკრებად, რომელსაც შეუძლია მისი არსებობის უზრუნველყოფა. ზაფხულის წყალმცირების პირობებში, როდესაც წყლის ტემპერატურა მდ. საკრამენტოში მაღლა იწევს და საშიშროებს უქმნის თევზის პოპულაციას, Battle Creek-ის სახით ჩამომდინარე საკრამენტოს გრილი შენაკადი წარმოადგენს ორაგულის ერთადერთ თავშესაფარს.

ამავე დროს, Battle Creek-ის უნიკალური ჰიდროლოგიური პირობები ხელს უწყობს მის აუზში ჰიდროენერგეტიკული ინფრასტრუქტურის განვითარებას, რომელიც ამჟამად 250 000 მგტ.სთ ელექტროენერჯის გამოიმუშავებს. წყალშემკრებში განთავსებულია 2 მცირე წყალსაცავი საერთო მოცულობით 150 მლნ მ, რაც დაახლოებით შეადგენს მდინარის საშუალო წლიური ჩამონადენის მეოთხედს. მდინარეზე არსებული და დაგეგმილი ჰიდროტექნიკური ნაგებობანი ხელს უწყობს მდინარის ჩამონადენის სიჩქარის შემცირებას და ზაფხულში მისი ტემპერატურის ზრდას, რომელიც ოპტიმალურ შემთხვევაში უნდა შეადგენდეს 14.5 °C და არ აღემატებოდეს 17.0 °C, რაც ლეტალურია ორაგულის ქვირითისა და ლიფსიტებისთვის.

WEAP 21 მოდელი გამოყენებულ იქნა ანთროპოგენული ზემოქმედების შედეგად დარღვეული ბუნებრივი ჰიდროლოგიური სისტემის აღსადგენად შემოთავაზებული ორი ვარიანტის შესაფასებლად. აღნიშნულ პროცესში ჰიდროელექტროენერჯის გამოიმუშავებას მიენიჭა მეორე, უფრო დაბალი პრიორიტეტი – მდინარის დინების სიჩქარის ზრდის პრიორიტეტთან შედარებით.

შედარება ჩატარებული იქნა ორაგულის ჰაბიტატის აღდგენის პოტენციალის სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის, რომელიც რაოდენობრივად შეფასებული იქნა დინების სიჩქარის (მ/წმ), მისი ტემპერატურის (°C), ელექტროენერჯის გამოიმუშავების (მგტ.სთ) შემცირებისა და აუზში მოქმედი კომპლექსის ოპერატიული ხარჯების ცვლილებების გათვალისწინებით. ალტერნატივებიდან ერთ-ერთი განიხილავდა მდინარეზე ორი კაშხლის მოშლას და არხების გაერთიანებას წყლის დინების სიჩქარის გასაზრდელად, ხოლო მეორე – კიბეებისა და ფარების მოწყობას მდინარის სათავესთან თევზის მიღწევის გასაადვილებლად და დინების სიჩქარის მოსამატებლად. პირველი სცენარით ენერგოგენერაცია შემცირდებოდა 47%-ით, მაგრამ სამაგიეროდ იგი უზრუნველყოფდა წყლის ტემპერატურის შენარჩუნებას 17°C-ზე დაბლა. მეორე სცენარით გენერაცია შემცირდებოდა 15%-ით, ხოლო დინების ტემპერატურის შენარჩუნებას

ჩატარებული მოდელირების გამოცდილება შეიძლება გამოყენებული იქნას საქართველოს მდინარეთა ცალკეულ აუზებში (იორი, ალაზანი, არაგვი და სხვ.) წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის სამომავლო პრაქტიკაში.

ლიტერატურა - REFERENCES –ЛИТЕРАТУРА

1. Bauwer, H. Integrated water management: Emerging issues and challenges. Agricultural Water Management, vol.45, N.3.
2. Yates D. et al .WEAP 21 - A demand -, priority-, and preference- driven water planning model. Part 1: Model characteristics. Water International, vol. 30, N4, pp.487-500, 2005.
3. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. თბილისი, 2009. www. climatechange.telenet.ge
4. კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება. თბილისი, 2015.
5. Yates D. et al .WEAP 21 - A demand -, priority -, and preference- driven water planning model. Part 2: Aining freshwater ecosystem service evaluation. Water International, vol. 30, N4, pp.501-512, 2005.
6. Forero L., B.Reed., K. Klonsky and R. Demaura. Sample costs to establish and produce pasture Sacramento Volley Flood Irrigation. Sacramento: University of California. Cooperative Extension, Pa-Sv-03, 2003.
7. **USGS 11376550 BATTLE C BL COLEMAN FISH HATCHERY NR COTTONWOOD CA**

წყლის ინტეგრირებული მართვის მოდელის WEAP 21 გამოყენების გამოცდილება/ზ. ბერიტაშვილი, ნ. კაკა-ნაძე, ს. მდივანი/სტუ-ს ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. - 2018. - ტ.125. - გვ.77-82. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. მოყვანილია სტოკჰოლმის გარემოსდაცვითი ინსტიტუტის ბოსტონის ფილიალში დამუშავებული WEAP 21 წყლის ინტეგრირებული მართვის მოდელის გამოყენების შედეგები მდ. საკრამენტოს ორი ერთმანეთის მომიჯნავე მდინარის ქვეაუზში კონკრეტული ამოცანებს გადასაჭრელად. განხილულია ქვეაუზების ფიზიკურ-გეოგრაფიული მახასიათებლები მათ შორის მოსული ნალექებისა და ჩამონადენის მოდულის შიდაწლიური განაწილება. მდ.Battle Creek-ის ქვეაუზში ნალექთა განაწილების შედარებამ მდინარის საშუალო თვიურ ხარჯებთან გამოავლინა მისი მიწისქვეშა კვების არსებითი როლი ჩამონადენის ფორმირებაში. მდ.Cow Creek-ის ქვეაუზში საძოვრების სარწყავად მდინარის წყლის გამოყენების მოდელირებამ აჩვენა, რომ ამ ღონისძიების შედეგად წყალშემკრებიდან ტენის საშუალო წლიური დანაკარგი იზრდება 6%-ით, რაც იწვევს მის შესართავთან ჩამონადენის შემცირებას 3%-ით და მიწისქვეშა წყლის დონის დაცემას 0.6 მეტრით. მდ.Battle Creek-ის ქვეაუზში ორაგულის პოპულაციის შესანარჩუნებლად საჭირო ტემპერატურული რეჟიმის

დასაცავად მოდელირებამ აჩვენა მდინარეზე არსებული ჰიდროტექნიკური ნაგებობების რეკონსტრუქციის აუცილებლობა, რაც დიდ ხარჯებთან იქნება დაკავშირებული. მოდელირების გამოცდილება შეიძლება გამოყენებული იქნას საქართველოს მდინარეთა ცალკეულ აუზებში წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის სამომავლო პრაქტიკაში

Experience of WEAP 21 Integrated Water Resource Management Model. /B. Beritashvili, N. Kapanadze, S. Mdivani/Transactions of the IHM at the GTU. - 2018. - vol.125. - pp.80-86. - Georg.; Summ: Georg., Eng., Rus.

Following the paper published in Water International (2005), the results are given on the application of WEAP 21 Integrated Water Resource Management model to resolve specific problems in two neighboring sub-catchments of R. Sacramento. The features of physical geography of selected areas are reviewed including inter annual distribution of precipitation and the unit runoff. The comparison between precipitation monthly averages in the Battle Creek sub-catchment and mean discharges of the river has revealed essential role of groundwater feeding in retaining the river runoff. The modeling of pasture irrigation in the basin of Cow Creek has demonstrated the increased watershed's annual evaporative loss by 6%, resulting in 3 percent decline in the average flow volume downstream at the confluence and 0.6 meter drop in the mean groundwater elevation. The modeling of conditions required to maintain temperature regime necessary for the preservation of salmon population in the basin of Battle Creek has revealed the need of essential reconstruction of existing hydrotechnical infrastructure related with vast expenses. The modeling experience could be used in the future practice of integrated water management in the basins of separate rivers in Georgia

Опыт применения модели интегрированного управления водными ресурсами WEAP 21 в бассейне р. Сакраменто /Бериташвили Б.Ш., Капанадзе Н.И., Мдивани С.Г./Сб. Трудов ИГМ ГТУ-а. - 2018. - вып.125. - с.80-86. - Груз.; Рез: Груз., Англ., Рус.

Представлены результаты применения модели интегрированного управления водными ресурсами WEAP 21 для решения конкретных задач в водосборах двух соседних рек бассейна р.Сакраменто (Калифорния). Рассмотрены физико- географические характеристики водосборов, включая внутригодовое распределение выпадающих осадков и модуля стока. Сопоставление годового хода средних месячных сумм осадков в водосборе р. Battle Creek с ходом месячных расходов реки выявило существенную роль подземного стока в сохранении общего питания реки. Моделирование полива пастбищ в водосборе р. Cow Creek показало, что в результате этого мероприятия средние годовые потери влаги с водосбора увеличивается на 6%, приводя к уменьшению стока реки в устье на 3% и падению уровня подземных вод на 0,6 м. Моделирование условий обеспечения температурного режима, требуемого для сохранения популяции лосося в р. Battle Creek показало необходимость существенной реконструкции комплекса гидротехнических сооружений связанных с большими затратами. Опыт моделирования может быть использован в будущем в практике интегрированного управления водными ресурсами отдельных рек Грузии.