

بررسی وضعیت تخصیص منابع آب در حوزه آبریز گرگانرود

حمیده صاحبی^۱، بهرام بختیاری^۲، کوروش قادری^۲

hamidehsahebi@yahoo.com

چکیده

در طی سال های اخیر روند کاهشی محسوسی در آبدهی رودخانه های حوزه گرگانرود در استان گلستان مشاهده شده است که این مهم می تواند یکی از پیامد های تغییرات اقلیمی رخ داده در دهه اخیر باشد. هدف از این مطالعه مقایسه تخصیص های منابع آب در شرایط اقلیم دراز مدت حاکم برحوزه آبریزگرگانرود با شرایط اقلیمی رخ داده در دهه اخیر است. بدین منظور، با استفاده از آمار آبدهی دراز مدت رودخانه های حوزه گرگانرود طی سال های آماری (۱۳۸۹-۱۳۵۴) و آبدهی دهه اخیر طی سال های آماری (۱۳۸۹-۱۳۷۹) به بررسی وضعیت تخصیص های این حوزه با کمک نرم افزار تخصیص منابع آب³ WEAP پرداخته شده است. نتایج حاکی از آن است که میزان کمبود آب نسبت به تخصیص های موجود در سراسر حوزه آبریز گرگانرود در سری درازمدت ۱۳۸۹-۱۳۵۴ معادل ۱۳۱/۹۲ میلیون متر مکعب در سال می باشد در حالی که این میزان در سری آماری کوتاه مدت ۱۳۸۹-۱۳۷۹ به ۴۳۳/۵۹ میلیون متر مکعب در سال رسیده است که نشانگر آن است که با کاهش آبدهی رودخانه ها در ده سال گذشته میزان تخصیص های تامین نشده افزایش یافته است و این موضوع ضرورت اصلاح تخصیص های منابع آب را به منظور استفاده بهینه و قابل اطمینان از آب در اکثر ایام سال ایجاب می کند.

کلمات کلیدی

تغییر اقلیم، تخصیص منابع آب، حوزه گرگانرود، WEAP

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده کشاورزی، بخش مهندسی آب و کارشناس برنامه ریزی و بهبود مدیریت شرکت آب منطقه ای گلستان
۲. عضو هیأت علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده کشاورزی، بخش مهندسی آب
Drbakhtiari@mail.uk.ac.ir

از پیامدهای تغییرات اقلیمی دهه های اخیر تغییرات قابل توجه در منابع آب رودخانه ای و بالتبع آن کمبود شدید جریان آبدهی رودخانه ها است. در اثر این کمبودها، محدودیت هایی در مصارف و برداشت آب از رودخانه بوجود آمده است که در نتیجه آن انتظار می رود تخصیص های وضع شده وزارت نیرو که برای آبدهی در شرایط نرمال در نظر گرفته شده است، در همه ایام سال تامین نشود. با وقوع این تغییرات در دهه های اخیر، برنامه ریزی و مدیریت منابع آب بر پایه استفاده از متوسط آمار درازمدت آبدهی رودخانه ها چندان منطقی و مورد اطمینان نبوده و بنابراین لازم است برای تعیین دقیق تر میزان آبدهی رودخانه و بررسی سیستم های برداشت آب، علاوه بر ارزیابی سری درازمدت آماری، شرایط عرضه و تقاضا دوره آماری دهه اخیر نیز بررسی و مدلسازی شود. طبق ضوابط وزارت نیرو، در هر آبراهه میزان حداقل برداشت برای مصارف مختلف اعم از شرب، صنعت، کشاورزی و زیست محیطی تعریف شده است که باید در سیستم های برداشت آب لحاظ شود.

در تمامی روش های مطالعه و مدل های نرم افزاری همواره سری درازمدت آمار آبدهی رودخانه های یک حوزه مورد بررسی می باشد. لذا استفاده توأم آمار آبدهی دهه اخیر با سری درازمدت موجب شده است تا اثر تغییرات اقلیمی در سری متوسط آبدهی رودخانه چندان مشهود نباشد. بنابراین این ضرورت ایجاد می شود که در تعیین حجم آب قابل برداشت از رودخانه و در نهایت حجم آب قابل توسعه و بهره برداری، علاوه بر ارزیابی و مدلسازی حوزه آبریز در سری درازمدت آماری، شرایط تامین حبابه ها و مصارف موجود برای دوره آماری دهه اخیر نیز ارزیابی و مدل سازی شده تا با اطمینان از رعایت تخصیص های وزارت نیرو، مازاد آب برای طرح های توسعه منابع آب برنامه ریزی شود. ویلبی (2006) مدل سازی جامع اثر تغییر اقلیم بر منابع آب و کیفیت آن برای رودخانه Kennet انگلستان را ارائه نمودند. در این تحقیق ارتباط مدل های اقلیم منطقه ای (SDSM)، منابع آب (CATCHMOD) و کیفیت آب (INCA) چهارچوب کلی این مدل سازی را تشکیل می دهد. جهت بررسی کارایی این مدل سازی عدم قطعیت های آن مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که عدم قطعیت وسیع در سناریو تغییر اقلیم و منابع آب به علت انتخاب GCM می باشد و این عدم قطعیت در فصل تابستان بسیار بیشتر است. یتس و پورکی (۲۰۰۵) برای بررسی میزان مصرف آب از مدل WEAP99 استفاده کردند. با توجه به تغییرات میانگین ماهانه دما، تشعشع خورشیدی و بارندگی مطالعه بر روی تغییرات آب و هوای آینده توسط مدل فراهم شد و مدل وضعیت رایج را برای یک دوره زمانی تولیدات کشاورزی و جمعیت به دست آورد. این مدل نتایج را برای دهه های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ تا ۲۰۵۰ بررسی کرد. همچنین این مدل در مناطقی از چین، آرژانتین و برزیل و اطراف رود دانوب اجرا شده است. رینگلر و همکاران (۲۰۰۴) بمنظور بهبود بخشیدن به تخصیص آب درون حوزه آبریز دانگ در ویتنام، روند تخصیص آب را از نقطه نظر بازدهی اقتصادی و با دیدگاه جامع توسط مدل WEAP مورد بررسی قرار دادند. کایت و همکاران (۲۰۰۱) میزان بازدهی آب در سطح حوزه آبریز، شبکه ی آبیاری و مزرعه را برای حوزه آبریز گدیز واقع در کشور ترکیه محاسبه نمودند و سپس تأثیر سناریوهای مختلف تأمین آب، استراتژی های مدیریتی و تغییر اقلیم بر روی این بازدهی ها بررسی شد. در این راستا کاظم و همکاران (۱۳۸۸) با توجه به ایجاد تغییرات اقلیمی در حوزه آبریز

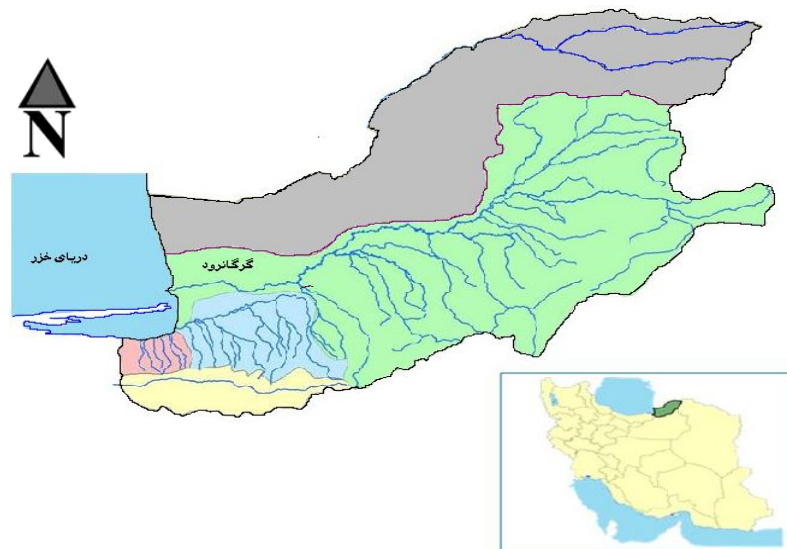
زنجانرود پیش بینی کردند که تخصیص آب در هر دو بخش عرضه و تقاضا شاهد تغییرات بسیاری خواهد بود لذا با استفاده از خروجی های هیدرولوژیکی حوزه آبریز که بر اساس مدل های تغییر اقلیم استخراج شده اند و روش معادلات پایه بیلان آب، اقدام به مدل سازی حوزه آبریز و تخصیص بهینه آب به نقاط نیاز با استفاده از نرم افزار WEAP نمودند و در نهایت تغییراتی در نحوه تخصیص بهینه آب بر اساس سناریو های مختلف اقلیمی حاصل شد. یزدان پناه و همکاران (۱۳۸۶) با کمک مدل WEAP به برنامه ریزی و مدیریت عرضه و تقاضا آب زیر زمینی در حوزه آبریز ازغند خراسان رضوی پرداختند. در این مدلسازی سناریو های مختلفی تا سال ۱۴۰۰ اعمال شد. این مطالعه نشان داد با تغییر الگوی کشت یا کاهش سطح زیر کشت اراضی کشاورزی می توان به شرایط تعادل آب زیرزمینی دست یافت. مساعدی و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی روند تغییرات دبی رودخانه های استان گلستان در ۱۲ ایستگاه هیدرومتری در دوره های فصلی و سالانه با استفاده از چهارآزمون آماری نقطه عطف، رگرسیون خطی، والد-ولفوتیز و من کندال در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد پرداختند. نتایج نشان داد که در سری داده های تابستان در سطح اطمینان ۹۹٪ بر اساس آزمون من-کندال تمامی ایستگاه های مورد مطالعه دارای روند کاهشی ومعنی داری می باشند. در سری داده های فصل پاییز هر چهار روش نتایج مشابهی به دست دادند. در سایر سری داده های فصلی و سالانه بکارگیری چهار آزمون منجر به نتایج نزدیک به هم شد. فرهنگ و همکاران (۱۳۸۹) عملکرد دو مدل شبیه ساز WEAP و MODSIM و مدل بهینه سازی غیر خطی lingo را برای یک سیستم تک مخزنه و دو مخزنه در یک دوره خشک در حوزه آبریز کارون بررسی کردند. نتایج حاکی از آن است که در بهره برداری تک مخزنه چنانچه هدف رسیدن به اعتمادپذیری حجمی مطلوب باشد می توان از مدل های شبیه سازی بجای مدل های بهینه سازی استفاده کرد. استفاده از مدل های شبیه سازی منجر به افزایش ۳۸ درصدی معیار کمبود نسبی می شود. حال آنکه مقدار معیار های اعتمادپذیری زمانی، برگشت پذیری و آسیب پذیری یک سیستم در مدل های شبیه سازی اختلاف زیادی (حدود ۲ برابر) با مدل بهینه سازی دارند. در بهره برداری چند مخزنه نیز، اختلاف معیارهای اعتمادپذیری حجمی و برگشت پذیری مدل های شبیه سازی و بهینه سازی به ترتیب ۲۵ درصد و ۴ درصد است در مورد سایر معیارها، اختلاف دو مدل از ۳۰۰ درصد نیز تجاوز می کند. سعیدی نیا و همکاران (۱۳۸۷) با انجام مدل سازی ماهانه منابع آب، با استفاده از مدل WEAP، اثرات طرح های انتقال آب بین حوضه ای کارون شامل تونل های کوهرنگ ۱ و ۲ (در دست بهره برداری) تونل ۳ کوهرنگ (در دست اجرا) و تونل بهشت آباد (در دست مطالعه) بر وضعیت منابع آب سطحی حوزه های آبریز بهشت آباد و کوهرنگ را بررسی کردند. نتایج نشان می دهد خروجی رودخانه های بهشت آباد و کوهرنگ در افق آینده با فرض اینکه طرح های توسعه منابع آب تعریف شده به مرحله بهره برداری برسند به طور متوسط نسبت به شرایط عدم توسعه حوزه آبریز بالادست، ۲۷ درصد کاهش خواهد یافت.

در یک جمع بندی کلی مشخص گردید که تغییر اقلیم امری اجتناب ناپذیر است و از آنجا که حوزه آبریز گرگانرود در استان گلستان نیز از این قاعده مستثنی نمی باشد. لذا در این مطالعه، با استفاده از آمار آبدهی دراز مدت رودخانه های این حوزه طی سال های آماری (۱۳۸۹-۱۳۵۴) و آبدهی دهه اخیر طی سال های آماری (۱۳۸۹-۱۳۷۹) به بررسی وضعیت تخصیص های این حوزه با کمک نرم افزار تخصیص منابع آب (WEAP) پرداخته می شود.

مواد و روش ها

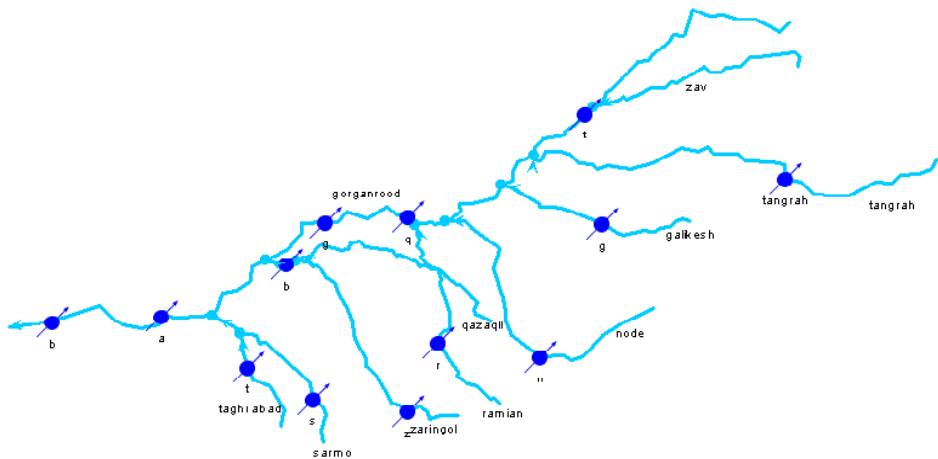
منطقه و داده های مورد استفاده

حوزه آبریز گرگانرود از شریان های اصلی شمال کشور و استان گلستان است که در شرق از کوه های واقع در استان خراسان شمالی سرچشمه گرفته و پس از طی مسافتی در حدود ۲۵۰ کیلومتر در استان گلستان در نهایت در غرب استان به دریای خزر ختم می شود. این رودخانه از طول جغرافیایی ۵۴ درجه تا ۵۶ درجه و ۲۹ دقیقه شرقی و از عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی امتداد دارد. مساحت حوزه آبریز گرگانرود حدود ۱۱۳۰۰ کیلومتر مربع است و آبراهه های اصلی آن نرماب، ساری سو، اوغان، نوده، زاو، دوغ و... می باشد. از شهر های مهم واقع در این حوزه آبریز می توان شهر های کلاله، گمیشان، مینودشت، گنبد، آزادشهر، رامیان، علی آباد و آق قلا را نام برد. حوزه آبریز گرگانرود با متوسط بارندگی ۶۰۰ میلیمتر در سال دارای اقلیم معتدل خزری است. با توجه به رشد اقتصادی و صنعتی منطقه در سال های اخیر و افزایش روزافزون جمعیت این استان، میزان تقاضای آب در این منطقه افزایش قابل توجهی داشته است. در شکل ۱ نمایی از موقعیت نسبی حوزه آبریز گرگانرود بر گستره ایران نشان داده شده است.



شکل ۱. موقعیت نسبی حوزه آبریز گرگانرود

همچنین در این مطالعه از آمار آبدهی ماهانه در دو سناریو مختلف با سری های زمانی (۱۳۵۴-۱۳۸۹) و (۱۳۸۹-۱۳۷۹) استفاده شده است. همانطور که در شکل شماره ۲ مشاهده می شود سیستم مورد مطالعه از یک رودخانه اصلی و ۹ سرشاخه (زاو، تنگراه، گالیکش، نوده، قزاقلی، رامیان، زرینگل، سرمو و تقی آباد) تشکیل شده است. براساس آمار ایستگاه های موجود در منطقه که موقعیت آنها در شکل ۲ نشان داده شده است آبدهی این رودخانه از سال آبی ۱۳۵۴ تا ۱۳۸۹ در مدل استفاده شده است.



شکل ۲. موقعیت ایستگاه های مورد استفاده در مدل WEAP

نیاز آبی در وضع موجود منطقه (حقابه ها)

در وضع موجود در منطقه نیاز های آبی صرفا به مصارف کشاورزی محدود می شود و هیچگونه بهره برداری شرب و صنعت از آب قابل استحصال حوزه آبریز گرگانرود بعمل نمی آید. مصارف و استحصال آب در حوزه آبریز گرگانرود به تفکیک رودخانه های استان در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

در محدوده مطالعاتی مورد نظر سد ها و شبکه های آبیاری در حال بهره برداری شامل سه سد وشمگیر، گلستان و بوستان می باشد که میزان مصارف سالانه آنها در جدول شماره ۲ ذکر شده است.

جدول ۱. میزان مصارف واقعی آب از سرشاخه های گرگانرود

نام گره	مصرف سالانه (m ³)	عنوان
۱	۹۹۱۵۱۹۷/۴	جمع کل مصارف واقعی تا ایستگاه تمر
۲	۱۸۶۱۹۹۰۶/۵	تارودخانه دوغ جمع کل مصارف واقعی
۳	۵۸۲۶۴۷۶/۷	جمع کل مصارف واقعی تا سد گلستان
۴	۱۹۱۸۱۶۲۸	جمع کل مصارف واقعی رودخانه اوغان
۵	۳۹۸۷۸۲۷۶/۴	جمع کل مصارف واقعی رودخانه نوده
۶	۲۲۶۳۸۵۱۲/۷	جمع کل مصارف واقعی تا ایستگاه گنبد
۷	۴۲۶۷۵۲۳۵/۳۸	جمع کل مصارف واقعی تا ایستگاه قزاقلی
۸	۴۴۸۴۴۱۳۱/۲۷	جمع کل مصارف واقعی تا ایستگاه باغه سالیان (تا سد وشمگیر)
۹	۲۷۲۶۴۴۶۵	جمع کل مصارف واقعی رودخانه زرینگل
۱۰	۳۸۳۸۹۳۱۸/۲	جمع کل مصارف واقعی رودخانه های کبودوال - سیاه جوی
۱۱	۹۶۷۸۲۲۵/۶	جمع کل مصارف واقعی رودخانه سرمو
۱۲	۸۲۵۳۷۴۶/۱	جمع کل مصارف واقعی رودخانه تقی آباد
۱۳	۱۶۳۳۶۱۵۰/۵۹	جمع کل مصارف واقعی تا ایستگاه آق قلا
۱۴	۲۰۵۵۲۱۳۰	جمع کل مصارف واقعی تا ایستگاه بصیر آباد

جدول ۲. میزان مصارف سالانه آب سدهای حوزه آبریز گرگانرود

نام سد	میزان مصارف بهبود یافته و توسعه یافته حاصل اجرای طرح (میلیون متر مکعب)
وشمگیر	۱۱۷
گلستان	۱۰۰
بوستان	۴۲

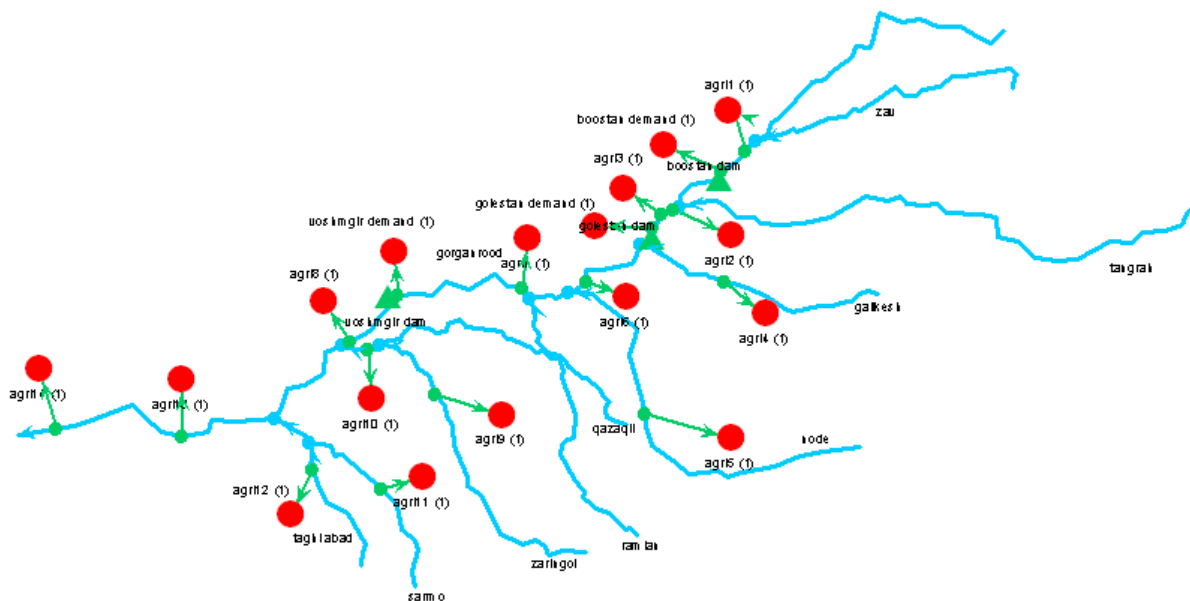
مدل WEAP

مدل WEAP یک ابزار پشتیبان از تصمیم گیری است و امکان تحلیل کاملی از منابع و مصارف آب در حال و آینده را فراهم می سازد. این نرم افزار در زمانی که مصرف آب چند منظوره و با رقابت انجام می شود امکان تحلیل الگوهای مختلف مدیریتی را فراهم می سازد. این الگوهای مدیریتی شامل حق تقدم اختصاص یافته به منابع آب، مسائل اقتصادی، کیفیت آب، تاثیرات کاربردی اراضی و آب و هوا در منابع و مصارف آب می باشد. تحلیل می تواند در مقیاس مکانی و زمانی و با استفاده از اطلاعات موجود صورت گیرد. در این تحقیق از مدل WEAP جهت برنامه ریزی و مدیریت منابع آب استفاده شده است. پایه این نرم افزار بر اساس محاسبه بیلان آب است که در آن هم مدیریت منابع آب و هم مدیریت محیط زیست مورد توجه قرار می گیرد.

جهت استفاده از مدل لازم است یک سال به عنوان سال پایه در نظر گرفته شود. سال پایه سالی است که اطلاعات و آمار مناسبی از وضعیت منطقه تحت مطالعه موجود باشد. سپس با استفاده از سال پایه سناریو های مختلفی در WEAP طراحی می شود. در این مطالعه سال آبی ۱۳۵۴ بدلیل برخورداری از آمار مشترک در تمامی ایستگاه ها، بعنوان سال پایه تعریف و دو سناریو تحت عنوان سری درازمدت ۱۳۸۹-۱۳۵۴ و سری کوتاه مدت ۱۳۷۹-۱۳۸۹ در مدل طراحی شد.

ورودی مدل دبی ماهانه ۹ سرشاخه سرمو، زاو، تنگراه، رامیان، زرینگل، قزاقلی، نوده، تقی آباد و گالیگش می باشد. همچنین حجم ماهانه استحصال آب از سرشاخه های مذکور و نیز میزان مصارف سالانه آب سدهای واقع در حوزه و نیاز زیست محیطی پایین دست به عنوان مصارف و برداشت از رودخانه به مدل وارد می شود. خروجی مدل میزان کمبود آب قابل استحصال نسبت به مصارف تعیین شده است.

در ارزیابی سیستم مورد مطالعه جهت بررسی تخصیص گرگانرود ابتدا مدل رودخانه گرگانرود و سرشاخه ها در نرم افزار شبیه سازی می شود. رودخانه به ۱۴ گره و با توجه به نقاط برداشت جدول ۱ تقسیم می شود. در شکل ۳ موقعیت نقاط برداشت آب از رودخانه نشان داده شده است.



شکل ۳. موقعیت نقاط برداشت آب از رودخانه در نرم افزار WEAP

در این روش همچنین میزان مصارف و برداشت ها بر اساس اولویت به نرم افزار داده می شود و آبدهی ماهانه آبراهه ها بر اساس آمار آبدهی درازمدت وارد می شود. سپس در مرحله دوم تنها آمار آبدهی ماهانه دهه اخیر به سیستم داده می شود و آبدهی جدید با فرض وقوع تغییرات اقلیمی بدست می آید.

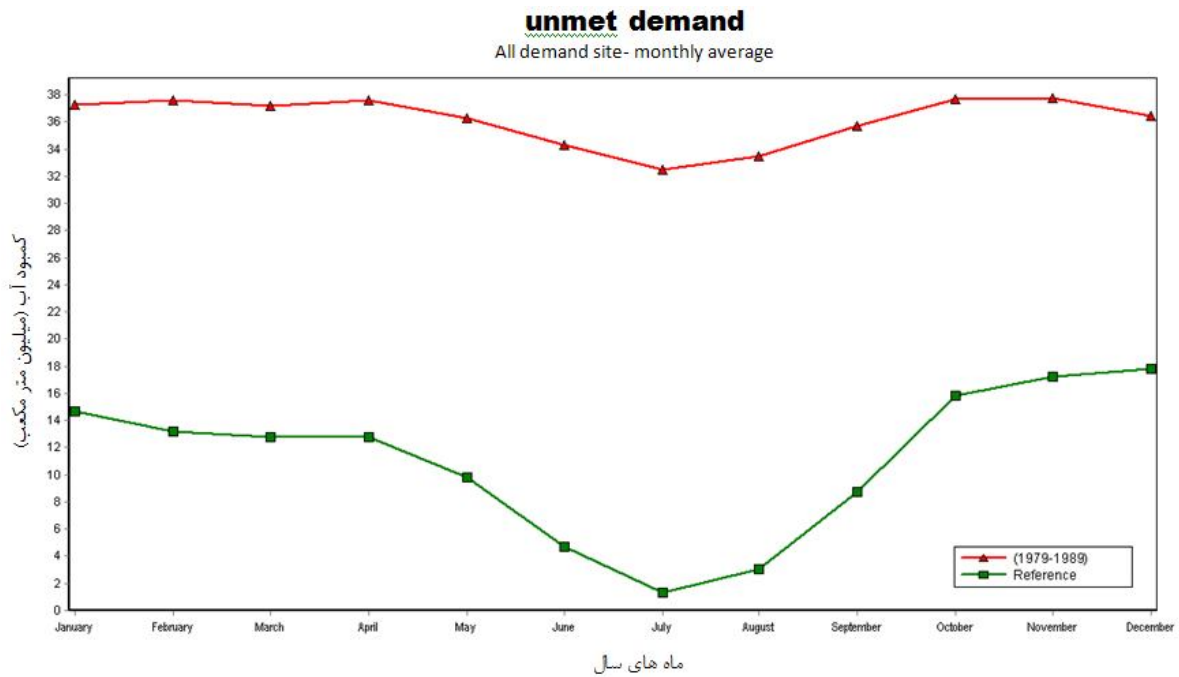
نتایج و بحث

با بررسی نمودارهای حجم آب ذخیره شده سد های در حال بهره برداری حوزه آبریز مشخص گردید که در دومین سناریو تعریف شده در مدل که سری آبدهی دهه اخیر اعمال شده بود حجم آب ذخیره شده سد ها بشدت کاهش یافته است. همچنین در بیشتر ایام سال آب موجود و قابل استحصال به مراتب کمتر از حبابه های آن حوزه است و در تامین تخصیص ها خطر کمبود آب احساس می شود. در نتیجه اصلاح و تعدیل تخصیص های منابع آب با توجه به کمبود آبدهی های دهه اخیر ضروری بنظر می رسد.

در جدول شماره ۳ میزان کمبودهای منابع آب برای هر دو سناریو ارائه شده است. مشاهده می شود در سناریو متوسط آبدهی دراز مدت ۱۳۱/۹۲ میلیون متر مکعب کمبود آب سالانه برای برداشت های ذکر شده در جداول ۱ و ۲ وجود دارد در حالیکه در سناریو کوتاه مدت دهه اخیر این میزان به ۴۳۳/۵۹ میلیون متر مکعب در سال افزایش یافته است.

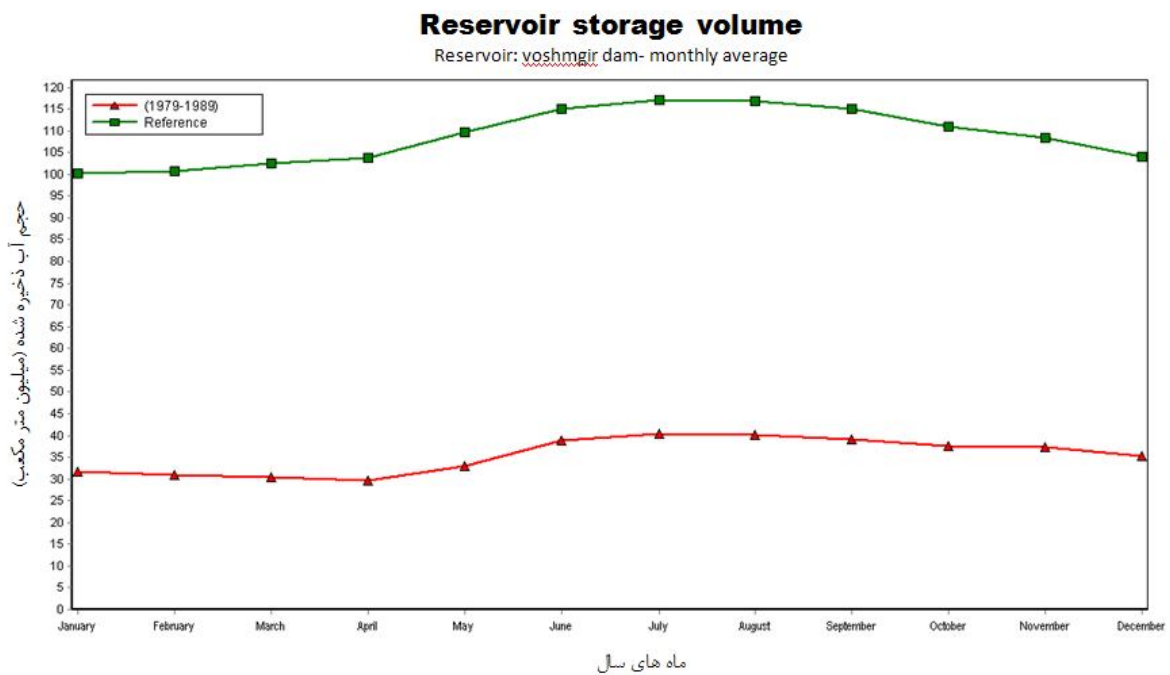
جدول ۳. جدول مقادیر کمبود آب برای دو سناریو (میلیون متر مکعب)

نام سناریو	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	مجموع
(1354 - 1389)	14/66	13/15	12/77	12/81	9/81	4/71	1/31	3/08	8/75	15/82	17/22	17/83	131/92
(1379 - 1389)	37/26	37/59	37/15	37/63	36/26	34/32	32/46	33/44	35/67	37/64	37/73	36/43	433/59



شکل ۴. نمودار عدم تأمین تخصیص های آب در دو سناریو در حوزه آبریز گرگانرود

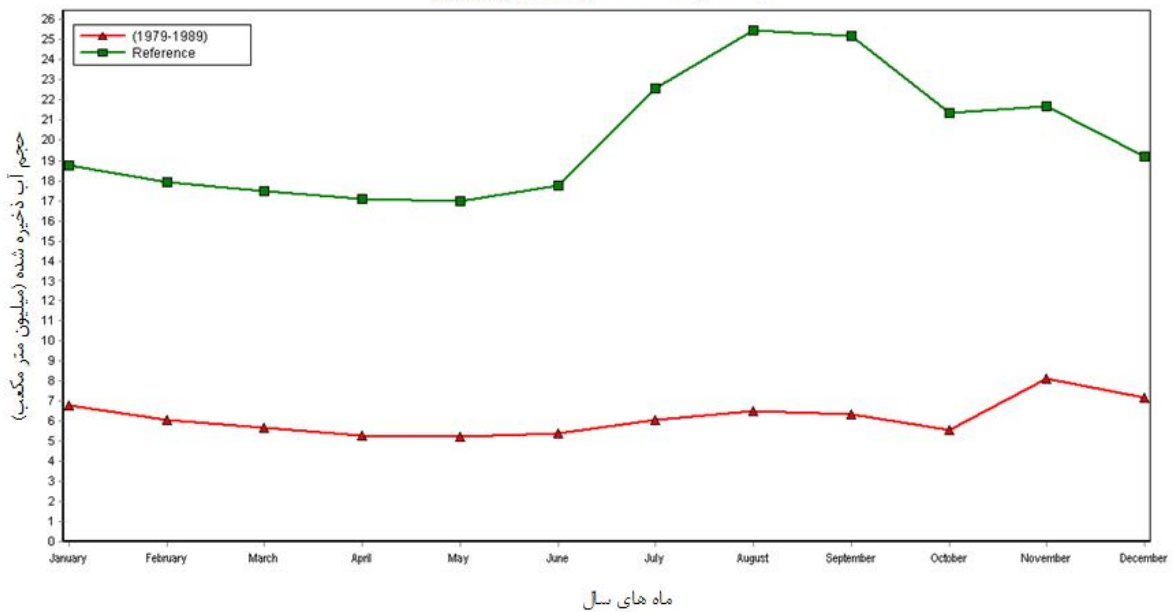
همانگونه که در شکل ۴ مشاهده می شود حوزه آبریز مورد مطالعه در طی سال های اخیر با کمبود آبدهی قابل توجهی روبه رو بوده است در نتیجه درصد عدم تأمین آب در ایام سال در سناریو دوم افزایش یافته است.



شکل ۵. نمودار حجم آب ذخیره شده در سد وشمگیر در دو سناریو مورد بررسی

Reservoir storage volume

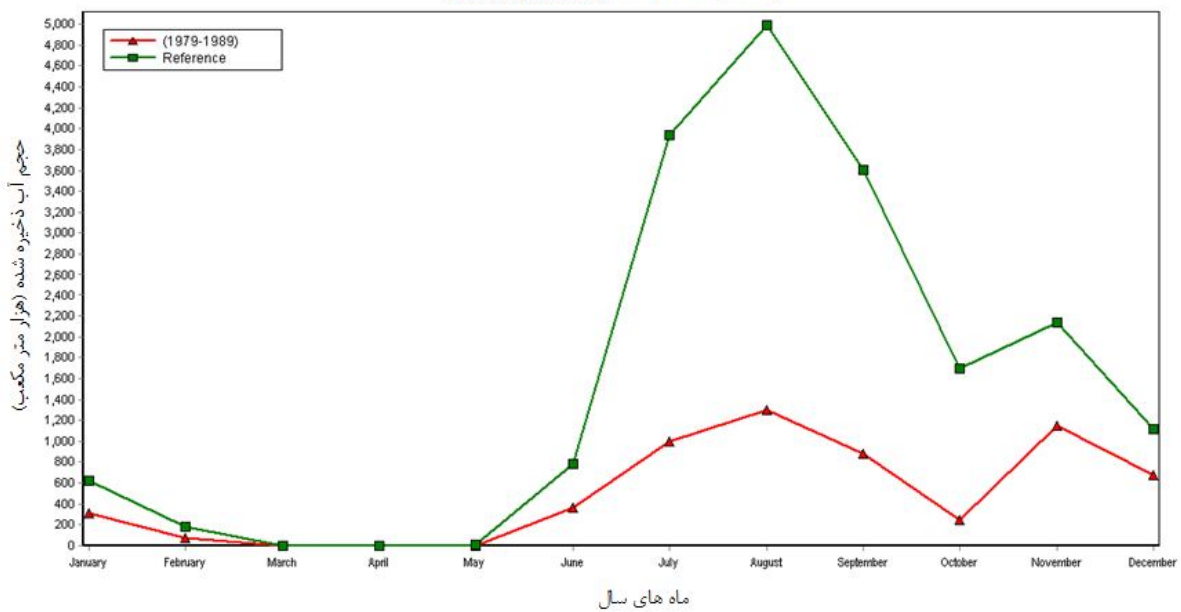
Reservoir:golestan dam- monthly average



شکل ۶. نمودار حجم آب ذخیره شده در سد گلستان در دو سناریو مورد بررسی

Reservoir storage volume

Reservoir:boostan dam- monthly average



شکل ۷. نمودار حجم آب ذخیره شده در سد بوستان در دو سناریو مورد بررسی

همانگونه که از نمودارهای ۵، ۶ و ۷ مشاهده می شود حجم آب ذخیره شده در سد های موجود در حوزه آبریز در سناریو دهه اخیر بشدت کاهش یافته است. بنابراین در سال های اخیر بسیاری از مناطق در معرض چالش های سنگین تامین تخصیص منابع آب روبه رو بوده است.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از مدل ضرورت اصلاح و تعدیل تخصیص های منابع آب امری ضروری بنظر می رسد در غیر اینصورت میزان آب تامین نشده در ایام سال افزایش خواهد یافت و در بسیاری از ماه های سال تخصیص ها تامین نخواهد شد. لذا در هر آبراهه پس از رها سازی حداقل آب مورد نیاز برای محیط زیست مابقی آن صرف اولویت های نخست تخصیص می شود و در نهایت در صورت باقی ماندن آب کافی می توان به توسعه منابع آبی اندیشید. در حال حاضر با توجه به تغییرات اقلیمی و در پی آن کاهش آبدهی رودخانه ها بسیاری از طرح های در دست مطالعه و اجرا، آب کافی برای دوره بهره برداری نخواهد داشت و بلا استفاده باقی می ماند. بنابراین ضروری بنظر می رسد که تخصیص در تمامی رودخانه هایی که طرح های توسعه منابع آب در دست اقدام می باشد بازنگری و برآورد تخصیص جدید رودخانه مطابق با آمار آبدهی دهه اخیر صورت گیرد تا در صورت عدم وجود آب کافی مطالعه و اجرای طرح های بلا استفاده متوقف شود.

منابع

1. کاظم، م.، محمدی، س.، مکنون، ر. ۱۳۸۸. بررسی اثرات تغییر اقلیم بر روی تخصیص منابع آب با استفاده از مدل WEAP مطالعه موردی حوضه زنجانرود. اولین کنفرانس بین المللی مدیریت منابع آب، شاهرود.
2. یزدان پناه، ط.، خدانشناس، س.، داوری، ک.، قهرمان، ب. ۱۳۸۷. مدیریت منابع آب حوضه آبریز با استفاده از مدل WEAP مطالعه موردی حوضه ازغند. مجله علوم و صنایع غذایی، ویژه آب و خاک، جلد ۲۲، شماره ۱، صفحات ۲۲۲-۲۱۳.
3. مساعدی، ا.، کوهستانی، ن. ۱۳۸۸. تحلیل روند تغییرات دبی رودخانه های استان گلستان با استفاده از روش های پارامتری و ناپارامتری، دومین کنفرانس سراسری آب، بهبهان.
4. فرهنگی، م.، بزرگ حداد، ا. ۱۳۸۹. ارزیابی معیارهای تخصیص در مدل های مدیریت سیستم مخازن در شرایط کم آبی مطالعه موردی حوضه کارون، مجله پژوهش آب ایران، سال چهارم، شماره هفتم، صفحات ۴۶-۳۳.
5. سعیدی نیا، م.، صمدی بروجنی، ح.، فتاحی، ر. ۱۳۸۷. بررسی طرح های انتقال آب بین حوضه ای با استفاده از مدل WEAP مطالعه موردی تونل بهشت آباد، مجله پژوهش آب ایران، سال دوم، شماره سوم، صفحات ۴۴-۳۳.
6. Wilby, R. L., Whitehead, P. G., Wade, A. J., Butterfield, D., Davis, R.J., Watts, G., 2006. Integrated modeling of climate change impacts on water resources and quality in a lowland catchment: River Kennet, UK, journal of hydrology, 204-220.
7. Yates, D., Purkey, D., Sieber, J., Huber, A., Galbraith, J. 2005. A Physically-Based, Water Resource Planning Model of the SACRAMENTO Basin, California USA. ASCE J. of Water Resources Planning and Management.
8. Ringler, C., et al., 2004. Water Allocation Policies for the DONG NAI Basin in Vietnam: An Integrated Perspective, Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) - International Food Policy Research Institute (IFPRI)
9. Kite, G., Droogers, P., Murry-Rust, H., Voogt, K., 2001. Modeling Scenarios for Water Allocation in the Gediz Basin, Turkey. IWMI Research Report 50. Colombo, Sri Lanka.