

مدیریت منابع آب حوضه آبریز با استفاده از مدل WEAP (مطالعه موردی حوضه ازغنده)

طلایزان بناء - سیدرضا خداشناس* - کامران داوری - بیژن قهرمان^۱

تاریخ دریافت: ۸۶/۸/۱۲

تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۱/۱۵

چکیده

امروزه افزایش فاصله بین عرضه و تقاضا، توجه جدی به مبانی تخصیص بهینه آب را اجتناب ناپذیر نموده و مدیریت عرضه و تقاضا آب راضوری می‌نماید. در راستای ضرورت این امر از مدل WEAP جهت برنامه ریزی و مدیریت عرضه و تقاضا در حوضه آبریز ازغنده واقع در استان خراسان رضوی استفاده شد. منبع اصلی تأمین آب در این حوضه آب زیرزمینی می‌باشد. در جهت برنامه ریزی و مدیریت منطقه تحت مطالعه در محیط مدل سازی، ستاریوهای مختلفی تا سال ۱۴۰۰ اعمال شد و تأثیر آن بر وضعیت عرضه و تقاضا در منطقه، مورد مطالعه قرار گرفت. این مطالعه نشان داد که با تغییر الگوی کشت و یا کاهش سطح زیر کشت اراضی کشاورزی، می‌توان به شرایط تعادل آب زیرزمینی دست یافت. همچنین با استفاده از سیستم‌های توین آبیاری تحت نشار در صورت کاهش سطح زیر کشت اراضی کشاورزی، تا حدودی می‌توان ذخیره آب زیرزمینی را افزایش داد ولی در صورتی که استفاده از سیستم‌های تحت نشار با افزایش سطح زیر کشت همراه باشد افت آب زیرزمینی تشدید خواهد شد. همچنین تأثیر افزایش نرخ رشد جمعیت در سطح حوضه آبریز بر وضعیت منبع آب زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفت و این نتیجه به دست آمد که نرخ رشد جمعیت تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر وضعیت میزان تقاضا و تغیرات افت سطح آب زیرزمینی در سطح حوضه آبریز ندارد.

واژه‌های کلیدی: مدل سازی حوضه آبریز، مدیریت حوضه آبریز، WEAP

مقدمه

در مدیریت منابع آب لازم است تا در ابتدا درک درستی از رفتار طبیعی سیستم هیدرولوژی جهت مدیریت رویدادهای هیدرولوژیکی وجود داشته باشد^(۱). در دهه‌های گذشته باشد قابلیت‌های نرم افزاری، امکان توسعه مدل‌های رایانه‌ای فراهم شده است که به توانه خود نقش مؤثری در بهینه سازی و شبیه سازی منابع آب داشته است. امروزه تجزیه و تحلیل مسائل منابع آب با استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی که فرآیندهایی از قبیل بارش، تبخیر، نفوذ و رواناب و همچنین مدل‌های هیدرولیکی که تأثیر سازه‌هایی از قبیل سدها و کانال‌ها در مدیریت سیستم را شبیه سازی می‌کنند از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. با استفاده از این مدل‌ها می‌توان آب را در سطح حوضه آبریز بین محل‌های مصرف شهری، کشاورزی، صنعتی و حفاظت محیط زیست بگونه‌ای تخصیص داد که کمترین مشکلات را در حال و آینده بوجود آورد.

با توجه به کمبود شدید آب در جهان و افزایش روز افزون تقاضا، نقش مدیریت عرضه و تقاضا این ماده حیاتی بسیار با اهمیت می‌باشد. ایران جزء کشورهای خشک و نیمه خشک جهان است که به دلیل رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی و توسعه بخش‌های کشاورزی و صنعت پیوسته با افزایش تقاضای آب مواجه بوده است. تداوم افزایش میزان تقاضا باعث افزایش شکاف میان عرضه و تقاضای آب در آینده خواهد شد. اصل اساسی در مدیریت منابع آب ارتباط متقابل انسان و طبیعت می‌باشد و با توجه به دخیل بودن متغیرهای زیاد مکانی و زمانی در این ارتباط، رسیدن به یک راه حل ثابت و پایدار در اکثر موقع غیر ممکن است. بنابر این لازم است در هر محل با توجه به شرایط خاص آن راه حل مناسب انتخاب شود و این راه حل نیز به مرور زمان تصحیح و بهینه شود.

*-به ترتیب کارشناس ارشد آبیاری زهکشی، استادیاران و دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

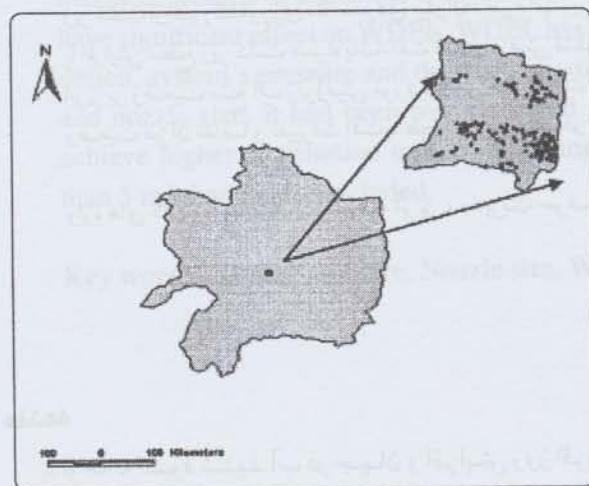
** نویسنده مستول Email: khodashenas@ferdowsi.um.ac.ir

سال پایه اخذ می شوند^(۹).

مواد و روشها

حوضه مورد مطالعه

حوضه مورد مطالعه جهت مدل سازی، حوضه آبریز از غند واقع در استان خراسان رضوی می باشد. مهمترین منبع تأمین آب در سطح حوضه، آب زیرزمینی است. به علت برداشت زیاد از آب زیرزمینی، دشت از غند از سال ۱۳۶۳ به عنوان یکی از دشتهای منوعه استان اعلام شده است و تاکنون این ممنوعیت ادامه دارد^(۱). شکل ۱ موقعیت حوضه آبریز دشت از غند در استان خراسان رضوی و همچین پراکنش چاه های موجود در سطح حوضه را نشان می دهد.



شکل (۱) موقعیت حوضه آبریز دشت از غند در استان خراسان رضوی و پراکنش چاه های موجود در سطح حوضه

در این حوضه برای مدل کردن تقاضا، مصارف و ارتباط آنها با منابع تأمین آب از مدل WEAP استفاده شد. 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 سناریوهای مختلفی در سال پایه و در آینده جهت برنامه ریزی و مدیریت منابع و تقاضا در محیط مدل سازی شده در منطقه تحت مطالعه اعمال می گردد؛ بدین ترتیب میتوان تأثیر سناریوهای مختلف را مورد بررسی قرارداد^(۹). در این مطالعه سال پایه سال ۱۳۸۰ و سال

اینگونه مدلها که به مدلها مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM) موسومند با درنظر گرفتن رویدادهای هیدرولوژیکی مختلف، تخصیص منابع آب را در سطح حوضه آبریز بعهده می گیرند^(۶). مدلها زیادی در این زمینه توسعه داده شده اند. یعنوان مثال مدل (۱۹۷۰) Modism جهت شبیه سازی عملکرد مخازن و رودخانه ها و مدیریت تقاضای آب برای مراحل زمانی روزانه، ماهانه و هفتگی بکار گرفته می شود^(۷). مدل (۱۹۹۶) SWAT یک مدل تحلیلی، کیفی و با پیوستگی زمانی است که توسط سرویس تحقیقات کشاورزی امریکا توسعه داده شده است. مدل اخیر یک مدل نیمه توزیعی بوده که برای شبیه سازی حوضه آبخیز بصورت پیوسته در مقیاس روزانه عمل می کند و برای پیش بینی اثر روش های مدیریتی متفاوت زمین بر روی بدنه جریان، رسوب، عناصر غذایی و بیلان مواد شیمیایی در حوضه های زراعی بزرگ با خاک و کاربری متغیر اراضی برای بازه های زمانی طولانی تهیه و توسعه یافته است^(۸). مدل (۱۹۹۰) WEAP^۱ 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 تقدیم اختصاص یافته به منابع آب، مسائل اقتصادی، کیفیت آب، تأثیرات کاربری اراضی و آب و هوای منابع و مصارف آب می باشد. تحلیل می تواند در مقیاس مکانی و زمانی و با استفاده از اطلاعات موجود صورت گیرد^(۹).

با توجه به بحران آب و اهمیت برنامه ریزی و مدیریت منابع آب در کشور، تحقیق حاضر سعی بر این دارد تا با کاربرد مدل یکپارچه منابع آب درک بهتری از مدیریت منابع آب را ایجاد نموده و یعنوان یک پشتیان موثر در تصمیم گیری های حال و آینده باشد. در این تحقیق از مدل WEAP جهت برنامه ریزی و مدیریت منابع آب استفاده شده است. پایه این نرم افزار براساس محاسبه بیلان آب است که در آن هم مدیریت منابع آب و هم مدیریت محیط زیست مورد توجه قرار گرفته است. ساختار مدیریتی در WEAP با استفاده از سناریوهایی که در آن نوشته می شود و ضعیت آینده آب را نشان می دهد که در آن می توان تأثیر آب و هوای مدیریت کاربری اراضی، تقاضا، تنظیمات و برنامه ریزی ها را مشخص کرد. سناریوها از

مقدار تلفات در مکان مصرف تقاضا، مقدار جریان قابل توزیع مجدد در مکان مصرف تقاضا و یا در صورت وجود استفاده از الگوهای مدیریتی در هر مکان مصرف تقاضا را در نظر گرفت. همچنین برای مدل سازی جریان آب زیرزمینی که در اینجا به صورت یکجا در نظر گرفته شده است، مقدار جریان آب زیرزمینی در انتهای هر دوره برابر با حجم ذخیره شده در ابتدا، بعلاوه حجم جریانهای ورودی از منابع تغذیه ای طبیعی و جریانهای بازگشته مکان مصرفهای تقاضا و تصفیه خانه‌های فاضلاب، منهای باز پس گیری توسط مکان مصرفهای تقاضا می‌باشد.

در نهایت پس از وارد کردن اطلاعات لازم به مدل، شبیه‌سازی منطقه در سال پایه انجام می‌شود. برای شبیه‌سازی منطقه در سال پایه تا حد ممکن سعی شد داده‌ها طوری تعديل شوند تا شرایط مدل سازی شده به شرایط واقعی در منطقه تزدیک باشد. با توجه به اینکه در منطقه مورد مطالعه استگاه هیدرومتری وجود ندارد لذا برای واسنجی منطقه مورد مطالعه به آمار چاههای پیزومتری استناد شد و در نهایت مدل به گونه‌ای واسنجی شد که افت سطح آب زیرزمینی که توسط مدل نشان داده شد با افت سطح آب زیرزمینی که توسط چاههای پیزومتری نشان داده شده است همخوانی داشته باشد. به عبارت دیگر کسری مخزن آب زیرزمینی با کسری مخزن که توسط مدل نشان داده می‌شود، یکسان باشد (کسری مخزن در سال پایه با استفاده از تیسن بنده چاههای پیزومتری مطابق جدول ۲۲، ۶ میلیون متر مکعب به دست آمد)؛ همچنین تمام مکان مصرف‌های متقارنی بتوانند ۱۰۰ درصد نیاز خود را از منابع دریافت کنند (برای مثال با روشهای نظری کم آبیاری همانطور که عملاً واقع می‌شود).

سناریونویسی جهت مدیریت منطقه مورد مطالعه

بعد از مدل سازی منطقه در سال پایه به مدیریت منطقه مورد مطالعه در محیط مدل سازی با استفاده از سناریونویسی پرداخته شد. سناریوهای مورد بحث و بررسی در این مقاله، دو دسته می‌باشند:

الف. سناریوهای مربوط به حذف ذخیره منفی در سیستم آب زیرزمینی در سال پایه (این سناریوها قابلیت مدل را در مدیریت عرضه و تقاضا در هر سال دلخواه، البته در صورت وجود اطلاعات مناسب را نشان می‌دهد). سناریوی الف شامل موارد زیر

انتهایی برای مدل‌سازی سال ۱۴۰۰ انتخاب شده است. بررسی تغییرات عرضه و تقاضا در سطح حوضه آبریز در آینده با کمک سناریوی مرجع صورت می‌گیرد. این سناریویک سناریوی پایه است که در آن از داده‌های واقعی استفاده شده تا بتوان به این وسیله، بهترین تخمین از دوره مورد مطالعه را انجام داد. همچنین سناریوی مرجع نشان می‌دهد، چنانچه روند کنونی در آینده ادامه یابد، چه اتفاقی خواهد افتاد.

با استفاده از اطلاعات گرفته شده از سازمان آب منطقه‌ای خراسان رضوی، شهر و روستاهای موجود در سطح حوضه آبریز از غند به ۱۰ مکان مصرف روستایی و ۱ مکان مصرف شهری و اراضی کشاورزی به ۱۶ مکان مصرف کشاورزی و مکان مصرف‌های مربوط به صنعت و معدن به ۴ گروه دسته بندی شد که این دسته بندی جهت تسريع در تجزیه و تحلیل بوده است.

شبیه‌سازی منطقه مورد مطالعه در سال پایه با استفاده از مدل منظور از شبیه‌سازی منطقه مورد مطالعه در سال پایه برآورده مناسب از وضعیت منابع و مصارف در وضع موجود (در سال ۱۳۸۰) است.

در مدل WEAP نیاز یک مکان مصرف تقاضا بعنوان مجموعی از نیازها برای تمامی شاخه‌های زیر دست مکان مصرف تقاضا کننده محاسبه می‌شود. کل تقاضای سالانه هر مکان مصرف می‌تواند از معادله (۱) بدست آید.

$$A_{DS} = (\sum T_{BR} \times W_{BR}) \quad (1)$$

که در آن:

A_{DS} = مقدار تقاضای سالانه برای هر مکان مصرف تقاضا
(AnnualDemand_{DS})

T_{BR} = سطح فعال برای هر مکان مصرف تقاضا
(TotalActivityLevel_{Br}) این پارامتر برای اراضی کشاورزی سطح زیر کشت، برای مکان مصرفهای شهری و روستایی مقدار جمعیت در آن مکان مصرف و برای مکان مصرف صنعتی مقدار تولید در طول سال می‌باشد.

T_{BR} = مقدار مصرف آب سالانه در هر واحد از کل سطح فعال برای مکان مصرف تقاضا (WaterUseRate_{Br})
برای محاسبه نیاز از منبع عرضه در مکان مصرف تقاضا باید

کاهش ذخیره	افزایش ذخیره	ماه	جدول (۲) تغییرات ذخیره آب زیرزمینی در ماههای مختلف در سال پایه
آوریل			۲/۱۷
مای			۳/۰۹
جون			۳/۰۴
جولای			۲/۶۶
آگوست			۲/۵۳
سپتامبر			۲/۶۹
اکتبر			۱/۵۳
نوامبر			۰/۰۴
دسامبر			۱/۳۲
ژانویه			۲/۶۸
فوریه			۲/۶۸
مارس			۱/۷۳
جمع		۱۰	۱۶/۲

کشاورزی و تغییرات جمعیت چه تأثیری در مقدار تقاضا خواهد گذاشت؟ در ادامه با اعمال سناریو های مختلف سعی می شود روش های مناسبی برای بهینه کردن مصرف آب ارائه شود.

سناریوی الف: تعادل رسانی در سال پایه

الف ۱) تعادل رسانی به کمک تغییر الگوی کشت

این سناریو تأثیر تغییر الگوی کشت اراضی زراعی و باقی را به منظور تعادل بخشی سیستم عرضه و تقاضا نشان می دهد. با توجه به اینکه هدف کاهش ذخیره منطقه سالانه و به تعادل رساندن مخزن آب زیرزمینی می باشد و بیشترین کاهش ذخیره مخزن در دو فصل بهار و تابستان به علت نیاز زیاد باغات به آب اتفاق می افتاد، لذا می توان با کاهش سطح زیر کشت باغات و افزایش سطح زیر کشت محصولات زراعی باعث به تعادل رسیدن عرضه و تقاضا شد. لذا در این سناریو از الگوی کشت پیشنهادی گندم، زیره و زعفران بجای کشت باغات استفاده شد. با کاهش سطح زیر کشت باغات به میزان ۵۰ درصد و تخصیص آن به کشت گندم، زیره و زعفران ذخیره منطقی آب زیرزمینی حذف شد. طبق جدول ۳ تأثیر مدل نشان داد در صورت تغییر الگوی کشت مقدار تقاضا از ۸۰/۳۸

- می شود:
- تأثیر کاهش سطح زیر کشت اراضی زراعی و باقی بر کاهش کسری مخزن آب زیرزمینی و حتی حذف آن
 - تأثیر تغییر الگوی کشت مکان مصرف های کشاورزی بر کاهش کسری مخزن آب زیرزمینی و حتی حذف آن
 - تأثیر سناریوهای مربوط به بررسی تغییرات عرضه و تقاضا در سطح حوضه آبریز در آینده (۱۴۰۰-۱۳۸۰). سناریوی ب شامل موارد زیر می شود:
 - تأثیر تغییر نرخ رشد جمعیت بر وضعیت عرضه و تقاضا از سال پایه تا سال ۱۴۰۰
 - تأثیر افزایش راندمان کاربرد آب در مزارع (از ۵۰ درصد به ۹۰ درصد) بر وضعیت عرضه و تقاضا از سال پایه تا سال ۱۴۰۰

نتایج و بحث

بر اساس بررسی های انجام شده مقدار آب مورد نیاز در بخش های مختلف در حوضه از غند بصورت جدول ۱ می باشد. همچنین مقدار حجم آب ذخیره شده در ماه های مختلف در سال پایه بصورت جدول ۲ می باشد. طبق جدول ۲ تغییرات ذخیره در سال آبی ۱۳۸۱-۱۳۸۰، آبخوان حوضه از غند با ۲۶ میلیون متر مکعب کاهش حجم مواجه است.

جدول (۱) مقدار آب مورد نیاز در بخش های مختلف در حوزه از غند

کشاورزی	۷۹/۶۲
شهری	۰/۶۹
صنعتی	۰/۰۷
جمع	۸۰/۳۸

مدیریت منابع آب داشت از غند با سناریو نویسی: سوالهای اساسی که در بحث مدیریت منابع آب برای استفاده بهینه از منابع آبی مطرح می شود بصورت زیر می باشند. تأثیری که به تعادل رسیدن سیستم بر مقدار نیاز از منابع عرضه خواهد گذاشت، چه می باشد؟ استفاده از روش آبیاری قطره ای و بارانی چه تأثیری در سایتهای منقاضی کشاورزی و در کل حوضه آبریز از غند دارد؟ اعمال شیوه های مدیریت تقاضا در شهر و روستا و صنعت چه تأثیری در مقدار مصرف می گذارد؟ تغییرات سطح اراضی

زیرزمینی در ماه های مختلف خواهد گذاشت، مطابق با جدول ۴ می باشد.

جدول(۴) تأثیر سناریوهای الف بر تغییرات ذخیره آب زیرزمینی در ماه های مختلف

الف(۲) تعادل رسانی به کمک کاهش اراضی تحت کشت زراعی و باغی				
ماه	الگوی کشت	کاهش اراضی تحت کشت	الف(۱) تعادل رسانی به کمک تغییر	الف(۲) تعادل رسانی به کمک تغییر
آوریل	زراعی و باغی	کاهش ذخیره افزایش ذخیره کاهش ذخیره افزایش ذخیره	کاهش اراضی کشت	کاهش اراضی کشت
مای	جون	۱/۹۶	۱/۹۰	۱/۵۰
جولای	اگوست	۱/۹۷	۱/۹۵	۱/۷۴
سپتامبر	اکتبر	۱/۹۸	۱/۹۶	۱/۲۳
نوامبر	دسامبر	۱/۹۸	۱/۹۷	۱/۴۲
ژانویه	فوریه	۱/۹۵	۱/۹۵	۲/۹۷
مارس	مارس	۱/۹۵	۱/۹۵	۲/۹۷
جمع		۹/۲	۹/۲	۱۰/۵
		۱۰/۵	۱۰/۵	۱۰/۵

سناریوی ب: بررسی تغییرات عرضه و تقاضا در سطح حوضه آبریز در آینده

بررسی تغییرات عرضه و تقاضا در سطح حوضه آبریز در آینده

۶۵ میلیون متر مکعب می رسد، بدین ترتیب با کاهش تقاضا به میزان ۱۵,۳۸ میلیون متر مکعب، کسری مخزن آب زیرزمینی حذف می شود.

الف(۲) تعادل رسانی به کمک کاهش اراضی تحت کشت زراعی و باغی راه دیگری که می توان برای به تعادل رساندن سیستم عرضه و تقاضا پیشنهاد کرد تغییر الگوی کشت محصولات کشاورزی و باغی برای هر مکان مصرف می باشد.

الگوی کشت برای منطقه مورد مطالعه در سال پایه شامل کشت محصولات زراعی شامل گندم، جو، زعفران، چغندر قند و محصولات باغی از قبیل: سیب، گلابی، انگور می باشد به طوری که سطح زیر کشت کل محصولات زراعی و باغی در کل منطقه مطالعه در سال پایه ۸۶۴۲ هکتار است.

در این سناریو برای تمامی مکان مصرف های کشاورزی موجود (۱۶ مکان مصرف) به مقدار یکسان از سطوح زیر کشت کاسته شد البته با توجه به مصرف بیشتر باغات در هر مکان مصرف کاهش سطح زیر کشت باغات نسبت به زراعت بیشتر در نظر گرفته شد. پس از چند بار سعی و خطای در مدل با کاهش سطح زیر کشت باغات به میزان ۲۹ درصد و سطح کشت اراضی زراعی به میزان ۶ درصد، تعادل در مخزن آب زیرزمینی برقرار شد یا به عبارتی کسری مخزن به صفر رسید. طبق جدول ۳ در این حالت مقدار تقاضا به میزان ۱۴,۴۵ میلیون متر مکعب کاهش پیدا کرد و تمام مکان مصرف های متقاضی ۱۰۰ درصد نیاز خود را تأمین کردند. تأثیری که سناریوهای الف ۱ و الف ۲ بر تغییرات ذخیره آب

جدول(۳) نتایج سناریوهای الف تعادل رسانی در سال پایه

سناریو	شرح تغییرات	میزان کاهش تقاضا (MCM)	تقاضا اولیه (MCM)	تقاضا بعد از تغییر (MCM)	میزان کاهش تقاضا (MCM)
الف(۱) تعادل رسانی به کمک تغییر الگوی کشت گندم، زیره و زعفران	کاهش سطح زیر کشت باغات به میزان ۵۰٪ در تخصیص آن به کشت گندم، زیره و زعفران	۱۵/۳۸	۶۵	۸۰/۳۸	۸۰/۳۸
الف(۲) تعادل رسانی به کمک کاهش اراضی تحت درصد و سطح کشت اراضی زراعی به میزان ۶ درصد، کشت زراعی و باغی	سطح زیر کشت باغات به میزان ۲۹ درصد و سطح کشت اراضی زراعی به میزان ۶ درصد،	۱۴/۴۵	۶۵/۹۳	۸۰/۳۸	۲۹

مورد مطالعه را به خود اختصاص می دهد، در یک دوره ۲۰ ساله، تغییرات در مصرف آب در شهر و روستا مثل افزایش جمعیت، تأثیر چندانی بر وضعیت منابع آب ندارد و تمام مکان مصرف های مقاضی به راحتی می توانند تمام نیاز خود را تأمین کنند. به طوری که اگر تا سال ۱۴۰۰ هیچ تغییری در مکان مصرف های کشاورزی و صنعتی به وجود نیاید و تنها در شهر و روستا نرخ جمعیت سالانه ۴ درصد رشد داشته باشد، تمام مکان مصرف های می توانند تمام نیاز خود را از منابع تأمین کنند و عدم تأمین آب از منابع وجود ندارد.

ب) ۲) تأثیر استفاده از تکنولوژی در سیستمهای آبیاری (افزایش راندمان کاربرد تا ۹۰ درصد با استفاده از آبیاری قطره ای) در این سناریو تأثیر مجهششدن تمام اراضی کشاورزی و باغی به سیستمهای آبیاری قطره ای با راندمان کاربرد ۹۰ درصد تا سال ۱۴۰۰، بر آب مورد نیاز از منابع و کسری مخزن آب زیرزمینی بررسی شده است، قابل ذکر است که در سناریوی مرجع راندمان کاربرد آب در مزرعه ۵۰ درصد در نظر گرفته شده است. نتایج این سناریو مطابق جدول ۶ می باشد. در این جدول تأثیر افزایش راندمان آبیاری بر وضعیت آب مورد نیاز از منابع در سه حالت بدون تغییر سطح زیر کشت، با افزایش سطح زیر کشت و با کاهش سطح زیر کشت سالانه ۱ درصد از سال پایه مورد بررسی قرار گرفته است و با سناریوی مرجع مقایسه شده است. با توجه به جدول ۶ می توان گفت افزایش راندمان آبیاری باعث می شود که برداشت از منبع آب کاهش یابد به طوری که افزایش

با کمک سناریوی مرجع صورت می گیرد. این سناریو یک سناریو پایه است که در آن از داده های واقعی استفاده شده است. اهداف سناریوی مرجع این است که یاد می دهد، چه اتفاقی خواهد افتاد، چنانچه روند کنونی ادامه یابد سناریوی مرجع چگونگی الگوی مصرف آب را در غیاب هرگونه سیاستی برای آینده آزمایش خواهد کرد. در این سناریو تمام فرضیات مربوط به سال پایه، ثابت در نظر گرفته می شود و تنها نرخ رشد جمعیت ۱٪/۷ فرض می شود.

ب) ۱) تأثیر تغییرات نرخ رشد جمعیت

در این سناریو تأثیر تغییرات سریع رشد جمعیت سالانه به میزان ۴٪ و تغییرات ملایم رشد جمعیت سالانه به میزان ۲٪ در شهر و روستا و همچنین تأثیر مهاجرت (کاهش نرخ رشد جمعیت در روستا به دلیل مهاجرت سالانه به میزان ۵٪/۰ و افزایش نرخ رشد جمعیت در شهر سالانه به میزان ۴٪) بر مقدار عرضه و تقاضا تا سال ۱۴۰۰ مورد بررسی قرار گرفت.

در این سناریو نتایج مطابق با جدول ۵ می باشد. این جدول تأثیر تغییر نرخ رشد جمعیت را بر وضعیت تقاضا در کل سطح حوضه آبریز و تأثیر تغییرات نرخ رشد جمعیت بر کاهش ذخیره آب زیرزمینی در ماه سپتامبر (باتوجه به اینکه معمولاً در این ماه، حداقل ذخیره آب زیرزمینی وجود دارد) و همچنین متوسط کسری مخزن را در دوره ۲۰ ساله را نشان می دهد.

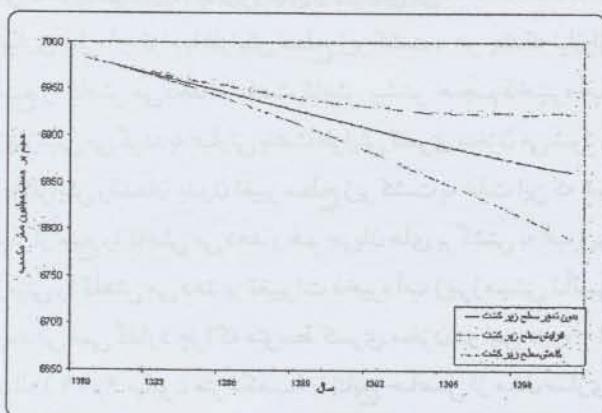
باتوجه به نتایج جدول ۵ می توان نتیجه گرفت از آنجا که تقاضا برای آب در شهر و روستا در صد ناچیزی از تقاضای کل در منطقه

جدول(۵) سناریو ب) ۱) تأثیر تغییرات نرخ رشد جمعیت بر میزان تقاضا در کل حوضه آبریز و بر تغییرات ذخیره آب زیرزمینی در ماه سپتامبر و متوسط کسری مخزن از سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۴۰۰

سناریو	مرجع (نرخ رشد ۱٪/۷)	تغییرات سریع رشد جمعیت (نرخ رشد ۴٪)	تغییرات ملایم رشد جمعیت (نرخ رشد ۲٪/۳)	مهاجرت
(MCM)	(MCM)	(MCM)	(MCM)	
سپتامبر ۱۴۰۰	سپتامبر ۱۴۰۰	سپتامبر ۱۴۰۰	سپتامبر ۱۴۰۰	
-۶/۱۹	۱۲۳/۷۵	۰/۲۷۵	۰/۲۷۵	
-۶/۲۳	۱۲۴/۵۰	۰/۸۱۸		
-۶/۱۹	۱۲۳/۹۰	۰/۳۷		
-۶/۱۸	۱۲۳/۶۱	۰/۳۰		

جدول(۶) تغییرات حجم آب مورد نیاز از منابع با افزایش راندمان از سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۴۰۰ (بر حسب میلیون متر مکعب)

سالانه٪	با کاهش سطح زیر کشت	بدون تغییر سطح	سیناریو
+۱۶/۹۳	-۱۳/۴۹	+۰/۲۷	مرجع
-۱۷	-۳۶/۲۵	-۲۷/۵۴	استفاده از آبیاری قطره‌ای در مزارع و باغات



شکل(۲) تأثیر افزایش راندمان بر ذخیره آب زیرزمینی در ماه سپتامبر از سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۴۰۰

در اراضی کشاورزی افزایش پیدا کند، کاهش ذخیره آب زیرزمینی تا آن سال ۱۳۸۰/۷۵۴ و متوسط کسری مخزن ۱۹/۶ میلیون متر مکعب خواهد بود. در حالی که چنانچه تا سال ۱۴۰۰ همه اراضی کشاورزی به آبیاری قطره‌ای مجهز شوند و سطح زیر کشت اراضی کشاورزی تا آن سال، سالانه ۱٪ کاهش پیدا کند، کاهش ذخیره

سطح زیر کشت این تأثیر کمتر و کاهش سطح زیر کشت این تأثیر بیشتر است؛ البته قابل ذکر است در این سیناریو افزایش سالیانه سطح زیر کشت همراه با افزایش راندمان ۹۰ درصد، باعث کاهش نیاز از منابع عرضه به مقدار ۱۷ میلیون متر مکعب تا سال ۱۴۰۰ خواهد شد؛ چنانچه راندمان آبیاری قطره‌ای ۸۰ درصد در نظر گرفته شود، تأثیری که افزایش سالیانه سطح زیر کشت همراه با افزایش راندمان تا سال ۱۴۰۰ بر کاهش نیاز از منابع عرضه می‌گذارد ۹/۷۳ میلیون متر مکعب و راندمان ۷۰ درصد ۰/۴۰۳ میلیون متر مکعب خواهد بود. بنابراین افزایش راندمان آبیاری تا ۷۰ درصد می‌تواند در کاهش نیاز از منابع عرضه مؤثر باشد.

تأثیری که افزایش راندمان از سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۴۰۰ بر کاهش حجم آب زیرزمینی ذخیره شده در ماه سپتامبر می‌گذارد، مطابق با جدول ۷ و شکل ۲ می‌باشد. همچنین متوسط کسری مخزن از سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۴۰۰ مطابق با جدول ۷ می‌باشد. با توجه به جداول ۶ و ۷ چنانچه تا سال ۱۴۰۰ راندمان آبیاری

جدول(۷) تأثیر استفاده از تکنولوژی در آبیاری باغات و مزارع در کاهش ذخیره آب زیرزمینی از سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۴۰۰ و کسری سالانه مخزن آب زیرزمینی (بر حسب میلیون متر مکعب)

سالانه٪	با افزایش سطح زیر کشت سالانه	با افزایش سطح زیر کشت	بدون تغییر سطح زیر کشت	سیناریو
-۹/۶۵	-۱۹۳	-۲۹	-۵۸	استفاده از آبیاری قطره‌ای در مزارع و باغات
-۶/۱۹	-۱۲۳/۷۵۴	-	-	

نتیجه گیری

این مطالعه نشان داد که با تغییر الگوی کشت و یا کاهش سطح زیر کشت اراضی کشاورزی میتوان به شرایط تعادل آب زیرزمینی دست یافت. همچنین تأثیر افزایش نرخ رشد جمعیت در سطح حوضه آبریز بر وضعیت منبع آب زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفت و این نتیجه به دست آمد که نرخ رشد جمعیت تأثیر قابل ملاحظه ای بر وضعیت میزان تقاضا و تغییرات افت سطح آب زیرزمینی در سطح حوضه آبریز ندارد. همچنین با استفاده از سیستمهای نوین آبیاری تحت فشار در صورت کاهش سطح زیر کشت اراضی کشاورزی، تا حدودی می توان ذخیره آب زیرزمینی را افزایش داد ولی در صورتیکه استفاده از سیستم های تحت فشار با افزایش سطح زیر کشت همراه باشد باعث افت شدید آب زیرزمینی خواهد شد. این مطالعه صرفاً بر اساس به تعادل رساندن ذخیره آب زیرزمینی انجام شده است و جنبه های اقتصادی در آن بررسی نشده است. مطمئناً در یک تحقیق دقیقتر باید مطالعات اقتصادی نیز مد نظر قرار گیرد.

آب زیرزمینی به ۵۸ و متوسط کسری مخزن به ۹۲ میلیون متر مکعب خواهد رسید. افزایش سطح زیر کشت تا سال ۱۴۰۰ و مجهز شدن تمام اراضی کشاورزی به آبیاری قطره ای باراندمان ۹۰ درصد باعث می شود که کاهش ذخیره آب زیرزمینی تا آن سال به ۹۳ و متوسط کسری مخزن به ۹۶۵ میلیون متر مکعب برسد. می توان نتیجه گرفت که استفاده از آبیاری قطره ای چنانچه با کاهش سطح زیر کشت همراه باشد هم نیاز از منبع را تا حد زیادی کاهش می دهد و هم ذخیره آب زیرزمینی را افزایش می دهد اما استفاده از آبیاری قطره ای توان با افزایش سطح زیر کشت، هر چندکه نیاز از منبع را کاهش می دهد اما باعث کاهش بیشتر حجم ذخیره آب زیرزمینی می گردد به عبارتی باعث افزایش کسری مخزن می شود. اما افزایش راندمان بدون تغییر سطح زیر کشت به علت این که هم نیاز از منبع را کاهش می دهد و هم جریان های برگشتی به آب زیرزمینی را کاهش می دهد بر تغییرات ذخیره آب زیرزمینی تأثیر چندانی نمی گذارد چرا که متوسط کسری مخزن در این دوره ۲۰ ساله (۱۹/۶ میلیون متر مکعب) با نتایج حاصل از مدل سازی سناریوی مرتع در این دوره همخوانی دارد.

منابع

۱- شرکت مهندسی مشاور سرو آب. ۱۳۷۴. «مطالعات بیلان آب دشت از غند»

2. A. Alfarra, 2004. Modeling water resource management in Lake Naivisha International Institute for Geo information science and earth observation enclosed, the Netherland
3. Dick Thomas, Steve Control, Vinca Tidwell, 2003. Dynamic water budget for evaluating sustainable water policy options, Department 6115, sandia National Laboratories
4. Muttiah, R. and R. Wurbs. 2002. Modeling the Impacts of Climate Change on Water Supply reliabilities. Water International 27, No. 3: 401-19.
5. Daniel P. Loucks and Eelco van Be, 2005. Water resources systems planning and management an introduction to methods, models and applications? published By United Nation Educational scientific and cultural organization / delft Hydraulic, the netherlands chapter1
6. J.Sieber, C.Swartzand and A.Huber-Lee, 2005. WEAP21 A Demand-, Priority-, and Preference-Driven Water Planning Model Part 1: Model Characteristics International Water Resources Association Water International, Volume 30, Number 4, Pages 487-500, December 2005
7. John W. Labadie and Marc L. Baldo, Roger Larson. 2000, MODSIM: Decision support system for river basin management documentation and user manual Department of Civil Engineering

Colorado State University & U.S Department of the Interior Bureau of Reclamation Pacific Northwest Region

8. N.Fohrer , K.Eckhardt, S.Haverkamp, H.G. Fereda. 1999 , Applying the SWAT model as a decision support tool for land use concepts in prepheral region in Germany, the 10the international soil conservation organization at Purda university and the USDA-ARS national Soil Erosion Research Labaratory.
9. J.Sieber, C.Swartzland and A.Huber-Lee, 2005. User guide for WEAP21, Stockholm Environment Institute Tellus Institute