بررسی نیاز آبی بر اساس تغییر الگوهای آبیاری و تاثیر آن بر بیلان آبی دشت یزد- اردکان

۱- احسان بذرافشان، دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
bazrafshan@stu.yazd.ac.ir
۲- حسین ملکی نژاد، دانشیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
۳- سید زین العابدین حسینی، استادیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
۴- فاطمه برزگری، استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام نور

دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۱۱
پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۱۴

چکیده

برآورد نیاز آبی، از مهم‌ترین عوامل در مدیریت منابع آب و از ضروریات هر طرح آبیاری و زهکشی به شمار می‌رود. برای تعیین نیاز آبی، بایستی تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع (ET_0) را برآورد کرد. میزان بهره‌برداری از منابع آب سطحی و زیرزمینی در هر منطقه ارتباط مستقیم با آب مورد نیاز برای آبیاری محصولات کشاورزی در آن منطقه دارد. در تحقیق حاضر که در محدوده آبریز دشت یزد-اردکان انجام گرفت، از نرم افزار OPTIWAT برای محاسبه نیاز آبی استفاده شد. محصولات زراعی و باغی دشت یزد-اردکان در حدود ۵۴ هزار هکتار است. میزان آب مورد نیاز برای آبیاری این سه محصول ۹۱۷۵۹۴۷۴۰ مترمکعب است که تقریبا ۷۰ درصد میزان آب مورد نیاز برای آبیاری کل محصولات زراعی و باغی دشت یزد-اردکان را شامل می‌شود. به منظور دسترسی به نیاز آبی گیاهان در راندمان‌های مختلف از نرم افزار OPTIWAT استفاده شد و میزان آب مورد نیاز برای آبیاری محصولات زراعی و باغی دشت یزد-اردکان با کشت فعلی و راندمان فعلی (۴۵ درصد) برابر با ۸۳۱۶۶۸۳۸۰ متر مکعب به دست آمد. مقدار آب مورد نیاز این محصولات برای آبیاری قطره‌ای و راندمان‌های ۶۰، ۷۵، ۹۰ درصد به ترتیب ۵۹۳۹۶۴۸۴۰، ۴۶۴۷۵۵۰۷۰، ۳۸۱۹۳۸۴۳۰ مترمکعب محاسبه شد. لذا می‌توان نتیجه گرفت با تغییر الگوی کشت و افزایش دور آبیاری میزان بهره‌برداری از آبخوان دشت را کاهش و به میزان ذخیره سفره‌های زیرزمینی افزود.

واژگان کلیدی: نیاز آبی؛ الگوی آبیاری؛ نرم افزار OPTIWAT؛ دشت یزد-اردکان.

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند اکثر نقاط ایران، آب مهمترین عامل محدود کننده توسعه بخش کشاورزی است. در این مناطق مهمترین مسئله در مدیریت آب، ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب می‌باشد. از آنجایی که مقدار عرضه اقتصادی آب همیشه محدود بوده و مقدار تقاضا نیز با افزایش جمعیت دائما بالا می‌رود، برنامه‌ریزی جهت استفاده بهینه از آب، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد [۱].

افزایش تولید محصولات کشاورزی و درآمد کشاورزان از هدف‌های مهم سیاستگذاران بخش کشاورزی به شمار می‌رود. بدیهی است که تأمین آب مطمئن برای توسعه زمین‌های آبی همزمان با افزایش بازده آبیاری، نقش کلیدی و تعیین کننده در تحقق این هدف‌ها خواهد داشت. اما به دلیل محدودیت شدید منابع آب به‌ویژه در شرایط خشک و نیمه‌خشک که کمبود آب یکی از موانع جدی چرخه تولید به حساب می‌آید، استفاده از منابع آب جایگزین و روش‌های کم آبیاری برای تداوم فعالیت‌های کشاورزی اجتناب ناپذیر خواهد بود [۱۳].

تبخیر و تعرق پتانسیل یا بالقوه، حداکثر مقدار آبی است که اگر بدون محدودیت وجود داشته باشد، می‌تواند توسط سطوح خاک و گیاه از آنها خارج شود [۳].

با توجه به توسعه سیستم‌های آبیاری تحت فشار در کشور و امکان اعمال مدیریت دقیق آبیاری به خصوص در سیستم‌های آبیاری موضعی، ضرورت دارد آب دقیقا بر

اساس نیاز گیاه در اختیار آن قرار داده شود تا بالاترین کارایی مصرف آب حاصل گردد. در این راستا اطلاع از نیاز واقعی آب گیاه و تعیین ضرایب گیاهی در طی دوره رشد به صورت تابعی از زمان و مقدار انرژی دریافتی برای گونه‌های رایج گیاهی لازمه مدیریت صحیح آبیاری با هدف افزایش تولید به ازای حجم واحد آب مصرفی می‌باشد [۱۸]. تبخیر و تعرق گیاه عامل اصلی در تعیین نیاز آبی گیاه و تدوین برنامه آبیاری مناسب و بهبود راندمان مصرف آب در آبیاری است [۵]. ضریب گیاهی (K_C)، نسبت تبخیر و تعرق گیاه به تبخیر و تعرق گیاه مرجع است. معمولا چمن یا یونجه به عنوان گیاه مرجع در نظر گرفته می‌شود [۱۴].

میزان بهره‌برداری از منابع آب سطحی و زیرزمینی در هر منطقه ارتباط مستقیم با آب مورد نیاز برای آبیاری محصولات کشاورزی در آن منطقه دارد. تنوع گیاهی که در هر منطقه کشت می‌شود و سطح زیر کشت این گیاهان تعیین کننده مقدار آبی است که برای مصارف آبیاری از سفره‌های آب زیرزمینی استخراج و یا از جریانات سطحی برداشت می‌گردد. به عبارت دیگر، میزان آب آبیاری با توجه به الگوی کشت منطقه تعیین می‌شود. توجه به پایداری منابع آب بدون تغییر در الگوی کشت منطقه موجب می‌شود آب کمتری برای مصارف کشاورزی در دسترس باشد و در نتیجه سطح زیر کشت محصولات کاهش یابد. کاهش سطح زیر کشت موجب کاهش تولید و درآمد بخش کشاورزی در منطقه خواهد شد. در این باره می‌توان با توجه به میزان آب برداشت شده، الگوی کشت جدیدی در منطقه، طراحی و بدون کاهش در سطح زیر کشت، ترکیب بهینه‌ای از محصولات را کشت نمود [۶].

کشاورزی به مفهوم راه‌ها و روش‌های بهره‌برداری از منابع آب، خاک و انرژی و..... در جهت تأمین نیازهای غذایی و پوشاک انسان‌ها، همواره در طول تاریخ پایه و اساس بسیاری از تحولات اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی در سراسر جهان بوده است. امروزه با مطرح شدن مفهوم و مقوله پایداری در تمامی موضوعات مربوط به انسان‌ها، پایداری در بخش کشاورزی نیز مورد توجه بسیاری از اندیشمندان، سیاستگذاران و کشاورزان قرار گرفته است [۱۷].

در پژوهشی به تخمین نیاز آبی گیاهان زراعی پرداخته شد. نتایج این بررسی نشان داد که در بیش‌تر موارد نیاز آبیاری ارایه شده در برنامه‌ی NETWAT با مقادیر محاسبه شده در این پژوهش متفاوت می‌باشد. لذا، با استفاده از نتایج به دست آمده در این پژوهش با دقت بیشتری می‌توان نیاز آبیاری گیاهان زراعی مهم هر منطقه را در طرح گوناگون احتمال تعیین کرد [۹].

در تحقیقی به بررسی نیاز آبی گندم و برنامه‌ریزی آبیاری گندم با استفاده از زمین آمار و سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداخته شد. بر اساس نتایج به دست آمده، کل نیاز آبی گندم در یک فصل زراعی ۴۹۸ میلی‌متر بود که اردیبهشت ماه با میانگین ۵/۲ میلی‌متر در روز بیشترین نیاز آبی ماهانه را دارا بوده است. بر این اساس و برای بافت‌های مختلف خاک، دور آبیاری با استفاده از ویژگی آنالیز مکانی، برای کل منطقه مطالعاتی به دست آمد که بین ۹ تا ۱۱ روز متغیر شد [۱۲].

در پژوهشی، برخی پژوهشگران با کمک مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی، به بهینه‌سازی استفاده تلفیقی از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی در تولید محصولات زراعی دشت قزوین که یکی از دشت‌های بحرانی کشور در استفاده از منابع آب می‌باشد، پرداختند. بدین منظور الگوی بهینه کشت محصولات زراعی با اهداف حداکثرسازی سود بازاری کشاورزان و حداکثرسازی منافع اجتماعی در منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی تعیین شد. در هر دو سناریو با توجه به سطح زیر کشت محصولات مختلف در محدودیت‌های بازاری برای این محصولات، الگوی کشت پیشنهادی تعدیل، تصحیح و نتایج با یکدیگر مقایسه شد. نتایج مطالعه نشان داد که با درنظر گرفتن محدودیت بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی و بهینه‌سازی با هدف حداکثر منافع اجتماعی، را عاید منطقه می‌کند [۶].

در پژوهشی به بررسی نیاز آبی و روش‌های تبخیر و تعرق پتانسیل پرداخته شد. روش‌های به کار رفته جهت محاسبه ET_o شامل پنج روش فائو-پنمن-مانتیث، تورنت وایت، بلانی کریدل اصلاح شد، هارگریوز و پنمن اصلاح شده بر اساس داده‌های ماهانه و سالانه بود. با بررسی مقادیر محاسبه شده برای تبخیر-تعرق پتانسیل و با توجه

به توصیه‌های سازمان هواشناسی کشور، از بین پنج روش فوق مشخص شد که روش فائو-پنمن-مانتیث، برآورد دقیق‌تری برای ET_o ارائه می‌کند. همچنین نتایج نشان داد که حداکثر میزان ET_o ماهانه و سالانه، به ترتیب ۸/۵ و ۴۸/۹ میلی‌متر مربوط به ایستگاه روانسر و حداقل آن به ترتیب ۵/۸ و ۳۸/۴ میلی‌متر مربوط به ایستگاه کنگاور است و بیشترین نیاز آبی سالانه برای ایستگاه روانسر برابر با ۹۲۳/۳ میلی‌متر به دست آمد [۱۵].

در تحقیقی داده‌های ایستگاه هواشناسی تربت حیدریه و مقدار تبخیر و تعرق واقعی گیاه با اعمال ضریب اصلاحی (بایگی) محاسبه شده با روش فائو-پنمن-مانتیث (تبخیر و تعرق مرجع) مورد مقایسه قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد میزان تبخیر و تعرق ۲/۶۳ برابر میانگین بارندگی در فصل رویش است. مفهوم این است که گیاه از رطوبت ذخیره شده برای تبخیر-تعرق استفاده نموده است. بدین ترتیب برای جبران تخلیه رطوبتی باید گیاه آبیاری گردد. نیاز آبی گیاه سیب‌زمینی با مدل CROPWAT از اول کاشت تا برداشت محصول ۸۰۳/۱ میلی‌متر و میزان آبیاری که این کاهش رطوبت را جبران کند، ۷۴۱/۹ میلی‌متر به دست آمده است [۸].

در پژوهشی به مدیریت تقاضای آب آبیاری پرداخته شد. نتایج نشان داد که قدر مطلق کشش قیمتی تقاضای آب برای یونجه و گوجه فرنگی که نیاز آبی بالاتری دارند، بیشتر از سایر محصولات منتخب است و تقاضای کشاورزان برای نهاده آب در تولید این محصولات با کشش‌تر است. افزون بر این، نتایج نشان داد که افزایش قیمت آب آبیاری (تحت سناریوهای ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ ریال نسبت به شرایط سال پایه) منجر به کاهش سطح زیر کشت گندم آبی، یونجه، گوجه فرنگی، آفتاب‌گردان و افزایش سطح زیر کشت جو آبی، هندوانه در الگوی کشت منطقه می‌شود. همچنین، اعمال این سیاست منجر به کاهش ۲/۰۳ تا ۷/۸۳ درصدی آب مصرفی در الگوی کشت و کاهش ۱/۹۶ تا ۷/۶۵ درصد درآمد ناخالص کشاورزان در دشت اردلان می‌شود. در پایان، اعمال سیاست قیمت-گذاری آب آبیاری و بکارگیری راهبرد تغییر الگوی کشت به صورت توأم با آن، جهت کاهش تقاضای آب آبیاری و پایداری منابع آب دشت اردلان توصیه شد [۱۶].

در مطالعه‌ای با هدف بهینه‌سازی سطح زیر کشت، تخصیص آب آبیاری و حداکثر سازی سود حاصل از کشت بخشی از مزارع دشت قزوین در شرایط آب و هوایی مختلف با کمک الگوریتم ژنتیک پرداخته شد. بررسی نتایج نشان داد که سطح زیر کشت محصول چغندرقند در هر چهار شرایط متفاوت آب و هوایی به دلیل نیاز آبی بالا و عملکرد پایین این محصول بالای ٪۸۰ کاهش سطح داشته است. به عبارتی دیگر پیشنهاد می‌گردد محصول چغندرقند در هیچ یک از شرایط آب و هوایی در منطقه مورد مطالعه کشت نگردد. همچنین با الگوی کشت جدید در شرایط آب و هوایی گرم و خشک، خشک، نرمال و مرطوب به ترتیب مقادیر ۲/۸۱، ۲/۶۲، ۱/۳۴، ۱/۵۳ درصد افزایش سود برای کشاورزان حاصل شده است [۲۱].

در پژوهشی عملکرد چای را در استفاده از روش آبیاری قطره‌ای مورد بررسی قرار گرفت و به این نتیجه رسیدند که استفاده از روش آبیاری قطره‌ای در کشت چای نه تنها باعث افزایش محصول شده بلکه موجب صرفه‌جویی در میزان مصرف آب نیز می‌شود [۱۵].

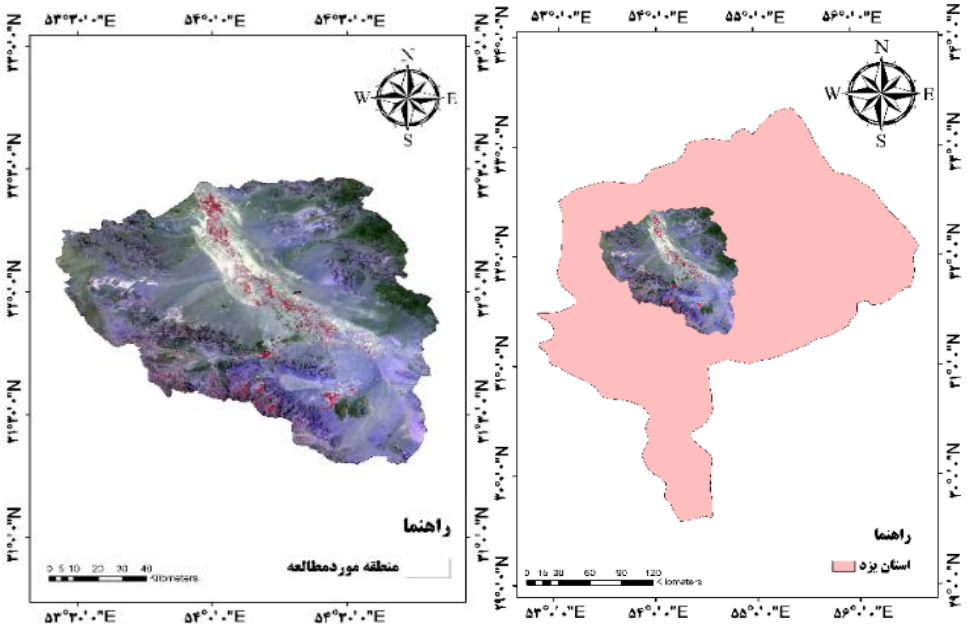
دشت یزد-اردکان یکی از مناطق واقع در ناحیه خشک ایران است که عمده نیاز آبی آن از منابع آب زیرزمینی و از طریق چاه‌ها، قنوات و چشمه‌ها تأمین می‌گردد. در تحقیق حاضر، محدوده حوزه آبخیز دشت یزد-اردکان با توجه به وضعیت بحرانی منابع آبی و وجود حساسیت‌های اجتماعی، سیاسی و منطقه‌ای به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب گردیده است. به طوری که بررسی منابع متنوع مطالعاتی در بخش آب و بازبینی و به هنگام سازی آن ها با استفاده از داده‌های وزارت نیرو، نشان می‌دهد که مجموعه آبخوان‌های فرعی و آبخوان‌های اصلی در منطقه مورد مطالعه، در سال ۱۳۸۸، دارای بیش از ۷۱ میلیون مترمکعب کسری ذخائر آب بوده‌اند [۷].

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

دشت یزد-اردکان با مساحتی بالغ بر ۱۱۷۴۰۰۰ هکتار در جنوب غربی استان یزد و در محدوده‌ی جغرافیایی "۴۸ '۲۳ ° ۵۲ تا "۱۱ '۵۰ °۵۴ طول شرقی و "۵۰ '۱۸ °۳۱ تا "۰۰ '۲۰ °۳۲ عرض شمالی قرار گرفته است. این دشت

در برگیرنده شهرهای مهریز، تفت، اشکذر، میبد، اردکان و یزد است و به ارتفاعات سیاه‌کوه، شیرکوه و خرانق محدود می‌شود. همانطور که در شکل ۱- الف و ب موقعیت حوزه آبخیز دشت یزد اردکان در استان یزد را نشان می‌دهد.



شکل ۱- الف. موقعیت حوزه آبخیز دشت یزد - اردکان در استان یزد

شکل ۱- ب. حوزه آبخیز دشت یزد - اردکان

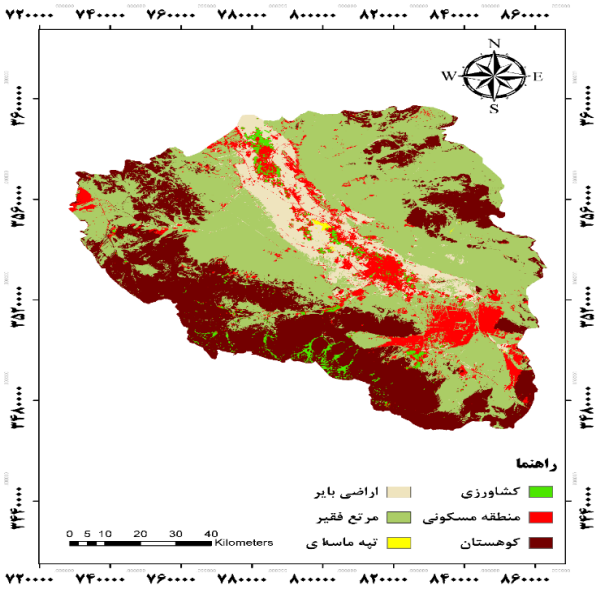
میزان برداشت آب از آبخوان دشت یزد-اردکان بر اساس آمار سال ۱۳۸۲ حدود ۸۹۹ میلیون مترمکعب برآورد شده است که از طریق ۱۸۱۵ حلقه چاه انجام می‌شود. بر این اساس آبدهی متوسط چاه‌ها معادل ۱۵ لیتر در ثانیه در طول سال می‌باشد. بر اساس آمار سال ۱۳۸۷ میزان برداشت آب متوسط ۹۴۹ چاه اندازه‌گیری شده، معادل ۴۰۰ میلیون مترمکعب (با آبدهی متوسط ۱۳/۳ لیتر در ثانیه) اعلام شده است [۱۹]. لذا بر اساس آمار مهندسین مشاور کنکاش عمران برداشت در این سال حدود ۵۴۱ میلیون مترمکعب می‌باشد. چنانچه سهم بخش کشاورزی در استان بر اساس اطلاعات موجود حدود ۸۴ درصد لحاظ گردد، میزان آبی که از آبخوان برداشت شده و به مصرف بخش کشاورزی رسیده است حدود ۴۵۵ میلیون مترمکعب برآورد می‌شود [۷].

وضعیت محصولات باغی و زراعی در دشت یزد-اردکان

مجموع سطح زیر کشت محصولات باغی و زراعی حدود ۴۲ هزار هکتار است که تقریبا ۳۰ هزار هکتار سطح زیر کشت محصولات باغی و ۱۲ هزار سطح زیر کشت محصولات زراعی است. در این بین بیشترین محصولات باغی کشت شده شامل پسته، بادام و انار به ترتیب با مساحت‌های ۱۰۷۸۷، ۶۱۳۸ و ۴۹۹۷ هکتار، همچنین از بین محصولات زراعی بیشتری سطح زیر کشت به محصولاتی شامل گندم، شلغم، یونجه و جو با مساحت به ترتیب ۳۷۵۱، ۲۰۴۵، ۱۶۹۲و ۱۲۹۲ هکتار اختصاص داده شده است. سهم شهرستان‌های یزد، مهریز، تفت، میبد و اردکان از محصولات باغی به ترتیب ۴۰۴۷، ۳۰۵۴، ۷۲۹۳، ۳۲۳۲ و ۹۲۲۸ هکتار است [۲۰].

نقشه کاربری اراضی دشت یزد-اردکان

نقشه‌ی کاربری اراضی دشت یزد-اردکان با روش حداکثر احتمال با ضریب کاپا ۰/۸۶ تهیه شد (شکل ۲). با توجه به شکل ۲ در این دشت، مرتع فقیر بیشترین مساحت را دارد و بعد از آن به ترتیب مساحت منطقه کوهستان، اراضی بایر، کشاورزی و تپه ماسه‌ای جای دارند [۴].



شکل ۲- نقشه کاربری حوزه آبخیز دشت یزد- اردکان (سال ۲۰۱۶)

برآورد آب مورد نیاز بخش کشاورزی

برای تعیین آب مورد نیاز بخش کشاورزی از فرمول‌ها و نرم افزارهای متعددی می‌توان استفاده کرد. نرم افزارهای CROPWAT، OPTIWAT، NETWAT پرکاربردترین این نرم افزارها در محاسبه نیاز آبی گیاهان هستند که اساس کار آن‌ها روش فائو-پنمن-مانتیث می‌باشد. در این تحقیق از نرم افزار OPTIWAT برای محاسبه نیاز آبی محصولات زراعی و باغی استفاده شد.

نرم افزار OPTIWAT جهت محاسبه نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی در شرایط استاندارد و غیر استاندارد تهیه گردیده است. این نرم افزار قادر به محاسبه نیاز آبی بر اساس چهار روش معتبر در سطح دنیا به نام‌های فائو-پنمن-مونتیث[1]، هارگریوز سامانی[2]، جنسن هیز[3] اصلاح شده و تبخیر از تشتک در دوره‌های ماهانه، ده روزه و روزانه می‌باشد. از جمله قابلیت‌های این نرم افزار کاربری آسان، بانک‌های اطلاعاتی هواشناسی و گیاهی،اصلاح آمار هواشناسی، محاسبه نیاز آبی گیاه مرجع به چهار روش معتبر (فائو-پنمن-مانتیث، هارگریوز-سامانی، جنسن-هیز اصلاح شده و تبخیر از تشتک)، محاسبه نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی، محاسبه نیاز آبی الگوی کشت، بهینه سازی الگوی کشت، رسم منحنی تغییرات ضریب گیاهی، رسم منحنی تخلیه رطوبتی، رسم تقویم آبیاری، رسم منحنی تجمعی الگوی کشت و چاپ نتایج می‌باشد.

نیاز آبی در شرایط استاندارد به شرح زیر بررسی شد:

در این قسمت نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی در شرایط ایده‌آل و عدم وجود هر گونه تنش ناشی از کمبود رطوبت شوری و یا هجوم آفات و بیماری‌ها محاسبه می‌گردد. برای تخمین تبخیر و تعرق گیاهان به روش پیشنهادی سازمان فائو ابتدا از روی آمار هواشناسی مقدار تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET_O) محاسبه می‌شود. ET_O مقدار تبخیر و تعرقی است که گیاه مرجع در صورت عدم موجه با کم آبی انجام می‌دهد. مقدار تبخیر و تعرق گیاهی (ET_O) با ضرب کردن ET_O در ضریب مربوطه به گیاه مورد نظر KC بدست می‌آید.

ET_C مقدار تبخیر و تعرقی است که گیاه در شرایط مطلوب محیطی و در وضعیتی که با کمبود آب مواجه نباشد انجام می‌دهد. در دوره‌های روزانه تبخیر و تعرق گیاهی در شرایط استاندارد با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌گردد.

$$ET_c = (K_{cb} + K_e) * ET_0 \qquad \text{معادله (۱)}$$

1- FAO-Penman-Monteith
2- Hargreaves-Samani
3- Jensen-Haise

ET_C- تبخیر و تعرق گیاهی (میلیمتر در روز)، ET_O- تبخیر و تعرق گیاه مرجع (میلیمتر در روز)، K_{cb}- ضریب گیاهی پایه (تعرق گیاهی)، K_e- ضریب تبخیر از سطح خاک.

در دوره‌های روزانه و کوتاه‌تر اثر تعرق گیاهی و تبخیر از سطح خاک به صورت مجزا محاسبه می‌شود. در محاسبه تبخیر و تعرق در دوره‌های روزانه از یک ضریب گیاهی پایه K_{cb} برای بیان تعرق و ضریب تبخیر (K_e) برای بیان تبخیر از سطح خاک به صورت باهم استفاده می‌گردد. با محاسبه ضرایب فوق و اعمال آنها در رابطه (۱) می‌توان تبخیر و تعرق گیاهی را در شرایط استاندارد محاسبه نمود.

نیاز آبی در شرایط غیر استاندارد به شرح زیر بررسی شد: در این قسمت نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی در شرایط واقعی و با در نظر گرفتن تنش رطوبتی و تنش شوری محاسبه می‌گردد. تبخیر و تعرق در شرایط استاندارد مقدار تبخیر و تعرقی است که گیاه در شرایط محیطی مطلوب و در وضعیتی که با کمبود آب مواجه نباشد انجام می‌دهد. اما در شرایط معمولی و غیر استاندارد غالبا گیاه تحت تنش آبی و یا شوری قرار گرفته که این عامل باعث می‌شوند مقدار تبخیر و تعرق از حد استاندارد کمتر گردد. بنابراین باید مقدار تبخیر و تعرق با اعمال ضریب اصلاحی K_s نسبت به این عوامل اصلاح گردد تا تبخیر و تعرق واقعی گیاه بدست آید. یعنی ابتدا با لحاظ کردن عوامل آب و هوایی مقدار تبخیر و تعرق گیاه مرجع و سپس با لحاظ کردن عوامل گیاهی مقدار تبخیر و تعرق در شرایط استاندارد و بعد از آن با توجه به عوامل مدیریتی مقدار تبخیر و تعرق واقعی محاسبه می‌گردد. در دوره‌های روزانه، تبخیر و تعرق گیاهی در شرایط غیر استاندارد با استفاده از فرمول (۲) محاسبه می‌گردد.

معادله (۲)

$$ET_c = (K_s * K_{cb} + K_e) * ET_0$$

ET_c- تبخیر و تعرق گیاهی در شرایط غیر استاندارد (میلیمتر در روز)، ET_o- تبخیر و تعرق گیاه مرجع (میلیمتر در روز)، K_{cb}- ضریب گیاهی پایه، K_s- ضریب اصلاحی اعمال تنش شوری و رطوبتی، K_e- ضریب تبخیر (K_e) بیان کننده جزء تبخیر از ET_c می‌باشد. هنگامی که به دنبال یک بارندگی یا آبیاری خاک خیس می‌شود مقدار K_e به حداکثر مقدار خود می‌رسد. با خشک شدن خاک K_e کاهش یافته و با تخلیه کل آب موجود در لایه سطحی خاک به صفر می‌رسد [۲].

نتایج و بحث

محاسبه نیاز آبی محصولات زراعی و باغی

در این بخش با استفاده از نرم افزار OPTIWAT نیاز آبی محصولات زراعی و باغی را در کشت فعلی با دو راندمان ۴۵ و ۶۰ درصد، همچنین نیاز آبی در آبیاری قطره‌ای با سه راندمان ۶۰، ۷۵، ۹۰ درصد، در دور آبیاری ۱۵ روزه محاسبه شد. نتایج در جداول ۱ و ۲ ارائه گردیده است.

انجیر، سیب، گیلاس آلبالو، گردو و گوجه به ترتیب با نیاز آبی ۲۷۷۶۰، ۲۶۷۶۰، ۲۶۴۴۰، ۲۶۲۹۰ و ۲۴۴۱۰ متر مکعب در هکتار بیشترین نیاز آبی از بین محصولات باغی به خود اختصاص داده‌اند.

محصول انار در دشت به صورت کرتی کشت می‌شود و بیشترین نیاز آبی این محصول در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور است. بیشترین مساحت سطح زیر کشت این محصول در شهرستان‌های یزد، میبد و تفت قرار دارد. نیاز آبی این محصول در کشت فعلی با راندمان ۴۵ و دور آبیاری ۱۵، ۲۱۸۸۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد که با تغییر الگوی آبیاری و افزایش راندمان می‌توان نیاز آبی در آبیاری قطره‌ای و راندمان ۹۰ درصد به ۸۹۱۰ مترمکعب در هکتار کاهش داد.

محصول انگور در دشت به صورت سطحی آبیاری می‌شود و بیشترین نیاز آبی در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور است. همچنین بیشترین مساحت سطح زیر کشت این محصول در شهرستان یزد با مساحت ۱۵۳ هکتار واقع شده است. نیاز آبی این محصول در کشت فعلی با راندمان ۴۵ و دور آبیاری ۱۵، ۱۴۹۱۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد که با تغییر الگوی آبیاری و افزایش راندمان می‌توان نیاز آبی در آبیاری قطره‌ای و راندمان ۹۰ درصد به ۵۹۳۰ مترمکعب در هکتار کاهش داد.

بیشترین مساحت سطح زیر کشت محصول بادام در دشت در شهرستان‌های مهریز و تفت قرار دارند. و نیاز آبی آن در ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور بیشترین مقدار است. این محصول بیشتر در دشت یزد- اردکان به صورت تلفیقی با زردآلو کشت می‌شود. نیاز آبی این محصول در کشت فعلی با راندمان ۴۵ و دور آبیاری ۱۵، ۲۱۹۵۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد که با تغییر الگوی آبیاری و افزایش راندمان می‌توان نیاز آبی در آبیاری قطره‌ای و راندمان ۹۰ درصد به ۸۵۳۰ مترمکعب در هکتار کاهش داد.

با توجه به مشکلات جدی‌تر کمبود آب در آینده منطقه مورد بررسی و نیز افزایش نیاز آبی گیاهان کشت شده در منطقه، استفاده از سناریوهای مدیریتی نظیر افزایش راندمان آبیاری یا تغییر الگوی کشت و کنترل سطح زیر کشت، می‌تواند از موارد مناسب برای تعدیل آب مصرفی بخش کشاورزی باشد. پسته بیش از نیمی از سطح زیر کشت دشت را شامل می‌شود که نیاز آبی این محصول در کشت فعلی با راندمان ۴۵ و دور آبیاری ۱۵، ۲۱۱۳۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد که با تغییر الگوی آبیاری و افزایش راندمان می‌توان نیاز آبی در آبیاری قطره‌ای و راندمان ۹۰ درصد به ۱۱۶۸۰ مترمکعب در هکتار کاهش داد.

نیاز آبی درخت زیتون به ترتیب در الگوی آبیاری کشت فعلی با راندمان ۴۵ و ۶۰ درصد و الگوی آبیاری قطره‌ای و راندمان‌های ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درصد، ۲۲۳۴۰، ۱۶۷۴۰، ۱۴۸۵۰، ۱۱۸۷۰ و ۹۸۸۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد که می‌توان با تغییر الگوی آبیاری از کشت فعلی با راندمان ۴۵ درصد به آبیاری قطره‌ای با راندمان ۹۰ درصد، نیاز آبی از ۲۲۳۴۰ مترمکعب در هکتار به ۹۸۸۰ مترمکعب در هکتار برسانیم و نیاز آبی در هر هکتار به مقدار ۱۲۴۶۰ مترمکعب کاهش بدهیم.

درخت سیب در الگوی آبیاری کشت فعلی و راندمان ۴۵ درصد با نیاز آبی ۲۶۷۶۰ مترمکعب در هکتار نسبت به درخت زردآلو با نیاز آبی ۱۹۷۷۰ مترمکعب در هکتار دارای نیاز آبی بالاتری می‌باشد.

جدول ۱- برآورد کل آب مورد نیاز برای آبیاری محصولات باغی با نرم افزار OPTIWAT

نام محصولات باغی	کشت فعلی با راندمان ۴۵ و دور آبیاری ۱۵ (مترمکعب بر هکتار)	کشت فعلی با راندمان ۶۰ و دور آبیاری ۱۵ (مترمکعب بر هکتار)	قطره ای (دور آبیاری ۱۵ روزه و راندمان ۶۰) (مترمکعب بر هکتار)	قطره ای (دور آبیاری ۱۵ روزه و راندمان ۷۵) (مترمکعب بر هکتار)	قطره ای (دور آبیاری ۱۵ روزه و راندمان ۹۰) (مترمکعب بر هکتار)
آلبالو گیلاس	۲۶۴۴۰	۱۹۸۱۰	۱۶۷۷۰	۱۳۴۱۰	۱۱۱۹۰
انجیر	۲۷۷۶۰	۲۰۸۲۰	۱۷۵۸۰	۱۴۰۶۰	۱۱۷۲۰
انار	۲۱۸۸۰	۱۶۴۰۰	۱۳۳۸۰	۱۰۷۰۰	۸۹۱۰
گردو	۲۶۲۹۰	۱۹۷۲۰	۱۷۵۲۰	۱۴۰۲۰	۱۱۷۰۰
بادام	۲۱۹۵۰	۱۶۴۷۰	۱۲۸۰۰	۱۰۲۵۰	۸۵۳۰
زیتون	۲۲۳۴۰	۱۶۷۴۰	۱۴۸۵۰	۱۱۸۷۰	۹۸۸۰
پسته	۲۱۱۳۰	۱۵۸۵۰	۱۹۴۷۰	۱۴۵۹۰	۱۱۶۸۰
توت	۲۳۹۲۰	۱۷۹۴۰	۱۵۱۸۰	۱۲۱۴۰	۱۰۱۲۰
انگور	۱۴۹۱۰	۱۱۱۸۰	۸۸۸۰	۷۱۱۰	۵۹۳۰
درختان غیر مثمر	۲۹۳۲۰	۲۱۹۹۰	۱۹۰۶۰	۱۵۲۶۰	۱۲۷۱۰
زردآلو	۱۹۷۷۰	۱۴۸۵۰	۱۲۳۶۰	۹۹۰۰	۸۲۵۰
هلو	۲۰۸۸۰	۱۵۶۷۰	۱۳۰۱۰	۱۰۴۰۰	۸۶۶۰
آلو	۲۲۳۵۰	۱۶۷۵۰	۱۳۷۹۰	۱۱۰۲۰	۹۱۸۰
به	۲۳۸۱۰	۱۷۸۷۰	۱۵۰۴۰	۱۲۰۲۰	۱۰۰۱۰
سیب	۲۶۷۶۰	۲۰۰۶۰	۱۶۹۶۰	۱۳۵۹۰	۱۱۳۱۰
گوجه	۲۴۴۱۰	۱۸۳۲۰	۱۶۸۴۰	۱۳۴۸۰	۱۱۲۳۰
مجموع	۳۷۳۹۲۰	۲۸۰۴۴۰	۲۴۳۴۹۰	۱۹۳۸۲۰	۱۶۱۰۱۰

جدول ۲- برآورد کل آب مورد نیاز برای آبیاری محصولات زراعی با نرم افزار OPTIWAT

نام محصولات زراعی	کشت فعلی با راندمان ۴۵ و دور آبیاری ۱۵ (مترمکعب بر هکتار)	کشت فعلی با راندمان ۶۰ و دور آبیاری ۱۵ (مترمکعب بر هکتار)	قطره ای (دور آبیاری ۱۵ روزه و راندمان ۶۰) (مترمکعب بر هکتار)	قطره ای (دور آبیاری ۱۵ روزه و راندمان ۷۵) (مترمکعب بر هکتار)	قطره ای (دور آبیاری ۱۵ روزه و راندمان ۹۰) (مترمکعب بر هکتار)
خربزه	۱۵۴۲۰	۱۱۵۷۰	۱۰۶۷۰	۸۵۴۰	۷۱۱۰
سبزیجات	۹۶۷۰	۷۲۴۰	۷۱۴۰	۵۷۰۰	۴۷۶۰
یونجه	۱۹۴۷۰	۱۴۵۸۰	۱۳۵۲۰	۱۰۸۲۰	۹۰۲۰
شلغم	۱۱۶۴۰	۸۷۳۰	۷۸۸۰	۶۳۱۰	۵۲۶۰
کدو	۱۶۴۹۰	۱۲۳۷۰	۱۱۱۳۰	۸۹۰۰	۷۴۲۰
ذرت	۱۲۶۳۰	۹۴۸۰	۸۶۱۰	۶۸۹۰	۵۷۴۰
طالبی	۱۷۰۳۰	۱۲۷۹۰	۱۰۷۳۰	۸۵۹۰	۷۱۵۰
گوجه فرنگی	۲۰۵۲۰	۱۵۳۷۰	۱۴۵۱۰	۱۱۶۱۰	۹۶۸۰
بادمجان	۱۹۵۷۰	۱۴۶۷۰	۱۳۶۲۰	۱۰۸۹۰	۹۰۷۰
هندوانه	۱۸۳۸۰	۱۳۸۰۰	۱۲۷۶۰	۱۰۲۰۰	۸۵۱۰
گندم	۱۴۳۲۰	۱۰۷۳۰	۹۵۳۰	۷۶۵۰	۶۳۶۰
جو	۱۲۸۵۰	۹۶۴۰	۸۴۳۰	۶۷۶۰	۵۶۳۰
آفتاب گردان	۱۹۹۲۰	۱۴۹۳۰	۱۳۴۸۰	۱۰۹۷۰	۸۹۹۰
خیار	۱۲۶۹۰	۹۵۳۰	۸۶۴۰	۶۹۲۰	۵۷۷۰

گوجه فرنگی، آفتاب‌گردان، بادمجان، یونجه و هندوانه به ترتیب با نیاز آبی ۲۰۵۲۰، ۱۹۹۲۰، ۱۹۵۷۰، ۱۹۴۷۰ و ۱۸۳۸۰ متر مکعب در هکتار بیشترین نیاز آبی از بین محصولات زراعی به خود اختصاص داده‌اند.

سطح زیر کشت محصول گندم در دشت حدود ۳۵۷۱ هکتار است و به صورت آبی کشت می‌شود. برای کشت این محصول حدود ۲۷ میلیون متر مکعب در سال آب مورد نیاز است همچنین بیشترین تبخیر در ماه‌های اسفند و فروردین رخ می‌دهد. نیاز آبی این محصول در کشت فعلی با راندمان ۴۵ و دور آبیاری ۱۵، ۱۴۳۲۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد که با تغییر الگوی آبیاری و افزایش راندمان می‌توان نیاز آبی در آبیاری قطره‌ای و راندمان ۹۰ درصد به ۶۳۶۰ مترمکعب در هکتار کاهش داد. جو با نیاز آبی ۱۲۸۵۰ مترمکعب در هکتار در راندمان ۴۵ درصد و کشت فعلی نسبت به یونجه با نیاز آبی ۱۹۴۷۰ نیز آبی کمتری دارد و بهتر است از بین محصولات دشت حذف و به کشت گندم اختصاص داده شود تا در مصرف آب صرفه جویی و یا به سفره‌های آب زیرزمینی افزوده شود.

نیاز آبی هندوانه به ترتیب در الگوی آبیاری کشت فعلی با راندمان ۴۵ و ۶۰ درصد و الگوی آبیاری قطره‌ای و راندمان‌های ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درصد، ۱۸۳۸۰، ۱۳۸۰۰، ۱۲۷۶۰، ۱۰۲۰۰ و ۸۵۱۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد که می‌توان با تغییر الگوی آبیاری از کشت فعلی با راندمان ۴۵ درصد به آبیاری قطره‌ای با راندمان ۹۰ درصد، نیاز آبی از ۱۸۳۸۰ مترمکعب در هکتار را به ۸۵۱۰ مترمکعب در هکتار رساند و نیاز آبی در هر هکتار را به مقدار ۹۸۷۰ مترمکعب کاهش داد. گوجه فرنگی و خیار به ترتیب با نیاز آبی ۲۰۵۲۰ و ۱۲۶۹۰ مترمکعب در هکتار در الگوی آبیاری کشت فعلی و راندمان ۴۵ درصد دارای اختلاف ۷۸۳۰ مترمکعب در هکتار می‌باشند.

جدول ۳- محاسبه نیاز آبیاری برای الگوهای مختلف آبیاری در دشت

الگوهای آبیاری	کشت فعلی با راندمان ۴۵ و دور آبیاری ۱۵	کشت فعلی با راندمان ۶۰ و دور آبیاری ۱۵	قطره ای (دور آبیاری ۱۵ روزه و راندمان ۶۰)	قطره ای (دور آبیاری ۱۵ روزه و راندمان ۷۵)	قطره ای (دور آبیاری ۱۵ روزه و راندمان ۹۰)
مجموع نیاز آبی (متر مکعب بر هکتار)	۵۹۴۵۲۰	۴۴۵۸۷۰	۳۹۴۱۴۰	۳۱۴۵۷۰	۲۶۱۴۸۰
سطح زیر کشت (هکتار)	۴۲۰۰۰	۴۲۰۰۰	۴۲۰۰۰	۴۲۰۰۰	۴۲۰۰۰
مجموع نیاز آبیاری (متر مکعب)	۸۳۱۶۶۸۳۸۰	۶۲۳۶۹۳۲۵۰	۵۹۳۹۶۴۸۴۰	۴۶۴۷۵۵۰۷۰	۳۸۱۹۳۸۴۳۰

همانطور که از اطلاعات مندرج در جدول ۳ پیداست، مجموع نیاز آبیاری برای کشت فعلی با راندمان ۴۵ و ۶۰ درصد و همچنین الگوی آبیاری قطره‌ای با راندمان‌های ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درصد به ترتیب ۸۳۲، ۶۲۴، ۵۹۴، ۴۶۵ و ۳۸۲ میلیون مترمکعب می‌باشد.

در صورت افزایش راندمان آبیاری در کشت فعلی از ۴۵ به ۶۰ درصد نیاز آبیاری از ۸۳۲ به ۶۲۴ میلیون متر مکعب کاهش می‌یابد و می‌توان ۲۰۸ میلیون متر مکعب در مصرف آب صرفه جویی نمود.

همچنین در صورت تغییر الگوی آبیاری از کشت فعلی با راندمان ۴۵ به آبیاری قطره‌ای با راندمان‌های ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درصد می‌توان به ترتیب ۲۳۸، ۳۶۷ و ۴۵۰ میلیون متر مکعب در مصرف آب صرفه جویی و به ذخیره سفره-های آب زیرزمینی افزود.

نتیجه‌گیری

مساله بحران آبی و چالش‌های مرتبط با آن، از مسائل مهم در حیطه برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری به‌شمار می‌رود. مساله مذکور به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک اهمیت بیشتری دارد. محدوده حوزه آبریز دشت یزد-اردکان به‌دلیل قرار گرفتن در منطقه خشک و روند رو به رشد توسعه جمعیتی، صنعتی و کشاورزی با مساله تنش آبی مواجه است. لذا برنامه‌ریزی مناسب مصرف آب در بخش‌های مختلف مصرف و به‌ویژه کشاورزی، از اهمیت زیادی در مدیریت بحران منطقه برخوردار است. بررسی الگوی کشت منطقه نشان داد، سه محصول پسته، بادام و انار، به‌ترتیب عمده‌ترین محصولات کشاورزی منطقه به‌شمار می‌روند و مصرف کننده حدود ۷۰ درصد از آب مصرفی بخش کشاورزی می‌باشند. آب مورد نیاز جهت تامین نیاز آبیاری این محصولات با سیستم آبیاری غرقابی و با راندمان فعلی (۴۵ درصد)، حدود ۸۳۲ میلیون متر مکعب است. در حال حاضر بر اساس آمار شرکت سهامی آب منطقه ای یزد، کل آب استحصالی از آبخوان زیرزمینی به‌ازاء همه مصارف موجود در دشت مطالعاتی، شامل شرب و بهداشت، کشاورزی و صنعت حدود ۵۰۰ میلیون مترمکعب می‌باشد، لذا آب تخصیص یافته به بخش کشاورزی کمتر از مقدار نیاز آبی کامل این بخش بوده و محصولات موجود با تنش آبی قابل ملاحظه مواجه‌اند. این مساله باعث کاهش راندمان تولید و به تبع آن کاهش سود بخش کشاورزی خواهد شد. بنابراین، با توجه به سطح زیر کشت و راندمان فعلی آبیاری، ذخایر آبی این دشت ظرفیت تآمین آب مورد نیاز اراضی کشاورزی را ندارد و به ناچار بایستی قداماتی مانند تغییر الگوی کشت، کاهش سطح زیر کشت و هم چنین تغییر شیوه آبیاری جهت جلوگیری از کاهش بی از حد ذخایر آب زیرزمینی اقدام شود. در صورت طراحی مناسب ابعاد قطعات در آبیاری سطحی و یا تغییر سیستم به آبیاری قطره‌ای و رسیدن به راندمان‌های هدف شامل راندمان‌های ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درصد، می‌توان میزان برداشت از سفره آب زیرزمینی را کاهش داد. مقدار این کاهش با استفاده از نرم‌افزار OPTIWAT محاسبه گردید. نتایج نشان داد در صورت تحقق راندمان‌های تعریف شده در این تحقیق (۶۰، ۷۵ و ۹۰ درصد)، مقدار نیاز آبیاری این محصولات به ترتیب برابر با ۵۹۴، ۴۶۵، ۳۸۲ میلیون مترمکعب می‌باشد. به‌عبارتی، در صورت تغییر الگوی آبیاری از کشت فعلی با راندمان ۴۵ به آبیاری قطره‌ای با راندمان‌های ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درصد می‌توان سالانه به ترتیب ۲۳۷، ۳۶۶ و ۴۴۹ میلیون متر مکعب در مصرف آب صرفه جویی نمود. قطعا اعمال این سیاست‌ها باعث کاهش تنش آبی محصولات کشاورزی و افزایش رونق اقتصادی این بخش خواهد شد. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت یکی از موثر ترین راهکارها برای صرفه جویی در مصرف آب تغییر الگوی آبیاری می‌باشد.

References

[1]. Abdullahi Ezatabadi, M. And Javanshah, A. (2007). Economic review of the possibility of using modern methods of supply and water demand in agriculture, pistachio case study Rafsanjan Township. *Research and Development in Agriculture and Gardening*, 20 (2), 113-126.

[2]. Alizadeh, A. (2003). Optimization and planning Agricultural water consumption, software guide section.

[3]. Alizadeh, A. (2005). Principles of Applied Hydrology, Twentieth Printed,

Mashhad: Imam Reza University Press (A).

[4]. Arabic Ali Abad, F. (2017). Check the image capability Satellite in predicting seasonal temperature changes Soil in Yazd-Ardakan plain, master's thesis, Faculty of Natural Resources, Yazd University.

[5]. Ashraf, M. And Abdul Majeed, M. (2006). Water requirements of major crops for different agro-climatic zones of Balochistan, Pakistan. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. The World Conservation Union (IUCN), Water Programme Pakistan.

[6]. Barikani, Ahmadian, M. And Khalilian, s. (2012). Sustainable Consolidated Use of Surface Water Resources and Underground in determining the optimal pattern of Qazvin plain cultivation, Agriculture and Development Economics, Year 20, No. 77.

[7]. Consultant Engineers of kankash, (2010). Integration Studies of water in the watershed of Siahkouh desert, rig zarin and degh sorkh, Volume 3, Part 3, Waters underground.

[8]. Fallah Qalahri, Gh. A., Rah Chamani, M. And Biranvand, F. (2015). Estimated need for water sesame plant Sabzevar Climate. Geographical Studies of Arid Regions, year Sixth, number twenty one.

[9]. fouladmand, h.R. (2011). Estimated need for aquatic plants the important crop in Fars province at different levels of probability, *Journal of Water Resources Engineering*, Fourth Year.

[10]. jedari ayyouzi, g. And jokar sarhangi, A. (2001). Efficiency of geomorphological units in erosion estimation and Sediment (Case Study, Bojan Watershed). *Research Geographical,* 40, 91-73.

[11]. Julius, M., Kigalu, E., Kimambo, I. and Msit, M.G. (2008). Drip irrigation of tea (camellia sinensis). *Yield and Crop Water Productivity Responses to Irrigation Agricultural Water Management,* 95, 1253-1260.

[12]. Kamali, A., kouchak Zadeh, M. Shahabi Far, M. And eftekhari, K. (2011). Planning irrigation of wheat with Use of Geo Statistics and Geospatial data. *Journal of Water Research in Agriculture,* 25, (2), 82.

[13]. Kayani, A. R., Mirlotfi, M., Homaei, M. And abiyar. N.M. (2003). Economic study of wheat production in conditions Salinity and Irrigation, Agricultural Economics and Development, 11th year, 43 & 44, 163-178.

[14]. Ko, J., Piccinni, G., Marek, T. And Howell, T. (2009). Determination of growth stage-specific crop coefficients (Kc) of cotton and wheat. *Agricultural Water Management,* 96, 1691-1697.

[15]. Mirmosavi, H. Panahi, H., Akbari, H. And Akbarzadeh, A. (2012). Calibration of evaporation estimation methods The transient potential of the reference plant (oET) and the calculation of the need for water Plant (cET) (Olive in Kermanshah Province. *Geography and Environmental stability,* No. 3, 45-64.

[16]. Mozafari, M.M. (2016). Water demand of management In Ardalan Plain, with an emphasis on Pricing Policy, Journal Water and Soil Conservation, Fifth Year, No. 4.

[17]. Parhizkari, A, Mozafari, M.M., Shaukat Fadai, M. And Mahmoudi, S. (2015). Low irrigation assessment with Reduced Available Water Ways to Protect Water Resources Qazvin plain. *Water and Soil Conservation Report,* 5 (1) 67-80.

[18]. Qaisari, M. Mirlotfi, M., Homaie, M. And Asadi M. (2006). Determination of the need for corn and forage Vegetable in different stages of growth. *Journal of Research Agricultural Engineering*, 26 (7): 125-142.

[19]. Regional water bank of Yazd province, (2009).

[20]. Statistical Report of Jihad-e-Agriculture Organization of Yazd Province, (2015).

[21]. Yusuf Doust, A., Mohammad Rezapour, A. And Ebrahimi. M. (2016). Determine the optimal cultivar for some products Farming is used in different weather conditions with Genetic Algorithm in Ghazvin Plain. *Water Research Journal in Agriculture,* 30 (3), 317-331.

Investigation of water need based on changing irrigation patterns and its effect on the water balance of Yazd-Ardakan Plain, Iran

1- E. Bazrafshan, Graduated Master of Watershed Engineering, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University

Ehsan.bazrafshan71@gmail.com

2- H. Malekinezhad, Associate Professor, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University

3- S.Z. Hosseini, Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University

4- F. Barzgari, Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Payame Noor University

Received: 02 Nov 2018
Accepted: 04 May 2019

Abstract

The estimation of water demand is one of the most important factors in managing water resources and the necessities of any irrigation and drainage plan. Estimation of the potential of the reference plant (ET) should be estimated to meet the water requirement. The level of utilization of surface water and underground resources in each region is directly related to the water needed to irrigate agricultural products in that area. In this study, which was conducted in the watershed of Yazd-Ardakan plain, OPTIWAT software was used to calculate the need for water. Irrigation and horticultural products of Yazd-Ardakan plain are about 54,000 ha. The water required for irrigation of these three products is 917.6×10^6 m^3, which accounts for approximately 70 % of the water needed for irrigation of the total crops in the study area. The amount of water need for irrigation of crops and orchards of Yazd-Ardakan plain was achieved with current crop and current yield (45%) equal to 831.7×10^6 m^3. The amount of water required for these products for drip irrigation and efficiency of 60, 75 and 90 percent were calculated 594×10^6 m^3, 464.7×10^6 m^3, and 382×10^6 m^3, respectively. Therefore, it can be concluded that by changing the pattern of cultivation and increasing the irrigation rate, the use of the aquifer in the plain can be reduced and added to the amount of underground storage.

Keywords: Water requirement; Irrigation pattern; OPTIWAT software; Yazd-Ardakan plain.