نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال دوازدهم. شماره چهل و شش. زمستان۱۴۰۰

محاسبه نیاز آبی و ارائه الگوی کشت باغی کم آبخواه و سازگار با مناطق خشک، به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری خشکسالی کشاورزی(مطالعه موردی: حوزه آبخیز پیشکوه استان یزد)

محمد اکرامی[۱]، رسول مهدوی [۲*]، مرضیه رضایی[۳]، حسن وقارفرد[۴]، جلال برخورداری[۵]

تاریخ ارسال:۱۳۹۹/۰۳/۲۷
تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۰۴/۳۰

مقاله برگرفته از رساله دکتری

چکیده

آب به عنوان یک عامل اصلی محدودکننده تولید، نقش مهمی در تعیین نوع فعالیت‌های کشاورزی ایران دارد. همچنین وقوع خشکسالی‌ها در دهه‌های گذشته، باعث تهدید این فعالیت‌ها شده است. امروزه، یکی از موثرترین واکنش‌ها و راهکارهای مدیریت ریسک خشکسالی‌کشاورزی، شناخت مناطق آسیب‌پذیر و تعیین الگوی بهینه کشت کم‌آبخواه می‌باشد. لذا هدف از این پژوهش، آنالیز مکانی آسیب پذیری خشکسالی کشاورزی و ارائه الگوی کشت کم آبخواه و سازگار با مناطق خشک در حوزه‌آبخیز پیشکوه استان یزد می باشد. در این پژوهش ابتدا گونه های باغی غالب منطقه شناسایی و پس از محاسبه نیاز آبی آنها ، نقشه آسیب پذیری خشکسالی کشاورزی منطقه مطالعاتی تهیه شد. نتایج حاکی از آن است که مناطق جنوبی تا جنوب غربی شامل روستاهای سانیچ، دره شیر، دره سیر و ... نسبت به سایر مناطق، دارای بیشترین میزان آسیب‌پذیری خشکسالی است. لذا پیشنهاد می‌گردد کم آبخواه‌ترین گونه های درختی باغی نظیر بادام با نیاز آبی۷۵۳ ، انگور با نیاز آبی ۷۹۸ میلی‌متر در طول دوره رشد و ... در این مناطق کشت گردد. همچنین بررسی نتایج پژوهش نشان داد، مناطق مرکزی، شرقی و شمال غربی، شامل روستاهای اسلامیه، مزرعه نواب، نصرآباد و ...، دارای آسیب‌پذیری متوسط و به نسبت کمتری هستند. لذا پیشنهاد می‌گردد علاوه بر کاشت درختان کم آبخواه، گونه های درختی متوسط آبخواه نظیر انار و زردآلو نیز کاشت شود. لذا تغییر و اصلاح الگوی کشت مانند کاهش سطح زیر کشت محصولات پرآبخواه، کشت گونه های کم آبخواه و افزایش بهره‌وری آب، یکی از ضروری‌ترین اقدامات لازم برای مدیریت ریسک خشکسالی کشاورزی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: خشکسالی کشاورزی، الگوی کشت، آسیب پذیری، مدیریت ریسک، GIS.

۱ دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری-گرایش آب، دانشکده مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، ایران، Ekrami64@gmail,com.

۲* دانشیار، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، ایران ra_mahdavi2000@yahoo.com (نویسنده مسئول).

۳ استادیار ، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، ایران ،ma.rezai8011@gmail.com.

۴ دانشیار، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، ایران عضو هیات علمی دانشگاه هرمزگان،hvaghar52@yahoo.com.

۵ استادیار، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، ایران، jbarkhordary@yahoo.com.

مقدمه

بخش کشاورزی در اقتصاد ملی و تأمین غذای جامعه نقش حیاتی دارد و در جهت دستیابی به پایداری در این بخش، ضروری است از منابع و ابزارهای تولید در این بخش به بهترین شکل ممکن استفاده گردد تا ضمن کاهش در مصرف این منابع، سودآوری و رفاه کشاورزان نیز افزایش یابد(مهاجرانی و همکاران،۱۳۸۹). کشور ایران به دلیل قرارگرفتن بر روی کمربند خشکی جهان، بارندگی‌اش کم (حدود یک سوم میانگین جهان)، تحت تأثیر پراکنش نامناسب ریزش‌های جوّی و با معضل خشکی رو به رو بوده است. این مسأله در کنار وقوع خشکسالی‌های شدید و طولانی مدت شرایطی را برای کشور پدید آورده است که آن را با چالش‌های جدی مواجه کرده است. از اینرو، آب به عنوان یکی از مهمترین منابع، به عنوان یک عامل اصلی محدودکننده تولید، نقش مهمی را در تعیین نوع فعالیت های زراعی ایفاء می کند و ارزیابی آب مورد نیاز سیستمهای کشاورزی همواره از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است.(Osamu et al., 2005). با توجه به این که بخش کشاورزی بیش ترین سهم از کل آب مصرفی را به خود اختصاص می دهد، بنابراین با بهبود مدیریت مصرف آب در این بخش و افزایش راندمان مصرف آن، می توان در مصرف آب به نحو قابل ملاحظه ای صرفه جویی کرد. یکی از روش هایی که باعث بهبود مدیریت مصرف آب و در نهایت افزایش راندمان آب مصرفی می شود، برآورد دقیق تبخیر و تعرق یا تخمین میزان آب مصرفی گیاهان می باشد. تبخیر و تعرق یکی از مؤلفه های اصلی بیلان آبی هر منطقه و همچنین یکی از عوامل کلیدی برای برنامه ریزی درست و مناسب آبیاری برای بهبود راندمان آب مصرفی در اراضی فاریاب می باشد(Li et al., 2003).به طور کلی، تعیین تبخیر و تعرق گیاهان باغی به دلیل مشکلات موجود در اندازه‌گیری مستقیم، مثل نصب لایسیمتر یا ادوات دقیق و طول دوره رشد درخت، اغلب به طور غیر مستقیم و بر اساس داده های هواشناسی انجام می‌شود (جعفری و نوروزی، ۱۳۹۸). امروزه، یکی از موثرترین واکنش ها و راهکارهای مدیریت ریسک خشکسالی کشاورزی در مناطق خشک، تعیین الگوی بهینه کشت کم آبخواه می باشد.

تحقیقی توسط Joolaei (2004) در زمینه بررسی الگوهای کشت، انجام شد، نتایج حاکی از آن است که اجرا و طراحی الگوی بهینه کشت در قالب برنامه ای مشخص در بسیاری از کشورهای جهان به کار گرفته شده و به کمک آن بسیاری از مشکلات تولید محصولات زراعی و باغی مرتفع شده است و برای تعیین الگوی بهینه کشت در هر منطقه باید اهداف خرد و کلان مورد توجه قرار گیرد. شاه کرمی و همکاران (۱۳۸۵) نشان دادند که انتخاب الگو های کشت بهینه ضمن فراهم آوردن شرایط جهت مصرف بهینه آب ، موجب افزایش راندمان آبیاری، افزایش عملکرد محصولات، حفظ و بهبود خصوصیات و ویژگی های خاک ، افزایش سح درآمد خانوار ، جلوگیری از مهاجرت خانوار ها از روستا به شهر و بالاخره توسعه کشاورزی و اقتصادی و اجتماعی گردیده و در نتیجه گامی مهم در جهت رسیدن به کشاورزی پایدار می باشد. Rahman and Saha, (2008) در پژوهش خود با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) ، سنجش از دور (RS) و نیز فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به تدوین الگوی کشت مناسب برای منطقه سیل خیز بوگراه در بنگلادش پرداختند که سرانجام چهار الگوی کشت مناسب برای منطقه در فصل سیل و پس از سیل مشخص شد. محمدیان و همکاران(۱۳۸۸) با استفاده از فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و شناخت باورهای ذهنی و معیارهای تصمیم گیری کشاورزان، الگوی کشت مناسب را برای منطقه تربت جام در خراسان جنوبی شناسایی و معرفی کردند.

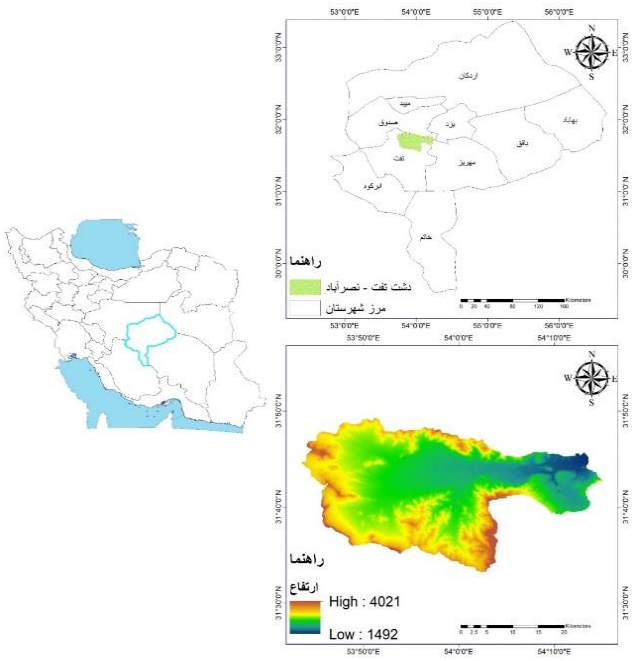
شریفی و زرافشانی (۱۳۸۹) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که شعاع تأثیر خشکسالی در مناطق روستایی بیش از سایر نقاط بوده و در این بین جامعه کشاورزی بیشترین تبعات ناشی از خشکسالی را تجربه می کند، لذا کشاورزان، دامداران و عشایر، بیشترین گروه آ سیب پذیر در برابر وقوع پدیده خ شکسالی به شمار می روند. Martin and Saha (2009) طی مطالعه خود در حوزه آبریز دهرادون هندوستان الگوی کشت منطقه مطالعاتی را بررسی کردند. در این مطالعه با کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) و قابلیت استعداد اراضی الگوی کشت و تولید انواع محصولات را بررسی کردند. همچنین بر اساس ارزیابی سرزمین، ۱۱ واحد اراضی در این منطقه

مشخص شد. برحسب نتایج استعدادسنجی، برای هر واحد اراضی دو الگوی کشت زمستانه و بهاره تعیین شد. جعفری و همکاران(۱۳۸۹) در تحقیق خود با استفاده روش AHP الگوی کشت بهینه اراضی تحت شبکه آبیاری دشت ورامین را تعیین کردند. در این پژوهش زیرمعیارهای ۱۰ گانه این آزمایش تحت سه معیار اقتصادی - اجتماعی، منابع آب، خاک و اقلیم طبقه بندی شدند. Wangو همکاران (۲۰۱۱) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که تغییرات الگوی کشت مبتنی بر در دسترس بودن آب آبیاری ، مانند کاهش سطح زیر کشت محصولات پرآبخواه یا تغییر نوع کشت گیاهان زراعی (کشت گونه های کم آبخواه) و افزایش بهره وری آب رویکردی برای کاهش چالش های کمبود آبیاری ارائه می دهد. در این پژوهش بیان گردید که تجزیه و تحلیل تغییر و طراحی الگوی کشت با دشواری های جمع آوری اطلاعات مورد نیاز در سطح وسیع و کمبود فرایندهای موثر محدود می شود که در این موارد سامانه اطلاعات جغرافیایی یک روش موثر برای مدیریت و تحلیل داده هاست و می تواند در دستیابی به توسعه پایدار کشاورزی موثر باشد. هاتف و همکاران(۱۳۹۵) به تعیین الگوی بهینه کشت محصولات عمده زراعی استان خراسان رضوی بر اساس مزیت نسبی تولید پرداختند. در این پژوهش داده های مورد نیاز در تعیین مزیت نسبی از داده های وزارت بازرگانی و سایت سازمان خواروبار جهانی (FAO) تهیه گردید، هم چنین، داده های مربوط به الگوی کشت از ۴۲۰ پرسش نامه که به صورت تصادفی از بین کشاورزان استان خراسان رضوی در جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۱ تکمیل شده استفاده شد. کاظمی و همکاران(۱۳۹۵) در پژوهش خود به منظور تدوین الگوی کشت بهینه برای استان گلستان از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده نمودند. در این تحقیق، ابتدا نیازهای زراعی- بوم شناختی گیاهان زراعی با استفاده از منابع علمی موجود تعیین و درجه بندی گردید و نقشه های استعداد سنجی اراضی تهیه ودر پایان الگوی مناسب کشت برای هر واحد اراضی پیشنهاد گردید. به طور کلی، لازمه سیستم مدیریتی جامع نگر خشکسالی، داشتن اطلاعات کافی از قسمت های مختلف در سطح منطقه و شناخت کافی از خطرها و اثرات زیانبار خشکسالی و همچنین میزان آسیب پذیری منطقه مطالعاتی می باشد، تا واکنش ها و تصمیم گیری های مناسبی را در جهت کاهش خطرات و آسیب های ناشی از خشکسالی داشته باشیم (فاتحی مرج و حسینی آبادی، ۲۰۱۲). شناخت مناطق آسیب پذیر نسبت به وقوع خشکسالی کشاورزی به اندازه ای در جهان اهمیت و ضرورت داشته است، که اکثر کشورهای اروپایی(مجارستان، کروا سی، یونان، جمهوری مجارستان، مونته نگرو، صربستان و ..) ، ایالات متحده آمریکا و برخی از کشور های آسیایی(چین، هند، استرالیا و..) این موضوع را مدنظر قرار داده اند و اقدامات عملی مناسبی در راستای ارزیابی آسیب پذیری خشکسالی کشاورزی انجام داده اند. درکشور ایران نیز، اهمیت این موضوع به خوبی درک شده، به نحوی که، در سیاست های کلان مدیریت خطرپذیری خشکسالی کشاورزی کشور، پهنه‌بندی کشور از نظر ریسک خشکسالی و تهیه نقشه های آسیب پذیری، به عنوان نخستین گام مدیریت خطرپذیری خشکسالی کشاورزی کشور، مورد تأکید قرار گرفته است. درجهان، کشورآمریکا در این زمینه پیشرو بوده و دیگرکشورهایی نظیر استرالیا و آفریقای جنوبی و اتحادیه اروپا و موسسات وابسته به سازمان ملل متحد به عنوان سازمان های غیردولتی در آسیا و آفریقا، فعالیت های قابل ملاحظه ای انجام داده اند(ارشد و همکاران، ۱۳۸۷). Wilhelmiو همکاران (۲۰۰۲) در نبراسکای ایالات متحده آمریکا به بررسی آسیب پذیری خشکسالی کشاورزی پرداختند. و عوامل بیوفیزیکی و اجتماعی را به عنوان پارامترهای موثر در آسیب پذیری خشکسالی انتخاب نمودند. Maja Slejko و همکاران (۲۰۱۰) نقشه ی مربوط به آسیب پذیری خشکسالی کشور اسلوونی را تهیه نمودند. مرکز مدیریت خشکسالی جنوب شرق اروپا در سال ۲۰۱۲ پژوهشی در زمینه بررسی راهکارها و سیاست گذاری های خطرات و آسیب پذیری های خشکسالی، انجام داد و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی نقشه مربوط به آسیب‌پذیری خشکسالی کشورهای مجارستان،کرواسی،یونان، جمهوری مقدونیه، صربستان و مونته نگرو را تهیه نمود (Andrea Móring

et al, 2012). Karamouz و همکاران (۲۰۱۵) پژوهشی در زمینه تهیه نقشه های آسیب پذیری که نشان دهنده خصوصیات مکانی آسیب پذیری خشکسالی می باشد را در استان آذربایجان شرقی انجام دادند. در این پژوهش از سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) و مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به منظور ارزیابی آسیب پذیری خشکسالی استفاده کردند و مبنای انتخاب پارامترهای موثر در آسیب پذیری خشکسالی را براساس عواملی مانند ویژگی های منطقه ای و در دسترس بودن داده ها قرار دادند.نتایج نشان داد که بخش غربی استان آذربایجان شرقی آسیب پذیرترین منطقه برای خشکسالی است. Boultif و Benmessaoud (۲۰۱۷) تحقیقی در زمینه ارزیابی آسیب پذیری خشکسالی در منطقه مرکزی الجزیره EL HODNA به مساحت ۱۲۰۰ کیلومتر مربع انجام داند. در این پژوهش از سامانه اطلاعات جغرافیایی و تجزیه و تحلیل چند معیار (فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی) استفاده شده است. نتایج نشان داد که ۳۵ در صد از منطقه مورد مطالعه بسیار آسیب پذیر،۳۲ درصد آسیب پذیر،۱۹ درصد بطور بالقوه آسیب پذیر و تنها ۱۱درصد از سطح منطقه دارای آسیب پذیری کمتری می با شد. Jiang و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی ویژگی های آسیب پذیری خشکسالی و ارزیابی ریسک جنوب غربی چین را مورد تجزیه و تحلیل قراردادند. در این مطالعه ضمن ارزیابی خشکسالی ، جنبه آسیب پذیری را مد نظر قرار داده است. در این پژوهش از شاخص استاندارد بارندگی (SPI) به عنوان شاخص ارزیابی آسیب پذیری خشکسالی استفاده شده است. Dabanlia (2018) پژوهشی در زمینه ارزیابی خطر خشکسالی در ترکیه انجام داد. در این پژوهش از داده های هیدرو اقلیم و اقتصادی و اقتصادی استانهای کشور ترکیه به منظور ارزیابی آسیب پذیری و خطر خشکسالی استفاده شده است. نتایج حاکی از آن است که نقشه های آسیب پذیری خشکسالی می تواند به ذینفعان کمک کند تا مناطق آسیب پذیر در برابر خشکسالی را شناسایی کنند و از این طریق به آنها کمک کنند. باتوجه به اینکه طراحی الگوهای کشت سازگار به شرایط کم آبی و خشکسالی از مهمترین و علمی ترین فعالیت ها در جهت مدیریت جامع خشکسالی کشاورزی، توسعه پایدار کشاورزی و بهینه سازی مصرف نهاده می باشد، لذا هدف از این پژوهش آنالیز مکانی آسیب پذیری خشکسالی و ارائه الگوی کشت کم آبخواه و سازگار با مناطق خشک در حوزه آبخیز پیشکوه استان یزد بوده است.

منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی در حوزه آبخیز پیشکوه قرار دارد. این حوزه آبخیز در بخش جنوب غربی استان یزد قرار دارد و براساس سرشماری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۰، جمعیت آن ۴۲۸۴ نفر (در ۱۲۸۹ خانوار) بوده و مساحت آن ۸۳۳۸۱ هکتار است. موقعیت جغرافیایی محدوده مطالعاتی بین طول ۵۳ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی و عرض ۳۱ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی قرار گرفته است (شکل۱).



شکل (۱):موقعیت کشوری و استانی محدوده مطالعاتی

حداقل ارتفاع حوزه آبخیز، ۱۴۹۲ متر، حداکثر آن ۴۰۴۲ متر مربوط به رشته کوه‌های شیرکوه و میانگین ارتفاع آن ۲۳۸۰ است. بارندگی متوسط حوزه آبخیز پیشکوه ۱۶۷ میلی‌متر بوده که ۶۵ درصد از این بارش در فصل زمستان می‌بارد.

روش تحقیق

در این پژوهش ابتدا گونه های باغی غالب منطقه مطالعاتی شناسایی گردید. پس از آن نیاز آبی هر یک از گونه های باغی شناسایی شده محاسبه گردید. در مرحله بعد نقشه آسیب پذیری خشکسالی کشاورزی منطقه مطالعاتی تهیه شد. در نهایت با در نظر گرفتن نیاز آبی گیاهان و آنالیز مکانی آسیب پذیری خشکسالی کشاورزی الگوی کاشت سازگار با خشکسالی در منطقه مطالعاتی پیشنهاد گردید. در ادامه مراحل روش تحقیق به تفصیل اشاره شده است؛

۱-تعیین مراحل رشد(فنولوژی رشد) گونه های باغی در منطقه مطالعاتی

به منظور برآورد نیاز آبی گونه های غالب باغی در منطقه، اولین گام بعد از جمع آوری اطلاعات هواشناسی و داده های مورد نیاز تعیین مراحل رشد گونه های غالب باغی حوزه آبخیز پیشکوه می باشد. در این پژوهش، طول مراحل فنولوژی رشد که شامل چهار مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی می باشد با استفاده از داده های سند ملی آبیاری کشور(فرشی و همکاران،۱۳۷۶) و ویژگی های اقلیمی محدوده مطالعاتی تعیین گردید(جدول۱).

جدول(۱):طول مراحل فنولوژی رشد گونه‌های باغی(روز)

نوع گیاه	مرحله ابتدایی(ini)	مرحله توسعه(dev)	مرحله میانی(mid)	مرحله انتهایی(end)
انار	۵۰	۶۰	۷۰	۶۰
انگور	۳۵	۵۷	۹۷	۷۱
بادام	۳۴	۶۳	۷۸	۴۵
پسته	۵۵	۶۰	۷۵	۵۰
زردآلو	۵۳	۷۳	۵۳	۴۶
سیب	۴۲	۷۵	۵۷	۳۱
شفتالو	۲۴	۸۰	۵۳	۴۳
گردو	۴۸	۷۰	۷۱	۵۱

۲-محاسبه تبخیر و تعرق مرجع ET0

در این تحقیق، برای محاسبه تبخیر و تعرق مرجع، ازمعادله پنمن-مانتیث اصلاح شده که توسط فائو ارائه گردیده، استفاده شد. اطلاعات ورودی این روش، پارامترهای هواشناسی ماهانه شامل حداکثر و حداقل دما (بر حسب درجه سانتیگراد)، حداکثر و حداقل درصد رطوبت نسبی(بر حسب درصد)، سرعت باد در ارتفاع دو متری(بر حسب متر در ثانیه)و تعداد ساعات آفتابی در روز(بر حسب ساعت در روز) بوده و مقادیر تبخیر و تعرق مرجع (بر حسب میلیمتر) محاسبه گردید .لازم به ذکر است که در این پژوهش، جهت اعمال شرایط آب و هوایی کنونی، محاسبات تبخیر و تعرق مرجع باتوجه به آمار موجود و قابل اطمینان به مدت ۱۶سال(۱۳۷۹-۹۵) در مقیاس ماهانه انجام شد. سپس میانگین بلند مدت(۱۶ ساله) این پارامتر برای هر ماه بدست آمد و مبنای محاسبات بعدی قرار گرفت(جدول۲).

جدول(۲): میانگین بلند مدت ET_0 (براساس میلیمتر در ماه)

شماره ماه	نام ماه(میلادی)	میانگین بلند مدتET_0
۱	January	۴۹
۲	February	۶۳
۳	March	۱۲۹
۴	April	۱۸۸
۵	May	۲۶۸
۶	June	۳۶۴
۷	July	۴۲۱
۸	August	۳۹۵
۹	September	۳۳۸
۱۰	October	۲۳۵
۱۱	November	۱۳۳
۱۲	December	۶۸

۲-محاسبه ضریب گیاهی K_C

ضریب گیاهی محصول به عنوان تابعی از مراحل رشد و تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله تاریخ برداشت، درجه حرارت، رطوبت نسبی، دوره رشد و تیپ گیاه تغییر کرده(Nikbakht et al,2007) و بین حداقل آن در مرحله آغازین تا حداکثر آن در مرحله میان فصل در نوسان است(Utset et al,2007). در این پژوهش مقادیر مربوط به ضریب گیاهی(K_C) در دوره های مختلف رشد گیاه از سند ملی آبیاری کشور(فرشی و همکاران،۱۳۷۶) و با توجه به شرایط اقلیمی منطقه مطالعاتی استخراج گردید(جدول۳). با توجه به طول مراحل فنولوژی رشد(چهار مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی)، برای هر کدام از این مراحل رشد، در شرایط آب وهوایی منطقه مورد نظر، ضرایب گیاهی متفاوت می باشد. این ضرایب عبارتند از ضریب گیاهی ابتداییK_{Cini} ، توسعه ایK_{Cdev} ، میانیK_{Cmid} و انتهاییK_{Cend} است. لازم به ذکر است، مرحله اول، سوم و چهارم دارای ضرایب ثابت هستند ولی مرحله دوم که ما بین مرحله ابتدایی و مرحله میانی می باشد دارای ضریب متغیر است که از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$k_{Cdev} = ((k_{cmid}-k_{cini})/(D))*t+k_{cini} \quad (۱)$$

در این رابطه D تعداد روز توسعه و t شماره روز توسعه است

جدول(۳): ارقام مربوط به ضرایب گیاهی منطقه مطالعاتی

نوع گیاه	k_{cini}	k_{cdev}	k_{cmid}	k_{cend}
انار	۰/۶۵	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۸۵
انگور	۰/۳	۰/۹۵	۰/۷۵	۰/۹۴
بادام	۰/۴	۰/۸۵	۰/۶	۰/۸۴
پسته	۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۴۰
زردآلو	۰/۴۵	۱	۰/۷	۰/۹۹
سیب	۰/۵	۱/۱۵	۰/۷۵	۱/۱۴
شفتالو	۰/۴۵	۱	۰/۷	۰/۹۹
گردو	۰/۵	۱/۱	۰/۶۵	۱/۰۹

۳- محاسبه تبخیر و تعرق گیاه ET_C

تبخیر و تعرق گیاه یا همان نیاز آبی گیاه، طبق رابطه زیر از حاصلضرب ضریب گیاهی در تبخیر و تعرق گیاه مرجع بدست می آید:

$$ETc= K_C \times ET_0 \quad (۲)$$

در این رابطه، ET_0 تبخیر و تعرق گیاه مرجع ، ET_C تبخیر و تعرق گیاه یا نیاز آبی گیاه وK_C ضریب گیاهی (بدون واحد) می باشد.

جدول(۴): آب خالص مورد نیاز درختان باغی محدوده مطالعاتی(برحسب میلی‌متر در طول دوره رشد)

نوع گیاه	ETc
انار	۹۴۷
انگور	۷۹۸
بادام	۷۵۳
پسته	۸۳۶
زردآلو	۹۷۴
سیب	۱۱۵۰
هلو	۱۰۰۳
گردو	۱۰۰۶

۴-محاسبه بارش موثر(peff)

از دیدگاه متخصصین کشاورزی، باران مؤثر(peff) قسمتی از کل بارش است که مستقیماً جوابگوی نیازهای آبی گیاه بوده و نیز رواناب سطحی که بتوان برای تولید محصول از برکه یا چاه به مزرعه پمپاژ کرد(Adnan و Hayat Khan ،۲۰۰۸). در کل می توان بیان کرد که چنانچه مقدار نفوذ(به عمق پائین تر از دسترسی ریشه گیاه)، مقدار رواناب و مقدار رطوبتی که بعد از برداشت محصول در خاک باقی می ماند را در دوره رویش(فصل رشد) از کل مقدار باران همین دوره(فصل رشد) کم کنیم، باران مؤثر بدست می آید که ممکن است برابر، بیشتر یا کمتر از نیاز آبی گیاه مورد نظر باشد(عزیزی، ۱۳۷۹). در تحقیق حاضر، از روش سرویس حفاظت خاک آمریکا(SCS)، برای تعیین بارندگی موثر در طول مراحل مختلف رشد استفاده گردید. سرویس حفاظت خاک آمریکا روشی را بر مبنای داده های رطوبت خاک و اقلیم برای برآورد بارش مؤثر ارائه داده است. در این روش، بارش مؤثر با استفاده از باران ماهانه و تبخیر و تعرق ماهانه و همین‌طور عمق ذخیره آب یا عمق آبیاری برآورد می شود (مجرد و همکاران، ۱۳۸۴):

$$P_e = F_d(1.253P^{0.824} - 2.935) \times 10^{0.000955\, ET_c} \quad (۳)$$

Pe: بارش مؤثر ماهانه، P: مجموع بارش هر ماه، ETc: مجموع تبخیر و تعرق هر ماه، Fd: ضریبی که وابسته به عمق آبیاری Di می باشد .در رابطه فوق تمام واحدها بر حسب میلی متر در نظر گرفته شده است. اگر عمق آبیاری در هر مرحله برابر با ۷۵ میلی متر در نظر گرفته شود، F برابر با یک است؛ اگر عمق آبیاری کمتر از ۷۵ میلی متر باشد:

$$F = 0.133 + 0.201 \text{ Ln } Di \quad (۴)$$

و اگر عمق آبیاری بیشتر از ۷۵ میلی متر باشد:

$$F = 0.946 + 7.3\times10 - Di4 \quad (۵)$$

جدول(۵): محاسبه بارش موثر محدوده مطالعاتی به روش(SCS)

ماه(میلادی)	میانگین بارش بلند مدت ۳۰ ساله	بارش موثر(Peff) به‌روش (SCS)
January	۳۱/۷۸	۲۰/۸۶
February	۲۷/۵۸	۱۸/۸
March	۳۰/۸۵	۲۴/۲۱
April	۳۲/۱۱	۲۸/۶
May	۱۰/۲۱	۱۰/۰۴
June	۱/۸۸	۰
July	۰/۹۱	۰
August	۰/۴۳	۰
September	۰/۳	۰
October	۱/۴۳	۰
November	۱۱/۲۸	۸/۴۵
December	۳۴/۰۹	۲۳/۲۷

۵

-محاسبه نیاز آب آبیاری خالص گیاه(IRReq)

در این مرحله کســـری آب مورد نیاز گیاه که باید از طریق آبیاری تامین شـــود و یا به عبارتی نیاز آب آبیاری خالص گیاه (IRReq) در طول مراحل مختلف ر شد، طبق رابطه زیر از تفاضـــل تبخیر و تعرق گیاه با بارش موثر بدست می آید(علیزاده،۱۳۶۸).

$$IRReq = ETC - peff \quad (۶)$$

که در این رابطه،IRReq نیاز خالص آبیاری بر حسب میلی متر در طول دوره رشد، ETC آب خالص مورد نیاز گیاه(میلی‌متر در طول دوره رشد) و peff بارش موثر(میلیمتر در طول دوره رشد) می باشد.

جدول(۶): محاسبه نیاز آب آبیاری خالص(**IRReq**) درختان باغی محدوده مطالعاتی(میلی متر در طول دوره رشد)

نوع گیاه	ETc	Peff	IRReq
انار	۹۴۷	۶۹	۸۷۸
انگور	۷۹۸	۶۸	۷۳۰
بادام	۷۵۳	۶۹	۶۸۴
پسته	۸۳۶	۵۸	۷۷۸
زردآلو	۹۷۴	۶۹	۹۰۵
سیب	۱۱۵۰	۳۸	۱۱۱۱
هلو	۱۰۰۳	۴۶	۹۵۶
گردو	۱۰۰۶	۵۹	۹۴۷

۶-تهیه نقشه آسیب پذیری خشکسالی کشاورزی منطقه مطالعاتی

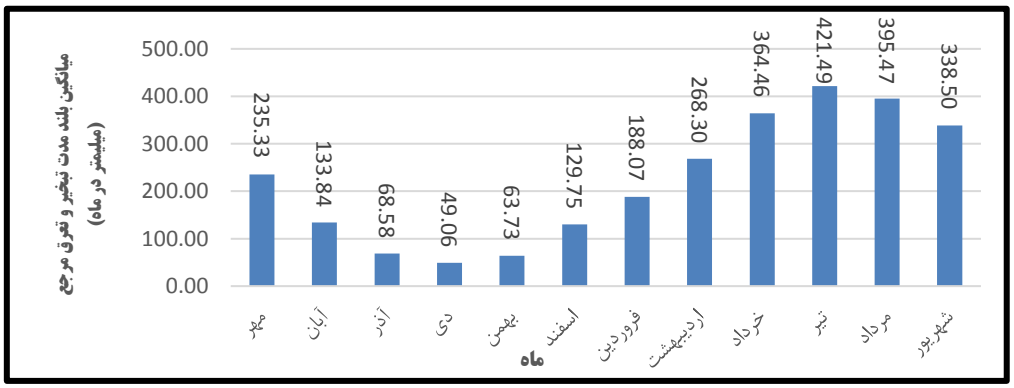
در این پژوهش نخست به منظور تهیه نقشه آسیب پذیری خشکسالی کشاورزی پارامترها و فاکتورهای مؤثر بر آسیب پذیری خشکسالی بر اساس در دسترس بودن و قابلیت اطمینان داده ها شناسایی و انتخاب گردید. که این پارامترها شامل شیب ، جهت شیب ، بارش ، سازندهای زمین شناسی، دبی قنوات، تبخیر و بافت خاک بودند. در پژوهش حاضر استخراج پارامترهای موثر در آسیب‌پذیری خشکسالی کشاورزی همسو با مطالعات Wilhelmi (۲۰۰۲) در نبراسکای ایالات متحده آمریکا، Maja Slejko و همکاران (۲۰۱۰) در کشور اسلوونی، Andrea و همکاران(۲۰۱۲) مرکز مدیریت خشکسالی جنوب شرق اروپا بوده است. در مرحله بعد، این پارامترها در محیط (GIS) تبدیل به لایه های اطلاعاتی و یا همان نقشه های آسیب پذیری شد، که برای هر کدام از نقشه ها، طبقه بندی های مربوطه صورت گرفت. سپس، هر کدام از نقشه‌های آسیب‌پذیری ایجادشده، به لحاظ اهمیت آنها در آسیب-پذیری خشکسالی، با استفاده از روش تحلیل سلسله-مراتبی(AHP)، وزن‌دهی شد. این تکنیک بر اساس مقایسه‌های زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می دهد(Saaty ، ۱۹۸۰). در این فرآیند عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آنها محاسبه می‌شود(Ghodsi pour, 2007). در این مقایسه‌ها تصمیم‌گیرندگان از قضاوت‌های شفاهی استفاده خواهند کرد، به گونه ای که اگرعنصر i با عنصر j مقایسه شود تصمیم گیرنده خواهد گفت که اهمیت i بر j چگونه است. این قضاوت‌ها به مقادیر کمی بین ۱ تا ۹ تبدیل شده اند. در پژوهش حاضر، محاسبات فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice Ver.11، انجام شده‌است. پس از آن، وزن های به دست آمده به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به هر کدام از نقشه های آسیب پذیری اعمال گردید و در پایان، پس از تلفیق این لایه‌ها، نقشه نهایی آسیب پذیری ناشی ازخشکسالی محدوده مطالعاتی تهیه شد.

۷-تعیین الگوی کشت کم آبخواه و سازگار با شرایط خشکی و کم آبی

سرانجام در مرحله پایانی، باتوجه به نیاز آبی گیاهان(ETC) و نیاز خالص آبیاری(IRR) گونه های باغی محدوده مطالعاتی و با در نظر گرفتن ویژگی های اقلیمی و آسیب پذیری مناطق مختلف در برابر خشکسالی و تنش های آبی، الگوی کشت کم‌آبخواه و سازگار با شرایط خشکی و کم آبی برای حوزه آبخیز پیشکوه تعیین گردید.

نتایج و بحث

نتایج محاسبه تبخیر و تعرق مرجع بلند مدت، بر اساس آمار موجود و قابل اطمینان در منطقه مورد مطالعه نشان داد که بیشترین مقدار میانگین ۱۶ساله تبخیر و تعرق مرجع متعلق به تیر ماه (۴۲۱ میلیمتر در ماه) و کمترین مقدار میانگین بلند مدت تبخیر و تعرق مرجع متعلق به دی ماه (۴۹ میلیمتر در ماه) می باشد(شکل۲). نتایج این تحقیق همسو با نتایج مطالعات براتی و همکاران(۱۳۹۷) می باشد.



شکل(۲): نمودار مقادیر میانگین ۱۶ ساله (بلند مدت) تبخیر و تعرق مرجع برای هر ماه در منطقه مورد مطالعه

پس از محاسبه مقادیر تبخیر و تعرق مرجع، طول مراحل فنولوژی رشد و ضریب گیاهی گونه های باغی ، مقادیر نیاز آبی گیاهان ، بارش موثر و نیاز آب آبیاری خالص گیاهان باغی منطقه مطالعاتی در پژوهش حاضر، نتایج نشان داد، میزان آب مورد نیاز برای درختان باغی به ترتیب کم آبخواه ترین تا پرآبخواه ترین آنها عبارتند از: درخت پسته با مقدار۸۳۶، بادام۷۵۳، انگور۷۹۸، انار۹۴۷، زردآلو۹۷۴، هلو۱۰۰۳، گردو ۱۰۰۶ و سیب ۱۱۵۰ میلیمتر در ماه می باشد. (جدول۷).

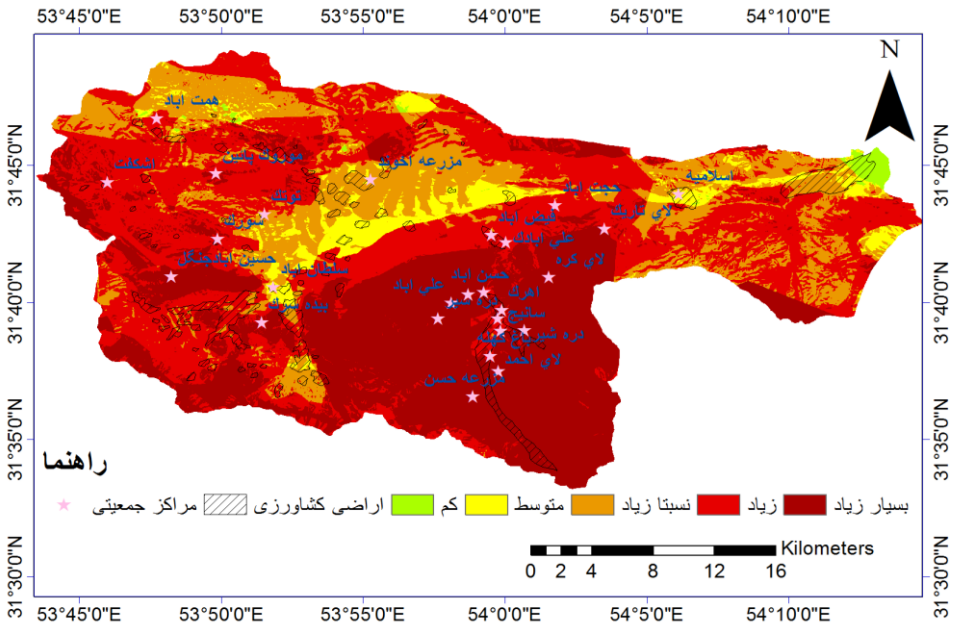
جدول(۷): نتایج مربوط به محاسبات طول دوره رشد، ضریب گیاهی و نیاز آبی گونه های غالب باغی محدوده مطالعاتی

محصول crop	مراحل رشد(روز) Growing stages				ضریب گیاهی Crop-coefficient(kc)				نیاز آبی ETC	بارش موثر Peff	آبیاری خالص IRReq
درختان باغی محدوده مطالعاتی	ابتدایی(Initial)	نمو(Development)	میانه فصل(Mid-season)	انتهای فصل(End-season)	k_{cini}	k_{cdev}	k_{cmid}	k_{cend}	(میلی متر)	(میلی متر)	(میلی متر)
پسته	۵۵	۶۰	۷۵	۵۰	۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۴	۰/۵۰	۸۳۶	۵۸	۷۷۸
بادام	۳۴	۶۳	۷۸	۴۵	۰/۴	۰/۸۵	۰/۶	۰/۸۴	۷۵۳	۶۹	۶۸۴
انگور	۳۵	۵۷	۹۷	۷۱	۰/۳	۰/۹۵	۰/۷۵	۰/۹۴	۷۹۸	۶۸	۷۳۰
انار	۵۰	۶۰	۷۰	۶۰	۰/۶۵	۰/۹	۰/۸۵	۰/۹۰	۹۴۷	۶۹	۸۷۸
زردآلو	۵۳	۷۳	۵۳	۴۶	۰/۴۵	۱	۰/۷	۰/۹۹	۹۷۴	۶۹	۹۰۵
هلو	۲۴	۸۰	۵۳	۴۳	۰/۴۵	۱	۰/۷	۰/۹۹	۱۰۰۳	۴۶	۹۵۶
گردو	۴۸	۷۰	۷۱	۵۱	۰/۵	۱/۱	۰/۶۵	۱/۰۹	۱۰۰۶	۵۹	۹۴۷
سیب	۴۲	۷۵	۵۷	۳۱	۰/۵	۱/۱۵	۰/۷۵	۱/۱۴	۱۱۵۰	۳۸	۱۱۱۱

همان‌طور که قبلا اشاره شد در این پژوهش به منظور لحاظ نمودن میزان آسیب پذیری خشکسالی کشاورزی در ارائه الگوی کشت کم آبخواه و سازگار به خشکسالی منطقه مطالعاتی اقدام به تهیه نقشه آسیب پذیری خشکسالی کشاورزی گردید. در این راستا پس از تهیه نقشه های آسیب پذیری پارامترهای موثر در آسیب پذیری خشکسالی(پارامترهای شیب، جهت شیب، بارش، منابع آب، سازندهای‌زمین‌شناسی، بافت‌خاک و تبخیر)، به دلیل متفاوت بودن تاثیر این فاکتورها در اسیب پذیری خشکسالی ، وزن دهی پارامترهای مذکور توسط فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، صورت گرفت. در پژوهش حاضر، تکمیل پرسشنامه های ماتریس مقایسه های زوجی توسط کارشناسان خبره و اساتید دانشگاه ها صورت گرفت. در این تحقیق۱۵ عدد پرسشنامه تکمیل و پس ازاستخراج داده‌های پرسشنامه، اطلاعات یادشده در نرم افزار Expert Choice Ver.11 وارد گردید و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در نهایت وزن نهایی هر یک از پارامترهای مورد مطالعه با نرخ ناسازگاری ۰/۰۸ تعیین گردید. نتایج نشان می دهد که بیشترین وزن پارامترهای موثر در آسیب‌پذیری خشکسالی کشاورزی مربوط به نقشه بارش که مقدار آن برابر با ۰/۳۱ و پس از آن به ترتیب منابع آب (آبدهی قنوات) ۰/۱۹ ، شیب ۰/۱۵ ، تبخیر ۰/۱۲، بافت خاک ۰/۰۹ ، سازندهای زمین شناسی ۰/۰۶ و کمترین وزن مربوط به پارامتر جهت شیب با مقدار ۰/۰۵ می‌باشد (شکل ۳).

شکل(۳): ساختار معیارهای تصمیم‌گیری در پژوهش حاضر در دو سطح(هدف و معیارهای اصلی) به همراه وزن نهایی هر یک از پارامترهای مورد بررسی براساس خروجی نتایج نرم‌افزار (EC)

سپس در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، وزن‌های بدست آمده از مدل AHP، به نقشه‌های رستری مربوط به آنها اعمال شد، در نهایت نقشه‌های پایه دارای وزن، با هم تلفیق شده و نقشه نهایی آسیب‌پذیری خشکسالی کشاورزی حوزه آبخیز پیشکوه حاصل شد. این نقشه دارای پنج کلاس آسیب‌پذیری می‌باشد. کلاس ۱، نشانگر طبقه آسیب‌پذیری کم و کلاس ۵، نشانگر طبقه آسیب پذیری بسیار زیاد می‌باشد. در این نقشه، نحوه توزیع مکانی اراضی کشاورزی کنونی (زراعی-باغی) بر روی نقشه نهایی آسیب-پذیری خشکسالی کشاورزی به صورت هاشور مشخص گردیده و موقعیت قرارگیری آبادی های مطالعاتی نشان داده شده است (شکل۴).



شکل(۴)-نقشه نهایی آسیب‌پذیری خشکسالی کشاورزی حوزه آبخیز پیشکوه، به همراه نمایش موقعیت برخی از آبادی های مورد مطالعه و نحوه توزیع مکانی اراضی کشاورزی موجود

نتایج حاصل از نقشه نهایی آسیب‌پذیری خشکسالی کشاورزی نشان می‌دهد، نواحی جنوبی، غربی و جنوب غربی حوزه آبخیز پیشکوه بیشترین میزان آسیب‌پذیری خشکسالی را دارا می‌باشد. این مناطق که عمدتاً از نظر ژئومرفولوژی جزء مناطق مرتفع و کوهستانی به‌شمار می روند و از نظر توزیع زمانی و مکانی بارندگی، تأثیرپذیری زیادی از تغییرات ارتفاع دارد(سیابی و همکاران،۱۳۹۲ و میراحسنی و همکاران،۱۳۹۷)، نسبت به مناطق دشتی به‌دلیل عمق کم رسوبات، بافت خاک درشت دانه تر و هوابین بودن منابع آبی (قنوات)، عمدتاً آسیب‌پذیری آنها نسبت به وقوع خشکسالی، شدیدتر و از نظر زمانی سریع تر و در کوتاه‌مدت دچار خسارات متعددی می‌گردند. همچنین، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مناطق مرکزی، شرقی و شمال غربی آسیب‌پذیری متوسط و به نسبت کمتری را نسبت به سایر مناطق این حوزه دارد. روش تحقیق به کار گرفته شده در پژوهش حاضر با پژوهش‌های Wilhelmi (۲۰۰۲) در نبراسکای ایالات متحده آمریکا، Maja Slejkoو همکاران (۲۰۱۰) در کشور اسلوونی، Andreaو همکاران(۲۰۱۲) مرکز مدیریت خشکسالی جنوب شرق اروپا، Ekrami و همکاران(۲۰۱۵) در ایران و Meriem Boultif و همکاران (۲۰۱۷) در الجزایر، مطابقت زیادی دارد. اما آنچه باعث مزیت پژوهش حاضر نسبت به موارد مشابه در سطح جهان و ایران تلقی‌می‌گردد، این است که، در نقشه نهایی آسیب‌پذیری خشکسالی کشاورزی، علاوه بر مشخص نمودن میزان آسیب‌پذیری محدوده‌های زراعی و باغی موجود، آسیب پذیری دیگر مناطق محدوده مطالعاتی که می تواند درآینده دارای پتانسیل کشاورزی اعم از زراعی-باغی(آبی یا دیم) یا گلخانه باشد، در پژوهش حاضر تعیین گردیده است.

نتیجه گیری

وقوع خشکسالی ها در دهه های گذشته، باعث تهدید فعالیت‌های کشاورزی، خصوصاً در مناطق خشک و فراخشک شده است. از این‌رو، افزایش شدت خشکسالی(زمانی و مکانی) و تغییرات اقلیمی در آینده و تأثیر آن بر دسترسی آب و الگوی کشت کنونی منطقه مطالعاتی، بیشترین نگرانی را برای مدیران و مسئولین حوزه های مرتبط با آب ایجاد نموده است. لذا تغییرات الگوی کشت مبتنی بر در دسترس بودن آب آبیاری ، مانند کاهش سطح زیر کشت محصولات پرآبخواه یا تغییر نوع کشت گیاهان زراعی و باغی (مانندکشت گونه‌های کم‌آبخواه و مقاوم به کم‌آبی) و افزایش بهره وری آب، رویکردی برای کاهش چالش‌های کمبود آبیاری ارائه می دهد که یکی از ضروری‌ترین اقدامات لازم برای مدیریت ریسک خشکسالی کشاورزی می باشد.

بررسی نتایج پژوهش حاضر نشان داد، میزان بارندگی موثر در مقایسه با نیاز آبی گیاهان بسیار کم است و باران تنها تامین کننده بخش ناچیزی از نیاز آبی گیاهان مذکور می باشد، همچنین نتایج نشان دهنده افزایش متناوب در نیاز آبی گونه های درختی مورد مطالعه، از اول فروردین ماه تا اواخر تیرماه می‌باشدکه یک دوره کمبود آب کاملاً مشهودی را در مقایسه با مقدار باران موثر نشان می‌دهند. نتایج حاصل از مقایسه ارقام باران موثر با آب مورد نیاز گونه های درختی باغی مورد مطالعه در پژوهش حاضر، نشان دهنده کسری آب ۷۷۸ میلیمتری در طول دوره رشد، برای کم آبخواه ترین گونه (پسته)، بادام۶۸۴میلی متر، انگور ۷۳۰ ، انار ۸۷۸ ، زردآلو۹۰۵، هلو ۹۵۶، گردو ۹۴۷ و کسری آب حدود ۱۱۰۰ میلیمتری برای پرآبخواه‌ترین گونه درختی باغی(سیب) منطقه مورد مطالعه می باشد. اما آنچه بیشتر باید مورد توجه کشاورزان، کارشناسان کشاورزی و مدیران مناطق خشک و فراخشک قرار گیرد، این است که این ارقام در خشکسالی‌های شدید، بسیار افزایش می‌یابد و کسری آب بوجودآمده، بایستی از طریق آبیاری تامین شود. با توجه به اینکه عمده ترین منابع تامین آب کشاورزی در منطقه مطالعاتی قنوات و آب های زیرزمینی می باشد، لذا باید در مدیریت و اصلاح الگوی کاشت باغات، این موضوع، مدنظر قرار گیرد. نتایج حاصل از تهیه نقشه آسیب پذیری خشکسالی کشاورزی حاکی از آن است که مناطق جنوبی تا جنوب غربی شامل روستاهای سانیچ، سلطانب، دره شیر، دره سیر، علی قلی، توتک اشکفت، مورک و ... نسبت به سایر مناطق محدوده مطالعاتی، دارای بیشترین میزان آسیب‌پذیری خشکسالی است. لذا پیشنهاد می‌گردد کم آبخواه‌ترین گونه های درختی باغی مورد مطالعه شامل

درختان بادام، انگور و... در این مناطق کشت گردد. لازم به ذکر است به علت شرایط توپوگرافی منطقه و مرتفع بودن مناطق آسیب پذیر، کاشت درخت پسته در این مناطق علیرغم کم آبخواه بودن توصیه نمی‌گردد، چون دارای ریسک بالای سرمازدگی محصول می باشد. همچنین بررسی نتایج پژوهش نشان داد، مناطق مرکزی، شرقی و شمال غربی، شامل روستاهای اسلامیه، مزرعه نواب، علی آباد، چاه سرخ، نصرآباد، مزرعه آخوند، اله آباد و ...، دارای آسیب‌پذیری متوسط و به نسبت کمتری هستند. لذا پیشنهاد می‌گردد علاوه بر کاشت درختان کم آبخواه، گونه های درختی متوسط آبخواه نظیر انار و زردآلو نیز کاشت شود. با توجه به اینکه کاشت گونه انار تا ارتفاع ۱۶۰۰ متری در این منطقه دارای بالاترین بازدهی می‌باشد، لذا بهترین منطقه پیشنهادی جهت کاشت گونه انار، از شرق حوزه آبخیز پیشکوه تا قبل از روستای صادق آباد می باشد.

به طور کلی در مدیریت ریسک خشکسالی کشاورزی، علاوه بر تغییر نوع کشت(کاشت گونه های کم آبخواه) بایستی شیوه های مدیریتی کاشت و آبیاری نیز اصلاح گردد تا بیشترین سازگاری را با اقلیم منطقه داشته باشد. مطالعات میدانی این پژوهش نشان داد، یکی از شیوه های موفقی که پیشینیان منطقه با دانش‌بومی خود ابداع کرده-بودند ومتأسفانه در حال حاضر به فراموشی سپرده شده است، شیوه کشت نظامه با هدف سازش با خشکسالی بوده است. در این روش، کشت بصورت تقسیم یک زمین به عرصه باغی($\frac{1}{3}$ مساحت زمین) و زراعی($\frac{2}{3}$ مساحت زمین) است که در حاشیه آن بصورت یک نوار در ۴ طرف درختان میوه کشت می شود و عرصه میانی به زراعت تخصیص می یابد که به درختکاری و ساده کاری معروف است. در ترسالی ها همه این عرصه تحت کشت قرار می گیرد اما درسالهای خشک یا در فصل تابستان که کشاورز با محدودیت آب مواجه می‌گردد، آب صرفاً به درختان حاشیه تخصیص و عرصه وسط بصورت آیش می‌ماند. معمولا کشت های بهاره مثل گندم ، جو ، نخود و .. در وسط انجام می‌شود و بلافاصله پس از برداشت، عرصه میانی شخم و رها می شود. با این ابتکار کشاورزان، اولاً نوسان آبدهی قنات و چشمه را با سطح زیر کشت خود تنظیم و ضمن حداکثر بهره برداری از آب و خاک از آسیب‌پذیری درختان در برابر خشکسالی می‌کاهند(دهقانی تفتی و همکاران، ۱۳۸۴). در پایان ذکر این نکته ضروری است که، برخی از مناطق زراعی و باغی نسبت به دیگر مناطق، دارای آسیب پذیری خشکسالی کشاورزی بیشتری می باشد هر چند که ممکن است این محدوده ها (اراضی زراعی و باغات) در یک استان، شهرستان و یا حتی در یک دهستان قرار داشته باشد. بنابراین شیوه مدیریت ریسک و بحران خشکسالی در مناطق مختلف باید متفاوت باشد. در این راستا تهیه نقشه‌های آسیب پذیری خشکسالی کشاورزی مهمترین گام در اجرا و پیاده سازی مدیریت جامع نگر خشکسالی و یا همزیستی با خشکسالی می باشد. همچنین برنامه ریزان و تصمیم گیران بخش کشاورزی کشور می توانند با کمک این نقشه ها، برنامه های خرد و یا کلان توسعه بخش کشاورزی را در سند های چشم انداز آینده برای هر یک از نقاط کشور به خوبی پیش‌بینی و تدوین نمایند. علاوه بر آن در زمینه مدیریت کشت، مدیریت آبیاری، الگوی کشت، افزایش یا کاهش سطح زیرکشت و... این نقشه ها کاربرد بسزائی دارد.

تقدیر و تشکر:

از راهنمایی‌های ارزنده جناب آقای دکتر حمید سودایی‌زاده دانشیار و عضو محترم هیأت‌علمی دانشکده منابع‌طبیعی دانشگاه یزد در پژوهش حاضر، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

ارشد،ص.،مرید، س.، مباشری،م،ر.، آقا علیخانی،م.۱۳۸۷. توسعه مدل ارزیابی آسیب خشکسالی کشاورزی برای گندم دیم در استان کرمانشاه با استفاده از روش های آماری و هوشمند. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی.۳(۹):۱-۲۲.

اکرامی،م.، فاتحی‌مرج، ا.، برخورداری, ج. (۱۳۹۴). ارزیابی آسیب پذیری خشکسالی کشاورزی در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک به کمک GIS و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)؛ مطالعه موردی شهرستان تفت یزد', نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران, ۵(۴), ۱۰۷-۱۱۷.

براتی, خ.، عابدی کوپایی, ج.، درویشی, ا.، آذری, آ.، یوسفی, ع.۱۳۹۷. برآورد نیاز خالص آبیاری گیاهان الگوی کشت دشت کرمانشاه و مقایسه آن با داده‌های سند ملی آب', پژوهش آب در کشاورزی, ۳۲,۴(۴):۵۵۳-۵۴۳.

جعفری, ح.، نوروزی,ع،ا. (۱۳۹۸). 'تعیین تبخیر- تعرق و ضریب گیاهی انار در مراحل مختلف رشد با استفاده ازتکنیک دورسنجی و بیلان رطوبتی (مطالعه موردی ساوه)، نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران, ۳۷(۱۰):۵۱-۶۵.

دهقانی تفتی، م،ع.، ابوالقاسمی، م.، خاکی، م،ر.، عربیون، ا. ۱۳۸۴. طرح تحقیقاتی جمع آوری و ثبت دانش بومی بخش کشاورزی در روستاهای شهرستان تفت. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد.کد مصوب۸۳۰۴۳.

سیابی،ن.، ثنایی نژاد، س،ح. ۱۳۹۲. بررسی روش های ترکیبی زمین آمار در افزایش دقت طبقه بندی اقلیمی و نیز پهنه بندی عناصر اقلیمی شمال شرق ایران', پژوهش های اقلیم شناسی, (۱۵)۳۲-۸۱.

شاه کرمی،ن.،مرید،س. و رحیمی جمنانی،م.ع.۱۳۸۵. بهینه سازی الگوی کشت بر اساس مقادیر پیش بینی شده جریان رودخانه . مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۷(۲۹): ۱-۱۸

شرفی، ل. و زرافشانی،ک. (۱۳۸۹). سنجش آسیب پذیری اقتصادی-اجتماعی کشاورزان در برابر خشکسالی- مطالعه موردی : گندم کاران شهرستان های کرماشاه، صحنه و روانسر. مجله پژوهش های روستایی/ شماره ۴/ زمستان ۸۹/ ص۱۲۹-۱۵۴.

عزیزی، ق. ۱۳۷۹ . برآورد بارش مؤثر در رابطه با کشت گندم دیم (دشت خرم آباد) پژوهش های جغرافیائی، ۳۹ :۱۱۵ -۱۳۳

علیزاده، ا. ۱۳۶۸. رابطه آب، خاک و گیاه، پال جی، کرامر، انتشارات جاوید مشهد.

فاتحی مرج،ا. و حسینی حسین آبادی، ف.(۱۳۹۰). تدوین برنامه مدیریت ریسک خشکسالی کشاورزی -پایلوت الموت قزوین. طرح تحقیقاتی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.

فرشی، ع،ا. شریعتی،م،ر. جاراللهی،ر. قائمی،م،ر. شهابی فر،م.تولائی،م،م. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. موسسه تحقیقات خاک و آب. جلددوم.نشر آموزش کشاورزی.

قدسی‌پور، س.ح. ۱۳۸۵. فرآیند تحلیل سلسله مراتبیAHP ، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

کاظمی، ح. طهماسبی سرو ستانی، ز. کامکار، ب. شتایی، ش. صادقی،ص. (۱۳۹۵). تدوین الگوی کشت بهینه برای استان گلستان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS). پژوهش های آبخیزداری, ۲۹(۱), ۸۸-۱۰۶.

مجرد، ف.، قمرنیا، ه. و نصیری، ش. ۱۳۸۴ . برآورد بارش مؤثر و نیاز آبی برای کشت برنج در جلگه مازندران. پژوهش های جغرافیایی، ۵۴ : ۷۶ - ۵۹ .

محمدیان،ف . شاهنوشی فروشانی،ن. قربانی، م. عاقل، ح. ۱۳۸۸. انتخاب الگوی کشت بالقوه محصولات زراعی بر اساس روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی: دشت تربت جام). دانش کشاورزی و تولید پایدار (دانش کشاورزی). دوره ۱/۱۹ , شماره ۱.ص ۱۶۹-۱۸۷ .

مهاجرانی،ح.، مساعدی،ا.، خلقی،م.، مفتاح هلقی،م. ۱۳۸۹، برآورد نیاز آبی گیاه گندم توسط مدل CROPWAT در شهرستان کردکوی - استان گلستان، همایش ملی مدیریت کمبود آب و تنش خشکی در زراعت، ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان،

میراحسنی،م،س.، ماهینی،س.، مدرس،ع،ر.، سفیانیان،ر.، جعفری،ع.، محمدی جهانگیر،ر.۱۳۷۹. پایش مکانی-زمانی خشکسالی هواشناسی بر اساس پهنه‌بندی خوشه‌های ایستگاهی در حوزه آبخیز زاینده‌رود', مهندسی و مدیریت آبخیز, ۱۰(۴):۷۳۹-۷۶۰.

هاتف، ح. سروری، ع. دانشور کاخکی، م. ۱۳۹۵. تعیین الگوی بهینه کشت محصولات عمده زراعی استان خراسان رضوی

Adnan Sh. and Hayat Khan A. 2008. Effective rainfall for irrigated agriculture plains of Pakistan. Pakistan Journal of Meteorology, 6: 61-72.

Andrea, M. Ákos, N. and Zita, B. 2012. Estimation and mapping of drought vulnerability on the basis of climate, land use and soil parameters using GIS technique. Final conference of DMCSEE project Ljubljana, 15th May, 2012.

Boultif, M. and Benmessaoud, H., 2017. AGIS-BASED METHODOLOGYFOR DROUGHTVULNERABILITY MODELLING: APPLICATIONATTHE REGION OFELHODNA, CENTRAL ALGERIA. Lebanese Science Journal, 18(1), p.53.

Dabanlia, I. 2018. Drought Risk Assessment by Using Drought Hazard and Vulnerability Indexes. Journal of Nat. Hazards Earth Syst. Sci.

Jiang, S., Yang, R., Cui, N., Zhao, L. and Liang, C., 2018. Analysis of drought vulnerability characteristics and risk assessment based on information distribution and diffusion in Southwest China. Atmosphere, 9(7), p.239.

Joolaei, R. (2004) Management of crop pattern in 3central counties of Fars province in a multi region

Karamouz, M., Zeynolabedin, A. and Olyaei, M.A. 2015. Mapping Regional Drought Vulnerability: A Case Study. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, 40.

Li, S., Tarboton, D., and McKee, M. 2003. ArcET a GIS Package for Statewide Irrigation Water Use Estimation. Utah Water Research Laboratory, Utah State University and Utah Department of Natural Resources, Division of Water Resources.

Maja Slejko, Gregor Gregorič,Klemen Bergant and Samo Stanič.2010.Assessing and Mapping Drought Vulnerability in Agricultural Systems – A case Study for Slovenia. 10thEMS/8thECACZürich, 13. September 2010.

Martin, D., and S. K., Saha (2009) Land evaluation by integrating remote sensing and GIS for cropping system analysis in a watershed. Current Sci. -569 :(4)96575.

Nikbakht, J., Mohammadi, K., and Ehteshami, M. 2007. Estimation of crop evapotranspiration in different probability levels: Case study in Maragheh, East AzarBaijan. Journal of Agricultural Sciences (Islamic Azad University) 13(1): 95-106. (In Persian with English Summary)

Osamu, T., Yoshida, K., Hiroaki, S., Katsuhiro, H., and Hajime Tangi, H. 2005. Estimation of irrigation water using cropwat model at KM35 project site, in Savannakhet, LAO, PDR. Proceedings of the International Symposium on Role of Water Sciences in Transbounday River Basin Management. 10-12 March. Ratchathani, Thailand.

Rahman, R., and S.K., Saha (2008) Remote sensing, spatial multi criteria evaluation (SMCE) and analytical hierarchy process (AHP) in optimal cropping pattern planning for a flood prone area. J. Spatial Sci. 161 :(2)53-177.

Saaty, T.L., 1980. “The Analytic Hierarchy Process.” McGraw-Hill, New York.

Water requirement computation and introduce a garden cropping pattern adapted to Water Scarcity and aridity condition, In order to reduce the vulnerability of agricultural drought (Case Study: Pishkouh Watershed, Yazd Province)

Mohammad Ekrami[1], Rasool Mahdavi[2*], Marzieh Rezai[3], Hassan Vagharfard[4], Jalal Barkhordari[5]

Abstract

Water, as a major limiting factor in production, plays an important role in determining the type of agricultural activities in Iran. The occurrence of droughts in recent decades have also threatened these activities. Today, one of the most effective responses and strategies for agricultural drought risk management is to identify vulnerable areas and determine the optimal pattern of low-water cultivation. Therefore, the aim of this study is spatial analysis of agricultural drought vulnerability and introduce a pattern of low-water cultivation and compatible with arid areas in Pishkuh watershed in Yazd province. In this research, first the dominant garden species in the study area were identified and after calculating their water requirements, a map of the agricultural drought vulnerability in the study area was prepared. The results showed that the southern to southwestern of study area, including the villages of Sanich, Darreh Shir, Darreh Sir, etc., have the highest vulnerability to drought compared to other areas. Therefore, it is recommended to be cultivated garden species with the least water requirement such as almond and Grapes with water needs of 753 and 798 mm during the growing period, respectively. Also Results showed that the central, eastern, and northwestern of study area, including Islamieh, Navab, Nasrabad villages and etc., have a moderate and relatively low vulnerability. In addition, it is recommended to plant the species with moderate-water needs such as pomegranate and apricot. Therefore, changing and modifying the cultivation pattern, such as reducing the planting areas with high water requirements, developing species with low water needs, and increasing water efficiency, is one of the most necessary activities for managing agricultural drought risk.

Keywords: Agricultural Drought, cropping pattern, Vulnerability, Risk Management, GIS.

[1]PhD Student in Watershed Sciences and Engineering-water, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran; Ekrami64@gmail.com.
[*2] Associate Professor, Department of Range and watershed management, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran; ra_mahdavi2000@yahoo.com(Correspondent Author).
[3] Assistant Professor, Department of Range and watershed management, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Hormozgan, , Iran; ma.rezai8011@gmail.com.
[4]Associate Professor, Department of Range and watershed management, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Hormozgan, , Iran; hvaghar52@yahoo.com.
[5] Assistant Professor, Department of Soil Conservation and Watershed Management Research, Agricultural and natural resources research center, AREEO, Yazd, Iran; jbarkhordary@yahoo.com.

Extended Abstract

Research Paper

water requirement computation and introduce a garden cropping pattern adapted to Water Scarcity and aridity condition, In order to reduce the vulnerabilityof agricultural drought (Case Study: Pishkouh Watershed, Yazd Province)

Mohammad Ekrami[1], Rasool Mahdavi[2*], Marzieh Rezai[3], Hassan Vagharfard[4], Jalal Barkhordari[5]

[1]PhD Student in Watershed Sciences and Engineering-water, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran; Ekrami64@gmail.com.
[*2] Associate Professor, Department of Range and watershed management, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran; ra_mahdavi2000@yahoo.com(Correspondent Author).
[3] Assistant Professor, Department of Range and watershed management, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Hormozgan, , Iran; ma.rezai8011@gmail.com.
[4]Associate Professor, Department of Range and watershed management, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Hormozgan, , Iran; hvaghar52@yahoo.com.
[5] Assistant Professor, Department of Soil Conservation and Watershed Management Research, Agricultural and natural resources research center, AREEO, Yazd, Iran; jbarkhordary@yahoo.com.

10.22125/IWE.2020.235438.1370

Received:
26. January.2020
Accepted:
05. October.2020
Available online:
10. January.2022

Keywords: **Discharge, Neurosolution, Prediction, Quality parameters, RCP, SVR**

Abstract

Water, as a major limiting factor in production, plays an important role in determining the type of agricultural activities in Iran. The occurrence of droughts in recent decades have also threatened these activities. Today, one of the most effective responses and strategies for agricultural drought risk management is to identify vulnerable areas and determine the optimal pattern of low-water cultivation. Therefore, the aim of this study is spatial analysis of agricultural drought vulnerability and introduce a pattern of low-water cultivation and compatible with arid areas in Pishkuh watershed in Yazd province. In this research, first the dominant garden species in the study area were identified and after calculating their water requirements, a map of the agricultural drought vulnerability in the study area was prepared. The results showed that the southern to southwestern of study area, including the villages of Sanich, Darreh Shir, Darreh Sir, etc., have the highest vulnerability to drought compared to other areas. Therefore, it is recommended to be cultivated garden species with the least water requirement such as almond and Grapes with water needs of 753 and 798 mm during the growing period, respectively. Also Results showed that the central, eastern, and northwestern of study area, including Islamieh, Navab, Nasrabad villages and etc., have a moderate and relatively low vulnerability. In addition, it is recommended to plant the species with moderate-water needs such as pomegranate and apricot. Therefore, changing and modifying the cultivation pattern, such as reducing the planting areas with high water requirements, developing species with low water needs, and increasing water efficiency, is one of the most necessary activities for managing agricultural drought risk.

1. Introduction

Agriculture plays a vital role in the national economy and the security of society. Due to the fact that the agricultural sector accounts for too much of the total water consumption, so by managing water consumption in this sector and increasing its consumption efficiency, I can significantly reduce the available water consumption. One of the methods that improves water management and ultimately increases water use efficiency is to accurately estimate the evapotranspiration or estimate the amount of water consumed by plants. Evapotranspiration is one of the main components of water balance in each region and also one of the key factors for proper and proper irrigation planning to improve water use efficiency in Faryab lands. On the part of Iran, due to being on the world's land belt, it has faced the problem of drought. This issue, along with the occurrence of severe and long-lasting droughts, has created conditions for the country in which new challenges have been created. In general, the requirement of a comprehensive drought management system, having sufficient information from different parts of the region and sufficient knowledge of the risks and harmful effects of drought, as well as the severity of the vulnerability of the study area can be. Also, one of the most effective responses and strategies for managing the risk of agricultural drought in the dry area is the optimal pattern of low-water killing. Vulnerable knowledge about the occurrence of drought has been so important and necessary in the world that most European countries (Hungary, Croatia, Greece, Republic of Hungary, Montenegro, Serbia, etc.), the United States and some countries Asians (China, India, Australia, etc.) considered this issue and took appropriate action to take advantage of the astonishing damage of agricultural drought. In Iran, the importance of this issue is well understood, so that, in the macro policies of drought risk management, zoning the country in terms of drought risk and preparation of vulnerability maps, as the first step in managing agricultural drought risk. Is. The United States has been a leader in this area, and other countries such as Australia and South Africa and the European Union and United Nations affiliates have done significant work as NGOs in Asia and Africa (Arshad et al, 2008). According to the design of cultivation patterns adapted to water shortage and drought conditions, one of the most important and scientific activities performed for comprehensive management of agricultural drought concerns, stabilization of agricultural systems and optimization of consumption, so the purpose of this study is to analyze the mechanism. Vulnerability to drought and presenting a low water-demanding cultivation pattern and compatible with dry drought in Pishkuh watershed of Yazd province.

Awareness of the quality of water resources is one of the important requirements in the planning and development of water resources and its protection. Rivers are of particular importance as the main source of drinking, agriculture and industry. Climate change and human activities are among the most important factors affecting regional water resources and hydrological planning) Zhang et.al, 2015). In order to evaluate the effect of climate change on the discharge River, six GCM models were used from the coupled models of the (CMIP5) under the scenarios of RCP2.6, 4.5, 8.5. Studying and predicting changes in quality parameters in a river, in terms of its importance in the discussion of drinking, is one of the goals of managers and planners of water resources. Maintaining water quality is a policy priority, so the study is necessary to predict the trend of changes in water quality and use efficient methods for better river management (Ouyang et.al, 2015). The appropriate input model and composition for estimating the qualitative parameters of (EC), (Ca) and (Na) of Guilan plain aquifers were determined with two models SVM and ANN. The results showed that both models have a great ability to estimate the quality parameters of aquifers. Also, the performance of the SVM model is better than the ANN model in terms of fewer inputs and vice versa in more inputs (Isazadeh et.al, 2019). Water quality parameters were simulated by support vector regression method for Hanjing River and the parameters of this method were optimized by genetic algorithm and PSO and GS models. The results showed that the prediction accuracy of GA-SVR model is significantly better than SVR and PSO-SVR GS-SVR methods (Zhang et.al, 2019). The effects of climate change in the two main basins of the Senegal and Gambia rivers were studied. Precipitation and evapotranspiration based on the predicted temperature of 6 GCM models and two scenarios were investigated and used from a hydrological model to simulate River flow and for both river basins, all models reduce annual discharge from 8% (Senegal river basin) to 22% (Gambia river basin) under RCP4.5 scenario and further reduce annual discharge from 16% (Senegal basin) and 26% (Gambia basin) under the rcp8.5 scenario (Bodian et.al, 2018). According to the study background in the effect of climate change on discharge and quality parameters, in this study with the aim of investigating long-term changes in temperature and precipitation and its effect on the discharge of Khorramrud river and then to investigate changes in quality parameters of the river from Neurosolution software and support Vector Regression used

.2. Materials and Methods

In this study, first, the dominant garden species in the study area were identified. The water requirement of each of the identified garden species was then calculated. In the next stage, the agricultural drought vulnerability map of the study area was prepared. In order to prepare an agricultural drought vulnerability map, the parameters and factors affecting drought vulnerability were identified and selected based on data availability and reliability. These parameters included slope, slope direction, precipitation, geological formations, aqueduct discharge, evaporation and soil texture. Finally, considering the water needs of plants and spatial analysis of agricultural drought vulnerability, a drought-compatible planting pattern was proposed in the study area.

3. Results

The results of long-term evapotranspiration calculation showed that the highest 16-year mean evapotranspiration belongs to July (421 mm per month) and the lowest long-term average evapotranspiration belongs to January (49 mm per month). The results of drought vulnerability in the region showed that the southern to southwestern regions of the study area, including the villages of Sanich, Darreh Shir, Darrehsir, etc., have the highest vulnerability to drought compared to other regions. The results also showed that the central, eastern and northwestern regions of the study area, including the villages of Islamieh, Nawab, Nasrabad, etc., have moderate and relatively low vulnerability. The results of calculating the amount of water required for garden trees are the least demanding to the most demanding, respectively: pistachio with 836, almond 753, grape 798, pomegranate 947, apricot 974, peach 1003, walnut 1006 and apple 1150 mm per month. Therefore, it is recommended to cultivate garden species with the lowest water requirements such as almonds and grapes with water requirements of 753 and 798 mm, respectively, during the growing season. In addition, planting species with

moderate water requirements such as pomegranate and apricot is recommended. Therefore, changing and modifying the cultivation pattern, including reducing planting areas with high water requirements, developing low water requirement species and increasing water productivity is one of the most essential activities to manage the risk of agricultural drought.

4. Discussion and Conclusion

The results of long-term reference evapotranspiration calculation based on available and reliable statistics in the study area showed that the highest 16-year mean reference evapotranspiration belonged to July (421 mm per month) and the lowest long-term average evapotranspiration. The reference belongs to January (49 mm per month), which is in line with the findings of studies by Barati et al. (2015). The results of the present study showed that the amount of effective rainfall is very low compared to the water needs of plants and rain is only a small part of the water needs of these plants, also the results show an intermittent increase in water needs of the studied tree species, from The first of April to the end of July, which shows a period of water shortage is quite obvious in comparison with the amount of effective rain. The results of comparing effective rain cultivars with water requirements of horticultural species studied in the present study, show a water deficit of 580 mm during the growing season, for the least demanding species (pistachio), almond 684 mm, grapes 730, pomegranate 777, Apricot 905, peach 956, walnut 947 and water deficit of about 1100 mm are the most desirable species of garden trees (apples) in the study area. But what should be of more interest to farmers, agricultural experts and managers of arid and arid regions is that these cultivars increase greatly in severe droughts, and the resulting water deficit must be met through irrigation. Considering that the main sources of agricultural water supply in the study area are aqueducts and groundwater, so this issue should be considered in the management and improvement of garden planting pattern. The results showed that the amount of water required for garden trees are the least demanding to the most demanding, respectively: pistachio with 638, almond 753, grape 798, pomegranate 846, apricot 974, peach 1003, walnut 1006 and apple 1150 mm per month. The results of preparing the agricultural drought vulnerability map indicate that the southern to southwestern regions, including the villages of Sanich, Sultanab, Darreh Shir, Darrehsir, Ali Gholi, Tutak Ashkaft, Mork, etc., compared to other areas of the study area, have It is most vulnerable to drought. Therefore, it is suggested that the least desirable species of garden trees studied, including almond, grape, etc., be cultivated in these areas. It should be noted that due to the topographic conditions of the region and the height of vulnerable areas, planting pistachio trees in these areas despite the lack of water is not recommended, because it has a high risk of frost crop. Also, the results of the study showed that the central, eastern and northwestern regions, including the villages of Islamieh, Mazrae Nawab, Aliabad, Chah Sorkh, Nasrabad, Mazrae Akhund, Allahabad, etc., have moderate and relatively less vulnerability. Therefore, it is suggested that in addition to planting low-water trees, medium-water tree species such as pomegranate and apricot should also be planted. Due to the fact that planting pomegranate species up to 1600 meters in this area has the highest yield, so the best area for planting pomegranate species is from the east of Pishkuh watershed to before Sadeghabad village.

.5. Six important references

1. Andrea, M. Ákos, N. and Zita, B. 2012. Estimation and mapping of drought vulnerability on the basis of climate, land use and soil parameters using GIS technique. Final conference of DMCSEE project Ljubljana, 15th May, 2012.

2. Ekrami, M., Fathimarj, A., Barkhordaeu, J. (2015). 'Assessment Agricultural Drought Vulnerability In Arid and S-arid climates using GIS and AHP, A Case Study for Taft Township, Yazd province, Iran', Irrigation and Water Engineering, 5(4), pp. 107-117.

3. Karamouz, M., Zeynolabedin, A. and Olyaei, M.A. 2015. Mapping Regional Drought Vulnerability: A Case Study. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, 40.

4.Maja Slejko, Gregor Gregorič,Klemen Bergant and Samo Stanič.2010.Assessing and Mapping Drought Vulnerability in Agricultural Systems – A case Study for Slovenia. 10thEMS/8thECACZürich, 13. September 2010.

5. Dabanlia, I. 2018. Drought Risk Assessment by Using Drought Hazard and Vulnerability Indexes. Journal of Nat. Hazards Earth Syst. Sci.

6. Jiang, S., Yang, R., Cui, N., Zhao, L. and Liang, C., 2018. Analysis of drought vulnerability characteristics and risk assessment based on information distribution and diffusion in Southwest China. Atmosphere, 9(7), p.239.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.