نشریه علوم آب و خاک
سال بیست و هفتم / شماره اول / بهار ۱۴۰۲ / مقاله علمی- پژوهشی: صفحات ۴۵ تا ۵۸

ارزیابی تناسب اراضی دشت شهید رجایی استان خوزستان برای روش‌های مختلف آبیاری با استفاده از سیستم ارزیابی پارامتریک

پیوند پاپن[۱]، محمد الباجی[۲] و خشایار پیغان[۳*]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۱۴)

چکیده

امروزه رشد جمعیت و محدودیت منابع آب و خاک، توجه به عوامل تأثیرگذار بر تولید مواد غذایی از جمله تناسب روش آبیاری با اراضی زراعی را ضروری می‌نماید. این پژوهش با هدف ارزیابی تناسب اراضی برای روش‌های آبیاری سطحی، قطره‌ای و بارانی بر اساس سیستم ارزیابی پارامتریک در منطقه‌ای به وسعت ۲۲۵۰ هکتار در دشت شهید رجایی خوزستان انجام شد. پس از تجزیه و تحلیل ویژگی‌های خاک، نقشه‌های تناسب برای روش‌های مختلف آبیاری، با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) تهیه شد. نتایج نشان داد برای آبیاری سطحی، ۷۰۴ هکتار (۳۱/۳ درصد) تا حدودی مناسب (S3)، ۸۶۶ هکتار (۳۸/۵ درصد) در حال حاضر نامناسب (N1) و ۶۸۰ هکتار (۳۰/۲ درصد) دائماً نامناسب (N2) هستند. برای آبیاری قطره‌ای، ۸ هکتار (۰/۴ درصد) بسیار مناسب (S1)، ۶۴۴ هکتار (۲۸/۶ درصد) نسبتاً مناسب (S2)، ۵۲ هکتار (۲/۳ درصد) تا حدودی مناسب (S3)، ۸۶۶ هکتار (۳۸/۵ درصد) در حال حاضر نامناسب (N1) و ۶۸۰ هکتار (۳۰/۲ درصد) به‌عنوان دائماً نامناسب (N2) تشخیص داده شدند. برای آبیاری بارانی نیز، ۶۵۲ هکتار (۲۹ درصد) نسبتاً مناسب (S2)، ۵۲ هکتار (۲/۳ درصد) تا حدودی مناسب (S3)، ۸۶۶ هکتار (۳۸/۵ درصد) در حال حاضر نامناسب (N1) و ۶۸۰ هکتار (۳۰/۲ درصد) دائماً نامناسب (N2) ارزیابی شدند. آبیاری بارانی با شاخص قابلیت آبیاری ۲۹/۹ تا ۶۰/۷، در ۲۲۴۲ هکتار (۹۹/۶ درصد) نسبت به سایر روش‌های آبیاری برتری دارد. آبیاری قطره‌ای نیز در ۸ هکتار (۰/۴ درصد) مناسب‌ترین روش تشخیص داده شد. عوامل اصلی محدودکننده در استفاده از هر سه روش آبیاری، شوری، قلیائیت و زهکشی بوده و در آبیاری قطره‌ای کربنات کلسیم خاک نیز به عوامل محدودکننده افزوده شد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری بارانی، آبیاری سطحی، آبیاری قطره‌ای، تناسب اراضی، سیستم ارزیابی پارامتریک

۱. سازمان آب و برق خوزستان، اهواز، ایران.
۲. گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
۳. گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: khashayar.peyghan@ut.ac.ir

مقدمه

کمبود آب در بسیاری از کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان مانعی جدی در تولید محصولات غذایی بوده و با رشد روزافزون جمعیت کره زمین، پویشی سراسری برای افزایش تولیدات کشاورزی با هدف جبران کمبود غذا به راه افتاده است (۲). در همین راستا، شناخت و آگاهی از عواملی که به نوعی بر تولید مواد غذایی مؤثر هستند، ضروری است. با توجه به آنکه آب و خاک از مهم‌ترین عوامل مؤثر به حساب می‌آیند بنابراین، شناخت ظرفیت‌ها و محدودیت‌های اراضی و نیز تأمین آب مورد نیاز از ضروری‌ترین راه‌کارها برای افزایش تولید تلقی می‌شود. تعیین میزان تناسب اراضی برای روش‌های آبیاری می‌تواند کارایی مصرف آب در مناطق نیمه‌خشک را بهبود بخشد (۱۲). انتخاب یک روش آبیاری مناسب برای زراعت آبی جهت دستیابی به یک بازده آبیاری بالا، استفاده بیشینه از آب و حفاظت آب و خاک به مهمی کنترل آفات و افزودن کودها برای تولید محصول است. بنابراین، عملیات آبیاری ظرفیت لازم برای تبدیل‌شدن به مهم‌ترین عامل در تعیین کیفیت آب و خاک در هنگام استفاده مدام و فشرده از آب را دارد. تعیین تناسب اراضی برای آبیاری نیاز به ارزیابی خواص خاک و توپوگرافی دارد. بنابراین، برای استفاده بهینه از منابع آب و خاک استفاده از روش‌هایی که تناسب اراضی را برای نوع آبیاری مورد نظر با دقت بیش‌تری معلوم می‌نماید، لازم است (۲۲).

سایس و همکاران (۲۲) سیستم ارزیابی پارامتریک را برای ارزیابی روش‌های آبیاری پیشنهاد کردند که اساس آن بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بنا شده است. در این روش، عوامل قابل اندازه‌گیری تناسب اراضی به چهار دسته تقسیم شدند: خصوصیات فیزیکی خاک که با آب موجود در خاک رابطه دارند از جمله بافت، ساختمان، عمق، محتوای کربنات کلسیم خاک؛ خصوصیات شیمیایی خاک که با شوری و قلیائیت رابطه دارند از جمله املاح محلول، سدیم تبادلی؛ شرایط زهکشی و عوامل محیطی از قبیل شیب که هر یک به‌طور مستقیم بر ارزیابی خاک منطقه مؤثر هستند. همچنین استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در ارزیابی پارامتریک برای روش‌های آبیاری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و علاوه بر صرفه‌جویی در مدت زمان انجام تجزیه و تحلیل داده‌ها، امکان به‌روزرسانی آنها را فراهم می‌آورد. سیستم ارزیابی پارامتریک به‌عنوان روش مبنا در ارزیابی اراضی مد نظر قرار گرفته و پژوهش‌های بسیاری در این زمینه صورت گرفته است.

دنگیز و همکاران (۱۰) ارزیابی پارامتریک را برای مقایسه دو روش آبیاری قطره‌ای و بارانی در مزرعه‌ای تحقیقاتی در جنوب آنکارا انجام دادند و ضمن استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و تهیه نقشه‌های مربوطه، با تجزیه و تحلیل خصوصیات فیزیکی خاک، توپوگرافی، شوری، قلیائیت و شرایط زهکشی در منطقه نشان دادند که ۱۳ درصد اراضی منطقه مورد مطالعه برای آبیاری بارانی و ۵۱ درصد اراضی برای آبیاری قطره‌ای مناسب هستند. الباجی و همکاران (۳) با استفاده از سیستم ارزیابی پارامتریک سایس و همکاران و با کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی تناسب ۷۷۷۰۶ هکتار از اراضی دشت شاوور استان خوزستان را برای آبیاری سطحی و قطره‌ای مورد ارزیابی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که حدود ۱۴۹۵۲ هکتار از اراضی منطقه مورد مطالعه برای آبیاری قطره‌ای بسیار مناسب هستند و همچنین در منطقه مورد نظر اراضی مناسب برای آبیاری سطحی وجود ندارد. مهم‌ترین عوامل محدودکننده برای آبیاری سطحی و قطره‌ای، شوری و زهکشی خاک بود و درنهایت نتایج بدست آمده نشانگر این بود که برای اراضی منطقه آبیاری قطره‌ای مناسب‌تر از آبیاری سطحی است. در پژوهشی که توسط ماهاری و آلباچیو (۱۷) انجام شد و در آن بخشی از اراضی استان آمهارا در هند با استفاده از سیستم ارزیابی پارامتریک مورد ارزیابی قرار گرفت، قسمت اعظم زمین‌ها به مساحت ۳۰۸ هکتار در رده اراضی نسبتاً مناسب به دلیل شیب و عمق خاک متوسط و حدود ۳۳ هکتار از اراضی در حال حاضر نامناسب به دلیل خاک سنگین طبقه‌بندی شد. سایر عوامل از قبیل کربنات کلسیم خاک و شوری خاک عامل محدودکننده نبودند. همچنین در

پژوهشی دیگر الباجی و همکاران (۴) تناسب اراضی دشت گتوند شمال استان خوزستان، حدود ۱۳۳۰۰ هکتار، را برای آبیاری سطحی و قطره‌ای با استفاده از سیستم ارزیابی پارامتریک سایس و همکاران مورد ارزیابی قرار دادند. مقایسه روش‌های مختلف آبیاری نشان داد که آبیاری بارانی کارآمدتر از روش‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی بوده و سبب بهبود تناسب زمین برای اهداف آبیاری شده است. عوامل اصلی محدودکننده در استفاده از هر سه روش آبیاری در این منطقه، زهکشی و کربنات کلسیم خاک بودند.

مادح خاکسار و همکاران (۱۶) پژوهشی با هدف مقایسه آبیاری سطحی و قطره‌ای بر طبق سیستم ارزیابی پارامتریک در زمینی به وسعت ۱۵۸۳۱ هکتار در دشت گرگر استان خوزستان ترتیب دادند. نقشه تناسب برای هر دو روش آبیاری به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه شد. مطابق نتایج، ۳۴۴۴ هکتار از اراضی برای آبیاری سطحی بسیار مناسب تشخیص داده شد. برای آبیاری قطره‌ای نیز ۱۶۳ هکتار بسیار مناسب و ۹۴۸۲ هکتار نسبتاً مناسب بودند. شوری و زهکشی خاک عوامل محدودکننده برای هر دو روش آبیاری و مقادیر زیاد کربنات کلسیم خاک عامل محدودکننده برای آبیاری قطره‌ای گزارش شدند. نجفی آقامیرلو و همکاران (۲۰) از دو سیستم ارزیابی پارامتریک و استنتاج فازی به‌منظور ارزیابی تناسب اراضی برای به‌کارگیری آبیاری بارانی و قطره‌ای در منطقه‌ای به وسعت ۹۰۰۰ هکتار در جنوب شهرستان اهر در استان آذربایجان شرقی استفاده کردند. درحالی که مطابق سیستم استنتاج فازی، اراضی بسیار مناسب برای آبیاری بارانی و قطره‌ای به‌ترتیب برابر ۵۱ و ۴۵ درصد از مساحت مورد مطالعه بود اما سیستم ارزیابی پارامتریک تنها ۳ درصد از اراضی را برای آبیاری بارانی بسیار مناسب تشخیص داد و برای آبیاری قطره‌ای نیز هیچ بخشی را بسیار مناسب ندانست. پژوهشگران نام‌برده اظهار داشتند با درنظرگرفتن تغییرات تدریجی پارامترهای خاک در ارزیابی به روش فازی، دقت این روش نسبت به روش پارامتریک بیشتر است. حسینی (۱۲) برای بهینه‌سازی سیستم ارزیابی پارامتریک در آبیاری سطحی و قطره‌ای، در زمینی به مساحت ۵۱۷۵ هکتار در منطقه فتحعلی استان اردبیل، از سیستم منطق فازی کرد. نتایج این مطالعه نشان داد که مساحت اراضی بسیار مناسب برای آبیاری قطره‌ای حدود ۱۸ برابر مساحت بسیار مناسب برای آبیاری سطحی است. وی همچنین اعلام کرد با توجه به تغییرات تدریجی پارامترهای خاک، ارزیابی فازی منجر به دقت بیشتر در مقایسه با ارزیابی پارامتریک غیر فازی می‌شود.

عبدالعطیف (۱) به ارزیابی تناسب اراضی برای آبیاری سطحی و قطره‌ای با استفاده از سیستم ارزیابی پارامتریک سایس و همکاران در بخشی از ساحل شمال غربی مصر پرداخت. در این پژوهش، مدل رقومی ارتفاع (DEM) و تصویر ماهواره SENTENAL-2 برای شناسایی واحدهای فیزیوگرافی منطقه مورد مطالعه به‌کار گرفته شدند. همچنین، به‌منظور تهیه نقشه‌های مختلف، ادغام تصویر ماهواره‌ای و خاک‌سنجی توسط سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام شد. بر اساس نتایج، میانگین شاخص تناسب اراضی برای آبیاری قطره‌ای برابر ۵۰/۳ و برای آبیاری سطحی برابر ۳۳/۴ تعیین شد که نشان‌دهنده سودمندی بیشتر آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری سطحی در این منطقه است. از سوی دیگر، عوامل محدودکننده برای هر دو روش آبیاری شامل بافت بسیار سبک، عمق کم، زهکشی و مقدار اضافی کربنات کلسیم خاک معرفی شدند. همچنین کالدرون و همکاران (۹)، بینونیو و همکاران (۶) و برو و ولدیجیورجیس (۸) در پژوهش‌های جداگانه، از سیستم ارزیابی پارامتریک سایس و همکاران جهت ارزیابی تناسب اراضی برای آبیاری سطحی و قطره‌ای استفاده کردند.

استان خوزستان با برخورداری از قسمت عظیمی از آب‌های سطحی کشور، منابع قابل ملاحظه خاک و پوشش گیاهی، اقلیم مناسب و امکان کشت سه نوبت محصولات کشاورزی در سال، به‌عنوان یکی از قطب‌های اصلی کشاورزی ایران شناخته می‌شود (۱۳). از سوی دیگر بخش بزرگی از مساحت خوزستان، بر حسب تقسیم‌بندی اقلیمی دومارتن، خشک و نیمه‌خشک است و بنابراین می‌بایست در بهره‌برداری از منابع

آبی آن جانب احتیاط لحاظ شود (۱۱ و ۷). با درنظرگرفتن موارد ذکر شده، این پژوهش با هدف ارزیابی تناسب اراضی کشاورزی بخشی از دشت شهید رجایی استان خوزستان برای روش‌های آبیاری سطحی، قطره‌ای و بارانی با به‌کارگیری سیستم ارزیابی پارامتریک سایس و همکاران (۲۲) و به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

مطالعه حاضر در منطقه‌ای به وسعت ۲۲۵۰ هکتار در دشت شهید رجایی استان خوزستان واقع در جنوب غربی ایران، انجام شد. منطقه مورد مطالعه در ۱۰ کیلومتری شرق شهرستان امیدیه قرار دارد. در این محدوده، میانگین دما و بارندگی سالانه برای دوره ۱۳۹۴-۱۳۵۴ به‌ترتیب ۲۵/۱ درجه سانتی‌گراد و ۱۸۹ میلی‌متر بوده است. همچنین، تبخیر سالانه منطقه ۲۵۲۱ میلی‌متر است (۱۴). رودخانه زهره بخش عمده‌ای از آب مورد نیاز منطقه را تأمین می‌کند. استفاده از کشاورزی فاریاب در منطقه مورد مطالعه رایج است. در حال حاضر روش‌های آبیاری مورد استفاده در زمین‌های کشاورزی منطقه شامل آبیاری شیاری، نواری و کرتی است. در بیشتر مناطق دشت شهید رجایی، سامانه‌های آبیاری سطحی برای تأمین نیاز آبی محصولات تابستانی و زمستانی به کار گرفته شده‌اند و موارد بسیار کمی از آبیاری بارانی و قطره‌ای در مزارع بزرگ دشت شهید رجایی وجود دارد. محصول زراعی عمده منطقه ذرت است که علاوه بر آن محصولاتی هم‌چون خربزه، هندوانه، گوجه‌فرنگی و خیار نیز کشت می‌شوند (۱۵). موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.

ویژگی‌های مورد ارزیابی اراضی

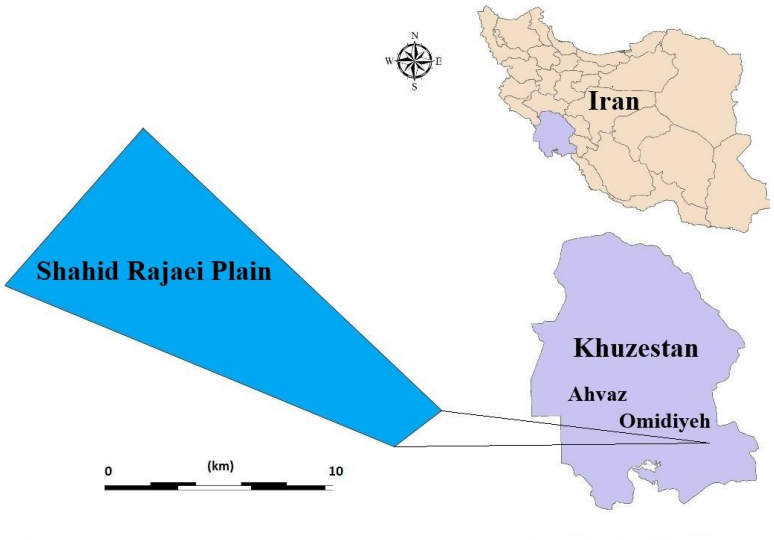
ویژگی‌های مورد ارزیابی اراضی مورد مطالعه شامل خصوصیات خاک و توپوگرافی است که خصوصیات خاک خود شامل بافت خاک، عمق خاک، محتوای کربنات کلسیم، میزان شوری و شرایط زهکشی است. در خاک‌های خشک و نیمه‌خشک از جمله منطقه مورد مطالعه، مقدار ماده آلی خاک حدود صفر و درصد اشباع بازی خاک نیز حدود ۱۰۰ درصد بوده و نیازی به ارزیابی ندارند (۱۸). از طرفی مقادیر ظرفیت تبادل کاتیونی رس بیش از حد گیاهان بوده و محدودیتی ایجاد نمی‌کند بنابراین، خصوصیات حاصلخیزی در ارزیابی اراضی برای آبیاری بکار نمی‌روند (۲۲). آمار و اطلاعات مربوط به خاک از گزارش خاکشناسی نیمه‌تفصیلی دقیق سازمان آب و برق استان خوزستان اخذ شده است (۱۵). آن دسته از خاک‌هایی که در خصوصیاتی از جمله عمق خاک، زهکشی، مواد تشکیل‌دهند خاک و ... مشابهت داشته در یک سری خاک قرار داده شده و بدین‌ترتیب نقشه خاک‌ها و راهنمای مربوطه تهیه شد. درنهایت، پنج سری خاک برای ارزیابی تناسب اراضی برای روش آبیاری تعیین شد که در شکل ۲ نشان داده شده‌اند. خاک‌های منطقه از رده اریدی سول (Aridisol)، رژیم رطوبتی خاک اریدیک (Aridic) و رژیم دمای خاک هایپرترمیک (Hyperthermic) است (۱۵).

سیستم ارزیابی پارامتریک

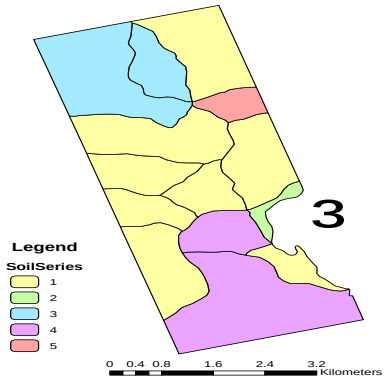
به‌منظور ارزیابی تناسب اراضی برای روش‌های مختلف آبیاری از سیستم ارزیابی پارامتریک سایس و همکاران (۲۲) استفاده شده است. این روش مبتنی بر خصوصیات مرفولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاک بوده و در قالب شاخص قابلیت آبیاری (Ci)، مطابق معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$Ci = A * \frac{B}{100} * \frac{C}{100} * \frac{D}{100} * \frac{E}{100} * \frac{F}{100} \quad (۱)$$

که در این معادله A درجه‌بندی بافت خاک، B درجه‌بندی عمق خاک، C درجه‌بندی محتوای کربنات کلسیم خاک، D درجه‌بندی شوری خاک، E درجه‌بندی زهکشی و F درجه‌بندی شیب خاک هستند. نحوه طبقه‌بندی هر یک از شش عامل یادشده در جداول شماره ۱ تا ۶ و کلاس‌های تناسب اراضی با توجه به شاخص قابلیت آبیاری نیز در جدول ۷ آورده شده است. مطابق جدول ۱، علاوه بر رده کلی بافت خاک، میزان شن



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه (رنگی در نسخه الکترونیکی)



شکل ۲. پهنه‌بندی خاک محدوده مورد مطالعه (رنگی در نسخه الکترونیکی)

جدول ۱. درجه‌بندی بافت خاک برای آبیاری (۴)

بافت خاک	آبیاری سطحی					آبیاری قطره‌ای					آبیاری بارانی				
	شن ریزدانه (%)				شن درشت‌دانه (%)	شن ریزدانه (%)				شن درشت‌دانه (%)	شن ریزدانه (%)				شن درشت‌دانه (%)
	<۱۵	۱۵-۴۰	۴۰-۷۵	۱۵-۴۰	۴۰-۷۵	<۱۵	۱۵-۴۰	۴۰-۷۵	۱۵-۴۰	۴۰-۷۵	<۱۵	۱۵-۴۰	۴۰-۷۵	۱۵-۴۰	۴۰-۷۵
CL	۱۰۰	۹۰	۸۰	۸۰	۵۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۸۰	۵۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۸۰	۵۰
SIL	۱۰۰	۹۰	۸۰	۸۰	۵۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۸۰	۵۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۸۰	۵۰
L	۹۰	۸۰	۷۰	۷۰	۴۵	۹۰	۸۰	۷۰	۷۰	۴۵	۹۰	۸۰	۷۰	۷۰	۴۵
SICL	۹۰	۸۰	۷۰	۷۰	۴۵	۹۰	۸۰	۷۰	۷۰	۴۵	۹۰	۸۰	۷۰	۷۰	۴۵
SIC	۸۵	۹۵	۸۰	۸۰	۴۰	۸۵	۹۵	۸۰	۸۰	۴۰	۸۵	۹۵	۸۰	۸۰	۴۰
SL	۷۵	۶۵	۶۰	۶۰	۳۵	۹۵	۸۵	۸۰	۷۵	۳۵	۹۰	۷۵	۷۰	۷۰	۳۵

*** نماد بافت‌های خاک:** C رسی، SIC سیلتی‌رسی، SICL سیلتی‌رسی‌لوم، S ماسه‌ای، SC ماسه‌ای‌رسی

جدول ۲. درجه‌بندی عمق خاک برای آبیاری (۴)

عمق خاک (cm)	آبیاری سطحی	آبیاری قطره‌ای	آبیاری بارانی
<۲۰	۲۵	۳۵	۳۰
۵۰-۲۰	۶۰	۷۰	۶۵
۸۰-۵۰	۸۰	۹۰	۸۵
۱۰۰-۸۰	۹۰	۱۰۰	۳۵
>۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

جدول ۳. درجه‌بندی محتوای کربنات کلسیم خاک برای آبیاری (۴)

محتوای کربنات کلسیم (%)	آبیاری سطحی	آبیاری قطره‌ای	آبیاری بارانی
<۰/۳	۹۰	۹۰	۹۰
۰/۱۰-۳	۹۵	۹۵	۹۵
۲۵-۱۰	۱۰۰	۹۵	۱۰۰
۵۰-۲۵	۹۰	۸۰	۹۰
>۵۰	۸۰	۷۰	۸۰

جدول ۴. درجه‌بندی شوری خاک برای آبیاری (هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک) (۴)

هدایت الکتریکی (dS/m)	آبیاری سطحی		آبیاری قطره‌ای		آبیاری بارانی	
	بافت‌های C, SIC, SICL, S, SC	بافت‌های دیگر	بافت‌های C, SIC, SICL, S, SC	بافت‌های دیگر	بافت‌های C, SIC, SICL, S, SC	بافت‌های دیگر
<۴	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۸-۴	۹۰	۹۵	۹۵	۹۵	۹۵	۹۵
۱۶-۸	۸۰	۵۰	۸۵	۵۰	۸۵	۵۰
۳۰-۱۶	۷۰	۳۰	۷۵	۳۵	۷۵	۳۵
>۳۰	۶۰	۲۰	۶۵	۲۵	۶۵	۲۵

***نماد بافت‌های خاک:** C رسی، SIC سیلتی رسی، SICL سیلتی رسی لوم، S ماسه‌ای، SC ماسه‌ای رسی

جدول ۵. درجه‌بندی زهکشی برای آبیاری (۴)

درجه زهکشی	آبیاری سطحی		آبیاری قطره‌ای		آبیاری بارانی	
	بافت‌های C, SIC, SICL, S, SC	بافت‌های دیگر	بافت‌های C, SIC, SICL, S, SC	بافت‌های دیگر	بافت‌های C, SIC, SICL, S, SC	بافت‌های دیگر
مناسب	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
نسبتاً مناسب	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۰	۹۵
نسبتاً ضعیف	۷۰	۸۰	۸۰	۹۰	۷۵	۸۵
ضعیف	۶۰	۶۵	۷۰	۸۰	۶۵	۷۰
بسیار ضعیف	۴۰	۶۵	۵۰	۶۵	۴۵	۶۵
نامشخص	۷۰	۸۰	۷۰	۸۰	۷۰	۸۰

*نماد بافت‌های خاک: C رسی، SIC سیلتی رسی، SICL سیلتی رسی لوم، S ماسه‌ای، SC ماسه‌ای رسی

جدول ۶. درجه‌بندی شیب خاک برای آبیاری (۴)

شیب خاک (%)	آبیاری سطحی		آبیاری قطره‌ای		آبیاری بارانی	
	بدون تراس	با تراس	بدون تراس	با تراس	بدون تراس	با تراس
۱-۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۳-۱	۹۵	۹۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۵-۳	۹۰	۹۵	۱۰۰	۱۰۰	۹۵	۱۰۰
۸-۵	۸۰	۹۰	۹۰	۱۰۰	۸۵	۹۵
۱۶-۸	۷۰	۸۰	۸۰	۹۰	۷۵	۸۵
۳۰-۱۶	۵۰	۶۵	۶۰	۷۵	۵۵	۷۰
>۳۰	۳۰	۴۵	۴۰	۵۵	۳۵	۵۰

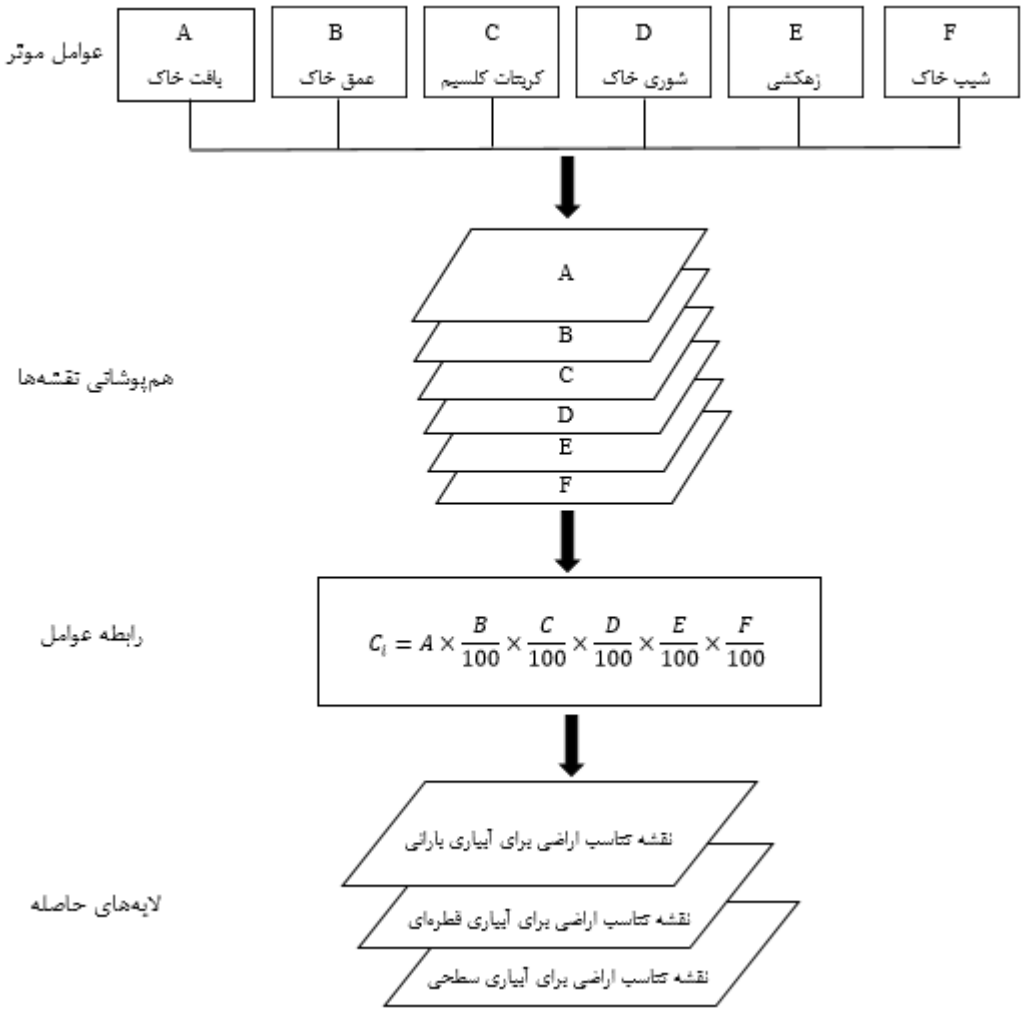
جدول ۷. درجه‌بندی شاخص قابلیت آبیاری (Ci) (۴)

شاخص قابلیت آبیاری	تعریف	نماد
>۸۰	بسیار مناسب	S_1
۶۰-۸۰	نسبتاً مناسب	S_2
۴۵-۵۹	تا حدودی مناسب	S_3
۳۰-۴۴	در حال حاضر نامناسب	N_1
<۲۹	دائماً نامناسب	N_2

درشت‌دانه یا ریزدانه موجود در خاک نیز در درجه‌بندی مؤثر است. در تمامی جداول شماره ۱ تا ۶، افزایش میزان درجه‌بندی به معنی تناسب بیشتر خاک با آن روش آبیاری است. در سیستم ارزیابی پارامتریک برای هر سری خاک شش نقشه به‌ازای شش عامل مؤثر حاصل می‌شود و با روی هم قراردادن آنها شاخص قابلیت آبیاری برای نقاط مختلف منطقه مشخص می‌شود که نمودار آن در قالب شکل ۳ نمایش داده شده است.

نتایج و بحث

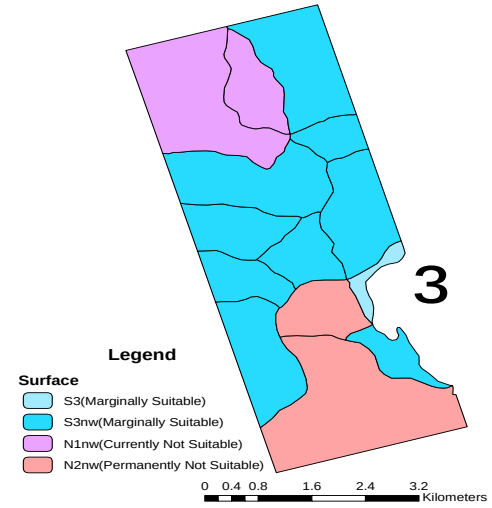
شاخص قابلیت آبیاری به تفکیک سری‌های خاک برای روش‌های مختلف آبیاری در جدول ۸، نقشه تناسب اراضی برای هر روش آبیاری در قالب شکل ۴ و مساحت و نحوه توزیع تناسب اراضی برای روش‌های مختلف آبیاری در جدول ۹ ارائه شده است. مطابق نتایج به‌دست آمده، برای آبیاری سطحی، سری خاک‌های کد ۱، ۲ و ۵ (۷۰۴ هکتار- معادل ۳۱/۳ درصد اراضی) تا حدودی مناسب (S3) هستند. تنها سری خاک با کد ۳ (۸۶۶ هکتار- معادل ۳۸/۵ درصد اراضی) به‌عنوان در حال حاضر نامناسب (N1) و سری خاک کد ۴ (۶۸۰ هکتار- ۳۰/۲ درصد اراضی) به‌عنوان دائماً نامناسب (N2) برای هر گونه روش آبیاری سطحی طبقه‌بندی شدند. بر اساس شکل ۴، شوری، قلیائیت و شرایط زهکشی عوامل محدودکننده آبیاری سطحی در منطقه مورد مطالعه هستند. الباجی و همکاران (۳)، بینونیو و همکاران (۶) و برو و ولدیجیورجیس (۸) نیز شرایط زهکشی خاک را از عوامل محدودیت آبیاری سطحی



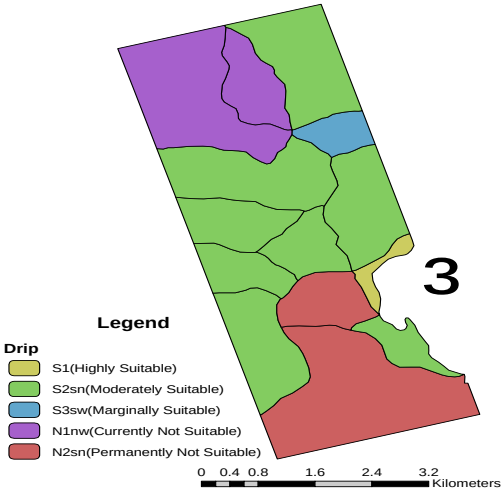
شکل ۳. نمودار سیستم ارزیابی پارامتریک با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی

جدول ۸. مقادیر Ci سری‌های مختلف خاک برای روش‌های مختلف آبیاری

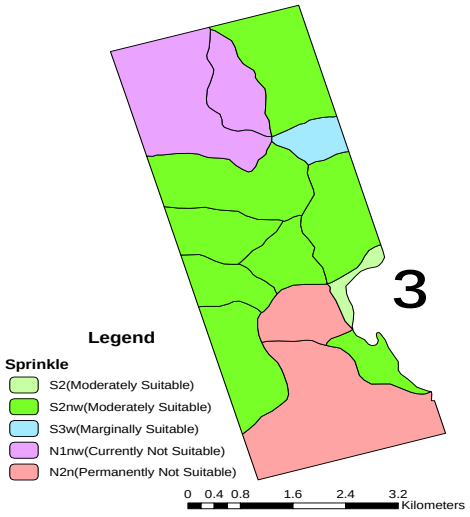
سری خاک	آبیاری سطحی	آبیاری قطره‌ای	آبیاری بارانی
۱	۴۹/۱	۶۰/۰	۶۰/۷
۲	۵۰/۹	۸۰/۷	۶۸/۲
۳	۳۶/۸	۴۱/۶	۴۳/۹
۴	۲۷/۶	۲۸/۰	۲۹/۹
۵	۴۷/۴	۵۳/۲	۵۵/۶



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۴. پهنه‌بندی تناسب اراضی مورد مطالعه در دشت شهید رجایی برای روش‌های آبیاری الف) سطحی، ب) قطره‌ای و ج) بارانی (نمادها: n محدودیت شوری و قلیائیت، w محدودیت زهکشی، s محدودیت کربنات کلسیم) (رنگی در نسخه الکترونیکی)

جدول ۹. مساحت و نحوه توزیع تناسب اراضی برای روش‌های مختلف آبیاری

رده تناسب	آبیاری سطحی			آبیاری قطره‌ای			آبیاری بارانی		
	سری خاک	مساحت (ha)	نسبت* (%)	سری خاک	مساحت (ha)	نسبت (%)	سری خاک	مساحت (ha)	نسبت (%)
S_1	—	—	—	۲	۸	۰/۴	—	—	—
S_2	—	—	—	۱	۶۴۴	۲۸/۶	۱ ،۲	۶۵۲	۲۹/۰
S_3	۱ ،۲ ،۵	۷۰۴	۳۱/۳	۵	۵۲	۲/۳	۵	۵۲	۲/۳
N_1	۳	۸۶۶	۳۸/۵	۳	۸۶۶	۳۸/۵	۳	۸۶۶	۳۸/۵
N_2	۴	۶۸۰	۳۰/۲	۴	۶۸۰	۳۰/۲	۴	۶۸۰	۳۰/۲
مجموع		۲۲۵۰	۱۰۰		۲۲۵۰	۱۰۰		۲۲۵۰	۱۰۰

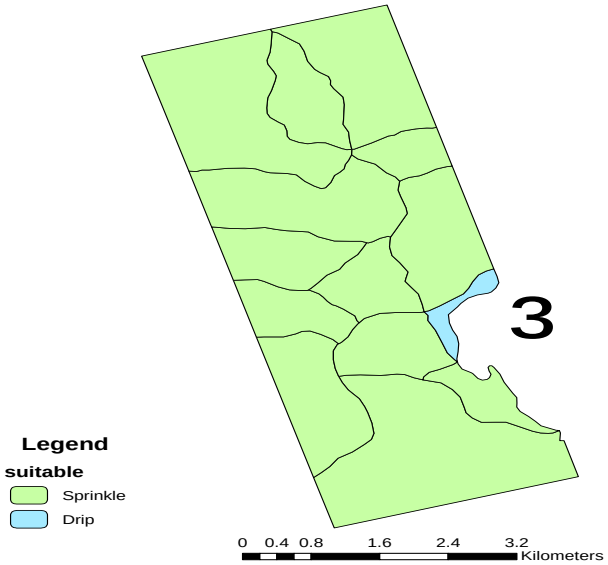
* منظور از نسبت، مساحت سری خاک یا خاک‌های قرار گرفته در یک رده تناسب مشخص برای روش آبیاری مورد نظر به مساحت کل اراضی مورد مطالعه (۲۲۵۰ هکتار) است.

برشمرده بودند. در آبیاری سطحی در مقایسه با آبیاری تحت فشار، حجم بیشتری از آب در زمان کمتری به زمین داده می‌شود و یا به عبارتی دیگر دبی جریان ورودی بالاتر است، در نتیجه برای دست‌یابی به راندمان آبیاری مناسب می‌بایست شرایط زهکشی مناسب باشد.

برای آبیاری قطره‌ای، خاک‌های کد ۲ (۸ هکتار- معادل ۰/۴ درصد اراضی) بسیار مناسب (S1)، خاک‌های کد ۱ (۶۴۴ هکتار- معادل ۲۸/۶ درصد اراضی) در رده نسبتاًمناسب (S2) و سری خاک کد ۵ (۵۲ هکتار- معادل ۲/۳ درصد اراضی) به‌عنوان خاک تا حدودی مناسب (S3) ارزیابی شدند. سری خاک کد ۳ (۸۶۶ هکتار- معادل ۳۸/۵ درصد اراضی) به‌عنوان در حال حاضر نامناسب (N1) و سری خاک کد ۴ (۶۸۰ هکتار- معادل ۳۰/۲ درصد اراضی) به‌عنوان دائماً نامناسب (N2) برای آبیاری قطره‌ای معرفی شدند. عوامل محدود کننده آبیاری قطره‌ای شامل مقادیر زیاد کلسیم کربنات خاک، شوری و قلیائیت و نیز شرایط زهکشی خاک هستند. عبدالعطیف (۱) و مادح خاکسار و همکاران (۱۶) نیز در پژوهشاتی جداگانه میزان زیاد کربنات کلسیم خاک را عاملی محدود کننده برای آبیاری قطره‌ای تشخیص دادند. امبوج و همکاران (۱۹) اعلام کردند چنان‌چه مقدار کربنات کلسیم خاک بالا باشد، آبیاری قطره‌ای بیش از آبیاری سطحی تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

برای آبیاری بارانی، خاک‌های سری ۱ و ۲ (۶۵۲ هکتار- معادل ۲۹ درصد اراضی) خاک‌های نسبتاً مناسب (S2) و سری خاک با کد ۵ (۵۲ هکتار- معادل ۲/۳ درصد اراضی) خاک تا حدودی مناسب (S3) تشخیص داده شدند. تنها سری خاک با کد ۳ (۸۶۶ هکتار- معادل ۳۸/۵ درصد اراضی) در حال حاضر نامناسب (N1) و سری خاک‌های کد ۴ (۶۸۰ هکتار- معادل ۳۰/۲ درصد اراضی) دائماً نامناسب (N2) برای آبیاری بارانی طبقه‌بندی شدند. در آبیاری بارانی نیز شوری خاک، قلیائیت خاک و شرایط زهکشی عوامل محدودکننده بودند. شوری و قلیائیت خاک از مشکلات اساسی کشاورزی در بسیاری از مناطق جهان، به‌ویژه در نواحی خشک و نیمه‌خشک است (۵). در استان خوزستان نیز مشکلات شوری و قلیائیت خاک وجود دارد (۲۱). با توجه به اینکه شوری و قلیائیت در هر سه روش آبیاری عاملی محدودکننده است، فارغ از روش آبیاری مورد استفاده، می‌بایست تمهیدات مربوط به مدیریت شوری خاک در اراضی مورد مطالعه انجام گیرد. همچنین، با به‌کارگیری روش مناسب آبیاری برای هر منطقه، می‌توان از تأثیرهای مخرب عوامل محدودکننده بر راندمان آبیاری جلوگیری کرد.

درنهایت نقشه پهنه‌بندی تناسب اراضی در منطقه مورد مطالعه در شکل ۵ نمایش داده شده است. بر این اساس، در سری



شکل ۵. پهنه‌بندی تناسب اراضی مورد مطالعه در دشت شهید رجایی برای روش‌های مختلف آبیاری (رنگی در نسخه الکترونیکی)

خاک کد ۲ (۸ هکتار، معادل ۰/۴ درصد از اراضی) استفاده از آبیاری قطره‌ای مناسب‌تر از آبیاری بارانی و سطحی است اما در سری خاک‌های کد ۱، ۳، ۴ و ۵ (۲۲۴۲ هکتار، معادل ۹۹/۶ درصد از اراضی) استفاده از آبیاری بارانی مناسب‌ترین گزینه در مقایسه با آبیاری قطره‌ای و سطحی بود. در واقع با اعمال آبیاری بارانی به جای آبیاری قطره‌ای و سطحی می‌توان تناسب اراضی مورد مطالعه را به میزان قابل توجهی بهبود بخشید. البته به‌کارگیری آبیاری بارانی بدون طراحی و اجرا صحیح، ممکن است نه تنها راندمان آبیاری بالاتری از روش‌های دیگر نداشته باشد بلکه سبب ایجاد خساراتی شود. الباجی و همکاران (۴) نیز طی پژوهشی اعلام کردند برای اراضی شمال استان خوزستان، آبیاری بارانی نسبت به آبیاری قطره‌ای و سطحی مناسب‌تر است.

نتیجه‌گیری

نظر به شرایط ویژه استان خوزستان که به‌عنوان یکی از پایه‌های کشاورزی ایران دچار مشکلات مربوط به محدودیت منابع آب است، این پژوهش با به کارگیری سیستم ارزیابی پارامتریک به بررسی تناسب اراضی دشت شهید رجایی خوزستان برای روش‌های مختلف آبیاری پرداخت. بر اساس نتایج، آبیاری بارانی با شاخص قابلیت آبیاری بین ۲۹/۹ تا ۶۰/۷، در ۲۲۴۲ هکتار از اراضی مورد مطالعه، معادل ۹۹/۶ درصد اراضی مناسب‌ترین روش آبیاری است. آبیاری قطره‌ای نیز در ۸ هکتار باقیمانده از اراضی، معادل ۰/۴ درصد اراضی، نسبت به سایر روش‌ها مناسب‌تر است. عوامل محدودکننده اصلی در استفاده از روش‌های آبیاری سطحی و بارانی شامل شوری، قلیائیت و زهکشی بود. همچنین، در استفاده از آبیاری قطره‌ای مقادیر زیاد کربنات کلسیم خاک نیز به عوامل محدودکننده اضافه شد.

با وجود نتایج این پژوهش، نمی‌توان با قاطعیت تغییر از آبیاری سطحی، به‌عنوان روش غالب در منطقه مورد مطالعه به آبیاری بارانی را توصیه کرد؛ چرا که مواردی همچون ملاحظات اقتصادی مربوط به هزینه تغییر روش آبیاری و نیز محدودیت کیفیت آب آبیاری در مطالعه حاضر بررسی نشده است. در استفاده از آبیاری بارانی می‌بایست از یک سو در طراحی و اجرا دقت لازم صورت گرفته و از سوی دیگر تمهیدات مناسب به‌منظور مدیریت عوامل محدودیت‌زا از جمله شوری و قلیائیت اتخاذ شود. چنین تغییری در شیوه‌های مدیریت آبیاری مستلزم در دسترس‌بودن سرمایه‌های اولیه بیشتر برای کشاورزان و سازماندهی بازار متفاوت است. همچنین نتایج این پژوهش تأیید کرد که استفاده از سیستم ارزیابی پارامتریک برای تعیین

تناسب اراضی، در انتخاب روش آبیاری متناسب مؤثر بوده و دقت در برآورد مساحت متناسب با هر روش آبیاری را افزایش می‌دهد.

سپاس‌گزاری

نویسندگان این مقاله از حمایت‌های مالی دفتر پژوهش‌های کاربردی سازمان آب و برق خوزستان قدردانی می‌نمایند.

منابع مورد استفاده

1. Abdellatif, A. D. 2021. Assessment of land suitability for surface and drip irrigation systems in the northwestern coast of Egypt. *Egyptian Journal of Soil Science* 61(1): 129-140.
2. Abedinzadeh, M., A. Bakhshandeh, B. Andarziyan, S. Jafari and M. Moradi Telavat. 2021. Optimization and management of water consumption in sugarcane using the aquacrop simulation model (Case study: Amirkabir industrial cultivation, Khuzestan). *Journal of Water and Soil Science* 25(3): 95-114 (In Farsi).
3. Albaji, M., A. Landi, S. Boroomand Nasab and K. Moravej. 2008. Land suitability evaluation for surface and drip irrigation in Shavoor Plain Iran. *Journal of Applied Sciences* 8(4): 654-659.
4. Albaji, M., M. Golabi, S. Boroomand Nasab and M. Jahanshahi. 2014. Land suitability evaluation for surface, sprinkler and drip irrigation systems. *Transactions of the Royal Society of South Africa* 69(2): 63-73.
5. Asfaw, E., K. V. Suryabhagavan and M. Argaw. 2018. Soil salinity modeling and mapping using remote sensing and GIS: The case of Wonji sugar cane irrigation farm, Ethiopia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 17(3): 250-258.
6. Bienvenue, J. S., M. Ngardeta and K. Mamadou. 2002. Land Evaluation in the Province of Thies, Senegal. *In:* 23rd Course Professional Master: Geometric and Natural Resources Evaluation. IAO, Florence, Italy.
7. Bohlolzadeh, A., Gh. R. Sabzghabaei and S. Dashti. 2021. Ecological water footprints and virtual water for wheat and rice products in Khuzestan province in order to manage water resources sustainability. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage* 15(2): 329-341 (In Farsi).
8. Brou, Y. B and H. S. Woldegiorgis. 2010. Land evaluation in Kilte Awulaelo District, Tigray Region, Ethiopia. *In:* 29th Course Professional Master: Geomatics and Natural Resources Evaluation, Florence, Istituto Agronomico per l'Oltremare.
9. Calderon, F., E. Fiorillo, N. Yan, A. Barberis and S. Minelli. 2005. Land Evaluation in the shouyang county, shanxi province, china. *In:* 25th Course professional Master. IAO. Florence. Italy.
10. Dengiz, O., C. Gol, S. Karaca and M. Yuksel. 2006. Effects of different landscape position and parent material on soil variability and land use in both sides of Acicay River-Qankiri. *In:* International Soil Meeting on Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Technology Proceedings 2: 745-751.
11. Hashem Geloogerdi, S., A. Vali and M. R. Sharifi. 2022. Application of TGSI-Albedo feature space model in assessing of desertification status in the center of Khuzestan province. *Journal of Desert Management* 9(19): 49-66 (In Farsi).
12. Hoseini, Y. 2019. Use fuzzy interface systems to optimize land suitability evaluation for surface and trickle irrigation. *Journal of Information Processing in Agriculture* 6(1): 11-19.
13. Keyhanpour, M. J., S. H. Musavi Jahromi and H. Ebrahimi. 2021. Dynamic analysis of sustainable water resources management based on water-food-energy nexus Case Study: Khuzestan Province. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage* 15(3): 567-581 (In Farsi).
14. Khuzestan Water and Power Authority. 2015. Meteorological report of Shahid Rajaei plain (In Farsi).
15. Khuzestan Water and Power Authority. 2015. Semi-detailed soil survey report of Shahid Rajaei plain (In Farsi).
16. Madeh Khaksar. S., A. Aynehband. A. Moezi and A. R. Yazdipour. 2009. Assessment of land suitability for two methods of surface and pressurized irrigation in Gargar plain of Khuzestan. *Iranian Journal of Field Crops Research* 2(5): 27-35 (In Farsi).
17. Mahari, A and A. Alebachew. 2013. Land suitability evaluation for irrigation in Dejen District, Ethiopia. *International Journal of Scientific and Research Publications* 3(9): 9-11.
18. Malakouti, M. J. and M. Homaee. 2005. Soil Fertility of Arid and Semi-Arid Regions "Difficulties and Solutions". Tarbiat Modares University Press, Tehran, Iran (In Farsi).
19. Mbodj, C., I. Mahjoub and N. Sghaiev. 2004. Land evaluation in the Oud rmel catchment, Tunisia. *In:* 24th Course Professional Master: Geometric and Natural Resources Evaluation. IAO, Florence, Italy.

20. Najafi Aghamirlou. F., F. Shahbazi, A. A. Jafarzadeh and R. Hassanpour. 2021. Land suitability evaluation for development of drip and sprinkler irrigation using fuzzy logic system and parametric method. *In:* 17th Iranian Soil Science Congress and 4th National Conference on Farm Water Management, Karaj, Iran (In Farsi).
21. Sharifipour. M., A. Naseri, A. Hooshmand, H. Moazed and A. Hassanoghli. 2015. Effects of water quality on trend of desodification of heavy soils by continuous leaching. *Iranian Journal of Soil and Water Research* 46(1): 109-119 (In Farsi).
22. Sys, C., E. Van Ranst and J. Debaveye. 1991. Land Evaluation. Part I: Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculations. Agricultural Publications, Brussels, Belgium.

Journal of Water and Soil Science
Vol. 27, No. 1, Spring 2023, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Land Suitability Assessment of Shahid Rajaei Plain in Khuzestan Province for Different Irrigation Methods Using Parametric Evaluation System

P. Papan[1], M. Albaji[2] and K. Peyghan[3*]

(Received: March 2-2022 ; Accepted: September 5-2022)

Abstract

Population growth and limited water and soil resources make it necessary to pay attention to the factors affecting food production, including the suitability of irrigation methods with agricultural lands. The objective of this study was to assess land suitability for surface, drip, and sprinkler irrigation methods based on a parametric evaluation system in an area of 250 hectares in the Shahid Rajaei plain of Khuzestan. Soil properties were analyzed, then suitability maps for different irrigation methods were prepared using a geographic information system (GIS). The results showed that for surface irrigation, 704 ha (31.3%) was marginally suitable (S3), 866 ha (38.5%) was currently not suitable (N1), and 680 ha (30.2%) was permanently not suitable (N2). For drip irrigation, 8 hectares (0.4%) are highly suitable (S1), 644 hectares (28.6%) are moderately suitable (S2), 52 hectares (2.3%) are marginally suitable (S3), 866 hectares (38.5%) were currently not suitable (N1), and 680 hectares (30.2%) were permanently not suitable (N2). For sprinkler irrigation, 652 hectares (29%) are moderately suitable (S2), 52 hectares (2.3%) are marginally suitable (S3), 866 hectares (38.5%) are currently not suitable (N1), and 680 hectares (30.2%) were permanently not suitable (N2). According to the results, sprinkler irrigation with an irrigation capability index of 29.9 to 60.7 in 2242 hectares (99.6%) is preferable to other irrigation methods. Drip irrigation in 8 hectares (0.4%) was found to be the most suitable method. The main limiting factors in using all three irrigation methods included salinity, alkalinity, and drainage. Also, soil calcium carbonate was added to the limiting factors in drip irrigation.

Keywords: Sprinkler irrigation, Surface irrigation, Drip irrigation, Land suitability, Parametric evaluation system

1. Khuzestan Water and Power Authority, Ahvaz, Iran.
2. Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
3. Department of Irrigation and Reclamation Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
*: Corresponding author, Email: khashayar.peyghan@ut.ac.ir