

ارزیابی تناسب سرزمین برای کشت گندم در برخی خاک‌های شور جنوب استان خوزستان

ابوالفضل آزادی¹، جمال بنی نعمه و سیدعلیرضا سیدجلالی

استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران؛

a.azadi@areeo.ac.ir

مربی پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران؛

jamal_mn@yahoo.com

استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛

ajalali@areeo.ac.ir

دریافت: 1400/5/31 و پذیرش: 1400/7/4

چکیده

پژوهش حاضر با هدف امکان‌سنجی و تعیین تناسب کیفی و کمی محصول گندم آبی در برخی اراضی شور جنوب استان خوزستان انجام گرفت. بر اساس مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی منطقه، سیزده سری خاک شناسایی گردید. نیازهای فیزیولوژیک گیاه گندم با استفاده از منابع موجود تعیین و درجه بندی شدند. سپس ارزیابی کیفی و کمی تناسب اراضی به روش پارامتریک (ریشه دوم) انجام شد و در نهایت نقشه‌های مربوطه در محیط GIS تهیه گردید. نتایج نشان داد که متغیرهای اقلیمی در تولید گندم محدودیتی ایجاد نمی‌کند. همچنین، کلاس‌های تناسب اراضی کیفی از کلاس نسبت‌نامناسب (S2) تا نامناسب (N) قرار دارد و مهمترین عوامل محدود کننده محدودیت‌های شوری (115-4/7 دسی زیمنس بر متر) و قلیائیت (77-9/9%)، خصوصیات فیزیکی آهک (60-40%) و ویژگی‌های حاصلخیزی (اسیدیته) و خسی خاک می‌باشند. نتایج ارزیابی کمی اراضی نیز نشان می‌دهد که 16260 هکتار معادل 57% از اراضی موجود در منطقه برای کشت گندم در کلاس S2 (نسبتاً مناسب) و 1380 هکتار معادل 4% در کلاس S3 (تناسب بحرانی) و 12680 هکتار معادل 37% در کلاس N (راضی نامناسب) قرار می‌گیرند. و نهایتاً کلاس‌های کمی واحدهای اراضی در بیشتر واحدها برای کشت گندم با کلاس کیفی تناسب اراضی تطابق دارد و یا از تناسب بالاتری برخوردارند که ناشی از مدیریت بهتر کشت این محصول در منطقه است. بنابراین با توجه به اینکه قسمت اعظم منطقه مورد مطالعه دارای محدودیت شوری و قلیائیت می‌باشد لذا برای افزایش تولید و ایجاد سامانه کشاورزی پایدار، عملیات بهسازی اراضی ضروری است.

واژه‌های کلیدی: تناسب اراضی کیفی، تناسب اراضی کمی، خصوصیات اراضی، عملکرد گندم

¹ نویسنده مسئول، آدرس: بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

مقدمه

محدودیت‌های ظرفیت تولید منابع اراضی مربوط به شرایط اقلیمی، خاک، لندفرم (شکل زمین)، نوع کاربری و مدیریت اراضی است. مدیریت پایدار منابع اراضی مستلزم سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی بر اساس آگاهی از این منابع است. شناسایی توان تولید هر زمین (خاک) و تناسب آن برای بهره‌برداری‌های مختلف از اهمیت خاصی در استفاده بهینه از اراضی برخوردار است. تنها از طریق بررسی و مطالعات کافی در زمینه شناخت محیط طبیعی و خصوصیات منابع سرزمین است که می‌توان نسبت به انتخاب کاربری متناسب با ظرفیت تولید هر زمین اقدام نمود. بدین ترتیب، ارزیابی تناسب اراضی به‌عنوان راهکاری علمی و کاربردی محسوب می‌گردد. از آنجایی که خاک به‌عنوان دومین عامل محدودکننده رشد محصولات بعد از آب مطرح است، افزایش شناخت نسبت به این عامل مهم، باعث افزایش سطح بهره‌وری از آن خواهد گردید. با توجه به محدودیت منابع، بهره‌برداری بهینه از آن‌ها، یکی از عوامل اصلی دست‌یابی به مدیریت پایدار کشاورزی می‌باشد، بدین منظور، باید کلیه منابع اراضی مورد مطالعه قرار گرفته، توان بهره‌وری آنها مشخص گردیده تا با توجه به نوع قابلیت و استعداد آن‌ها مورد بهره‌برداری قرار گرفته و از استفاده غیراصولی که در نهایت منجر به تخریب اراضی می‌گردد، جلوگیری به‌عمل آید (ایوبی و همکاران، 1379).

شوری خاک در ایران، یک مسئله فراگیر و محدودکننده تولید پایدار کشاورزی است به طوری که قسمت‌های زیادی از مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، به ویژه فلات مرکزی، دشت‌های ساحلی جنوب و دشت خوزستان، مبتلا به سطوح مختلف شوری اند. از مجموع، زمین‌های کشاورزی 6/8 میلیون هکتار دارای خاک‌های مبتلا به درجات مختلف شوری هستند، که از آنها حدود 4/3 میلیون هکتار جزو آندسته از اراضی می‌باشند که به غیر از شوری محدودیت دیگری ندارند و حدود 2/5 میلیون هکتار علاوه بر

شوری دارای محدودیت‌های مربوط به جنس خاک، پستی و بلندی، فرسایش و آب زیرزمینی نیز هستند. فقط 8/4 درصد از کل 6/8 میلیون هکتار اراضی کشاورزی مبتلا به شوری در کشور دارای مسئله آب زیرزمینی در محدوده رشد ریشه هستند (مومنی، 1389). بنابراین با توجه به اینکه عوامل مختلفی از جمله عوامل زمین‌شناختی، توپوگرافی، اقلیمی، هیدرولوژیکی و مدیریتی، منجر به بروز پدیده شوری منابع خاک شده‌اند، یکی از راه‌های بدست آوردن این عامل مهم ارزیابی تناسب اراضی برای تولیدات مهم در منطقه است (هاشمی، 1396). تعیین تناسب اراضی در کشورهای مختلف از جمله ایران بر اساس راهنمای فائو انجام می‌گیرد (دمتری و همکاران، 2008). تعیین تناسب اراضی برای گیاهان خاص یا روش پیشنهادی از طرف فائو می‌باشد که شامل ارزیابی‌های کیفی و کمی می‌باشد (روزیتسر، 2000). در ارزیابی کیفی تنها جنبه‌های فیزیکی اراضی مورد مطالعه قرار می‌گیرند ولی در ارزیابی کمی علاوه بر جنبه‌های فیزیکی، تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی نقش عمده‌ای را در طبقه‌بندی تناسب اراضی ایفا می‌کنند.

تناسب کمی و اقتصادی اراضی نیز از در هم آمیختن داده‌های حاصل از فرآیند انطباق با بررسی‌های مربوط به برآورد هزینه‌ها و درآمدها و نیز اثرات تغییرات وارده بر محیط و تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی و اجتماعی حاصل می‌شود. امروزه ارزیابی تناسب اراضی در بیشتر کشورهای دنیا به ویژه در کشورهای در حال توسعه، محور اصلی روش‌های ارزیابی است چرا که این روش کلیه فاکتورهای مورد نیاز برای استفاده به ویژه از اراضی را مورد توجه قرار می‌دهد (ایوبی و جلالیان، 1385). ارزیابی منابع و تناسب اراضی که بیش از سی سال در جهان بخصوص در کشورهای در حال توسعه بکار گرفته شده است با هدف استفاده بهینه و پایدار از اراضی انجام شده است. به طوری که دهایز و همکاران (2005) کارآیی روش فائو را برای ارزیابی کیفی و کمی تناسب اراضی

می‌شود تا ضمن حداکثر بهره‌وری هر زمین برای استفاده آیندگان محافظت شود. بنابراین ضرورت تعیین تناسب اراضی برای استفاده مطلوب از اراضی با در نظر گرفتن عوامل محیطی، اجتماعی و اقتصادی به منظور توسعه پایدار در این مناطق احساس می‌شود. بنابراین با توجه به اهمیت استان خوزستان در تولیدات کشاورزی کشور و جایگاه آن در تولید گندم در این پژوهش سعی شده است تا ارزیابی تناسب سرزمین برای کشت گندم آبی، به‌عنوان یکی از مهمترین محصولات استراتژیک در استان در منطقه شادگان انجام گرفته و نقشه‌های خاک، تناسب کیفی و کمی اراضی برای گندم با استفاده از نرم افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS تهیه شود.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مطالعاتی

محدوده مورد مطالعه در شهرستان شادگان، جنوب استان خوزستان بین 30 درجه و 34 دقیقه الی 30 درجه و 48 دقیقه عرض شمالی و 48 درجه و 37 دقیقه الی 48 درجه و 47 دقیقه طول شرقی واقع شده است. وسعت منطقه مورد مطالعه 34000 هکتار می‌باشد. بر اساس آمار و اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک بندرماهشهر متوسط بارندگی سالیانه 214/9 میلیمتر و میانگین درجه حرارت سالیانه 25/47 درجه سانتیگراد گزارش شده است. طبق نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران (بنائی 1377) رژیم رطوبتی منطقه زریک و رژیم حرارتی منطقه مزیک است رژیم حرارتی و رطوبتی منطقه به ترتیب هایبرترمیک و اریدیک می‌باشد.

نمونه‌برداری و آنالیز آزمایشگاهی

اطلاعات مربوط به خاک و زمین از مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی دقیق دشت شادگان که در سال 1365 (طاهرزاده و همکاران، 1365) توسط موسسه تحقیقات خاک و آب انجام شده استخراج گردید که در آن 13 سری خاک و 51 واحد اراضی در این منطقه تشخیص و از هم تفکیک شده‌اند. برای کنترل تغییرات

استان داکقان ویتنام مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که عمده اراضی برای محصولات مهم منطقه دارای کلاس تناسب بحرانی و نامناسب هستند. دلیل این عدم تناسب ویژگی‌هایی مانند: شیب زیاد، عمق کم خاک، سنگریزه زیاد و بالا بودن سطح آب زیرزمینی بود. زینالی و همکاران (1395) در مطالعه‌ای در دشت خوی آذربایجان غربی گزارش کردند، عمده واحدهای اراضی برای گندم و جو در کلاس خیلی مناسب و نسبتاً مناسب بوده و برای ذرت و آفتابگردان دارای کلاس نسبتاً مناسب و بحرانی هستند. مطالعه ارزیابی کیفی و کمی تناسب اراضی در دشت مغان برای محصولات گندم، جو، ذرت دانه‌ای و علوفه‌ای، سویا، پنبه، یونجه، چغندرقد و زیتون نشان داد مهم‌ترین عوامل محدودکننده کشت گندم در منطقه، شیب، گچ، شوری و پ هاش زیاد می‌باشد (مشایخی، 1393). شاکری و مومنی (1390)، در مطالعه تناسب اراضی منطقه آق قلا محدودیت‌های شوری و قلیائیت را مهمترین عامل ایجاد محدودیت در کشت گندم گزارش کردند.

سید جلالی (1395) در پژوهشی در دشت هنام زیر حوزه کرخه با استفاده از روش فائو نشان داد، مهمترین عوامل محدودکننده تناسب کیفی اراضی برای کاشت گندم در 63 درصد از اراضی، محدودیت توپوگرافی و سنگریزه منطقه می‌باشد. موسوی و همکاران (2017) تناسب اراضی دشت قزوین برای کشت گندم آبی را انجام و مشخص نمودند که فاکتورهایی مثل شوری خاک، درصد سنگریزه، عمق خاک، گچ، ماده آلی و بافت و ساختمان خاک محدود کننده می‌باشند. گندم یکی از غلات کلیدی است که در سراسر جهان کشت می‌شود، کالری اولیه و منبع تغذیه برای میلیون‌ها نفر از مردم جهان را فراهم می‌کند (بکر و همکاران، 2010). استان خوزستان با داشتن پتانسیل‌های آب و خاک و همچنین وجود اراضی حاصلخیز یکی از قطب‌های کشاورزی و تولید گندم کشور محسوب می‌شود و از طرفی یکی از الویت‌های اصلی بخش کشاورزی استفاده صحیح از منابع خاک و آب است، بنابراین برنامه‌ریزی اصولی برای استفاده بهینه از اراضی موجب

احتمالی در واحدهای اراضی نمونه برداری مجدد انجام و آزمایشات کامل بر روی آنها صورت گرفت، به طوری که تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی روی نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده (پس از هوا خشک شدن و غربال از الک 2 میلیمتری)، بافت خاک به روش هیدرومتر چهار زمانه (جی و بادر، 1986)، کربنات کلسیم معادل خاک به روش تیتراسیون (الیسون و مودی 1965)، پ‌هاس گل اشباع (ریچاردز، 1954) و هدایت الکتریکی عصاره اشباع (رودز 1982)، کربن آلی به روش ترسوزانی (نلسون و سامرز، 1982) و گچ به روش استون (ریچاردز 1954) اندازه‌گیری شدند.

تیپ بهره‌وری اراضی

گندم با نام علمی *Triticum aestivum L* یکی از مهمترین گیاهان زراعی به‌شمار می‌آید که در بین غلات از نظر تولید و سطح زیر کشت در رتبه اول قرار دارد (فائو، 2016) و کشت آن در مناطقی با شرایط آب و هوایی متفاوت امکانپذیر می‌باشد. گرچه کلیه تنش‌های محیطی (اعم از گرما، سرما، خشکی، شوری و غیره) از عوامل مهم کاهش تولید محسوب می‌شوند. گندم دارای ارقام گوناگونی است که با توجه به رقم مورد نظر می‌تواند در شرایط آب و هوایی مختلف رشد کند. گندم دارای کشت بهاره و پائیزه می‌باشد، در کشت پائیزه نیاز به آبیاری کم بوده و امکان استفاده از نزوالت آسمانی پائیزه و زمستانه وجود دارد. در طی چرخه‌ی زندگی گندم پاییزه حدود 2300 درجه روز است و نیاز حرارتی ارقام بهاره کمتر از زمستانه و نزدیک 1300 تا 1400 درجه روز می‌باشد. درجه حرارت مناسب برای جوانه‌زدن بذر 20-25 درجه سانتیگراد می‌باشد (امام، 1386). دمای اپتیمم برای گرده‌افشانی و پرکردن دانه گندم از 12-22 درجه سانتیگراد متفاوت است. قرارگیری گیاهان در دماهای بالاتر از این محدوده عملکرد را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهند (فاروق و همکاران، 2011). میانگین درجه حرارت روزانه بالای 27 درجه و خصوصاً درجه حرارت‌های حداکثر روزانه بیشتر از 32 درجه سانتیگراد

سبب افزایش تنفس و کاهش فتوسنتز و نهایتاً کاهش وزن هزار دانه را در پی خواهد داشت. گندم در خاک‌های عمیق با زهکشی مناسب، حاصلخیز و خشتی بهترین رشد را دارد. اگرچه این گیاه نسبت به باتلاقی بودن زمین حساس بوده اما تا حدودی می‌تواند در مقابل بالا بودن سطح آب زیرزمینی مقاومت کند. بطور کلی با استناد نشریه 29 آبیاری و زهکشی سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی (فائو، 1985)، حد آستانه تحمل گندم به شوری خاک 6 دسی زیمنس بر متر است و این بدان معنی است که چنانچه شوری (عصاره اشباع) خاک در طول دوره رشد و نموی گیاه از این میزان بیشتر شود گندم تحت تنش شوری قرار گرفته و کاهش عملکرد برای آن حادث می‌گردد. بطوری که به ازاء افزایش هر 1/4 دسی زیمنس بر متر از آستانه، 10% کاهش عملکرد رخ می‌دهد (آیر و وستکوت، 1985).

ارزیابی کیفی، کمی تناسب اراضی

در مطالعه حاضر، ابتدا دوره رشد گیاه گندم در منطقه مورد مطالعه با استفاده از اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک بندر ماهشهر با روش فائو و تبخیر تعرق با روش پنمن مانیتث محاسبه گردید. در مرحله بعد جهت ارزیابی کیفی تناسب اراضی، ویژگی‌های اقلیمی مورد نظر شامل درجه حرارت و رطوبت نسبی در مراحل مختلف دوره رشد بوده و ویژگی‌های خاک و پستی و بلندی مورد ارزیابی شامل درصد شیب، میکروورلیف، سیل‌گیری، وضعیت زهکشی، بافت و ساختمان خاک، درصد سنگریزه، عمق خاک، میزان آهک و گچ موجود در خاک، شوری و قلیائیت و اسیدیته بررسی گردید. به طوری که خصوصیات نظیر شیب، میکروورلیف، سیل‌گیری، وضعیت زهکشی، به همان صورتی که در کارت تشریح پروفیل ثبت شده بودند مورد ارزیابی قرار گرفتند. و ویژگی‌های نظیر بافت خاک، سنگریزه، آهک، گچ، شوری و قلیائیت، عمق خاک و اسیدیته با استفاده از میانگین‌گیری وزنی از طریق ضرایب وزنی تعیین شدند و در نهایت مقادیر شاخص آنها مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت

به سر) که مقدار تولید بحرانی عملکردی است که سود آوری‌های حاصل از آن تنها هزینه‌های متغیر را می‌پوشاند، به عبارت دیگر سود آوری برابر با کل هزینه‌های متغیر می‌باشد و یا نسبت درآمد به هزینه برابر یک باشد (جدول 3). بر اساس معادله زیر محاسبه شد.

$$\text{تولید بحرانی} = \frac{\text{هزینه کل}}{\text{قیمت یک واحد تولید}}$$

به منظور بررسی صحت روش ارزیابی، رابطه رگرسیونی بین تولید مشاهده شده در مزرعه و تولید پیش بینی شده برقرار گردید. سپس براساس ارزیابی کمی تناسب اراضی نیاز به محاسبه تولید پتانسیل می‌باشد، که در این مدل با استفاده از پتانسیل ژنتیکی محصول و ویژگی‌های گیاهی آن با استفاده از داده‌های اقلیمی مانند تابش خورشیدی و درجه حرارت، مقدار تولید زیست توده محصول برآورد می‌شود. که براساس ویژگی‌های اقلیمی مانند دمای متوسط روزانه و شبانه در طول فصل رشد، تعداد ساعتهای آفتابی، عرض جغرافیایی، شاخص سطح برگ، ضریب برداشت، درصد رطوبت دانه و روش فتوسنتزی محصول، تولید پتانسیل محصولات مورد نظر با استفاده از روش فائو به وسیله معادله 2 و داده‌های جدول 1 محاسبه شد (سایس و همکاران 1991).

$$Y = [(0.36 \text{ bgm} \cdot \text{KLAI} \cdot \text{Hi}) / (1/L) + 0.25 \text{ Ct}]$$

در آن، Y میزان تولید پتانسیل بر حسب کیلوگرم در هکتار، bgm بیشینه میزان تولید بیوماس ناخالص بر حسب کیلوگرم در هکتار در ساعت، KLAI ضریب شاخص سطح برگ، Hi ضریب برداشت (بخشی از کل بیوماس که از نظر اقتصادی قابل استفاده است)، L طول فصل رشد و Ct ضریب تنفس بوده که با استفاده از ضریبی خاص و میانگین دما در طول فصل رشد محاسبه می‌شود. سرانجام مقدار تولید پتانسیل با احتساب رطوبت برای محصول مورد مطالعه محاسبه گردید.

تولید پیش‌بینی شده به وسیله حاصلضرب تولید پتانسیل هر محصول در شاخص خاک محاسبه شد.

احتیاجات رویشی تیپ بهره‌وری از جداول ارائه شده مشخصات اراضی با نیازهای تیپ بهره‌وری گندم که توسط سایز و همکاران (1993) و سید جلالی و همکاران، (1398) گردآوری شده است تطبیق داده شد و شاخص خاک به روش پارامتریک از نوع ریشه دوم (خدیر، 1986) تعیین گردید (سایس و همکاران، 1991، 1993). در روش پارامتری به هر ویژگی از اراضی یک درجه‌بندی عددی اختصاص داده می‌شود (بین 0 و 100). اگر ویژگی اراضی برای نوع استفاده از اراضی دارای شرایط مطلوب باشد به آن عدد 100 و اگر شرایط نامطلوب باشد نسبت به محدودیتی که ایجاد می‌کند عدد کمتری اختصاص می‌یابد. از این درجه بندی عددی برای تعیین شاخص استفاده خواهد شد. معادله مورد استفاده در روش پارامتریک به صورت معادله شاخص خاک به روش ریشه دوم (خدیر، 1986) بصورت زیر می‌باشد:

$$I = R_{min} \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \dots}$$

که در آن، I شاخص اراضی، R_{min} کمترین درجه بین تمام خصوصیات A، B، C و... درجات خصوصیات دیگر می‌باشد. پس از تعیین کلاس‌های کیفی تناسب اراضی، ارزیابی کمی در واحدهای اراضی مختلف منطقه صورت گرفت.

جهت انجام مطالعات کمی تناسب اراضی، اطلاعات مختلف مدیریتی، میزان تولید واقعی در واحدهای مختلف اراضی با تهیه پرسشنامه‌ها و مشاورت با کشاورزان بدست آمد. تولید واقعی میزان تولید متوسط چندین سال زارع بوده که تحت یک مدیریت و نهاده مشخص، بدون تأثیر عوامل غیرمترقبه‌ای نظیر آفات، سیل و غیره به دست می‌آید. این مقدار تولید معمولاً با آماربرداری از مزارع زارعین انجام می‌گیرد که در این مطالعه نیز جهت تجزیه و تحلیل جداول سایس در مورد محصول بررسی شده میزان تولید واقعی یا مشاهده شده برای هر محصول در هر واحد اراضی به کمک آمار موجود در جهاد کشاورزی شادگان و اطلاعات کسب شده از کشاورزان محلی اندازه‌گیری شد. سپس تولید بحرانی (عملکرد سر

حدود 40 درصد آهک در خاک‌ها نتوانسته است افق‌های ژنتیکی نظیر کلسیک و جیپسیک را باعث گردد. حالت-های ماندابی و میزان بارندگی کم و نیز سطح آب زیر زمینی بالا توأم از عوامل شوری زاری در منطقه محسوب میشود که تبخیر خیلی زیاد و درجه حرارت بالا در تسریع آن دخالت دارد. وجود بادهای تند در منطقه نیز باعث انتقال نمک از شورزارهای اطراف به اراضی قابل کشت شده که این خود نیز باعث افزایش شوری در منطقه شده است (طاهرزاده و همکاران، 1365). مطالعات خاکشناسی انجام شده در منطقه شادگان نشان دهنده این است که 13 سری خاک مشتمل بر سری‌های خاک شبیشه، شادگان، آبشار، حمودی، بوزی، سیبویه، ام‌الصخر، شاخه، شهاب، جراحی، حدبه و گرمه و خنافره بر اساس خصوصیات نظیر درصد شیب، وضعیت زهکشی، وضعیت سیل‌گیری و شور و قلیائیت 51 فاز سری تفکیک شدند (طاهرزاده، 1365). خاک‌های منطقه با کمک کلید طبقه‌بندی خاک آمریکا (2014) در دو رده انتی‌سولز و اریدی سولز قرار گرفتند. ویژگی‌های رده‌بندی خاک‌های 13 سری خاک و نقشه خاکشناسی موجود در منطقه مورد مطالعه به ترتیب در جدول 1 و شکل 1 آورده شده است.

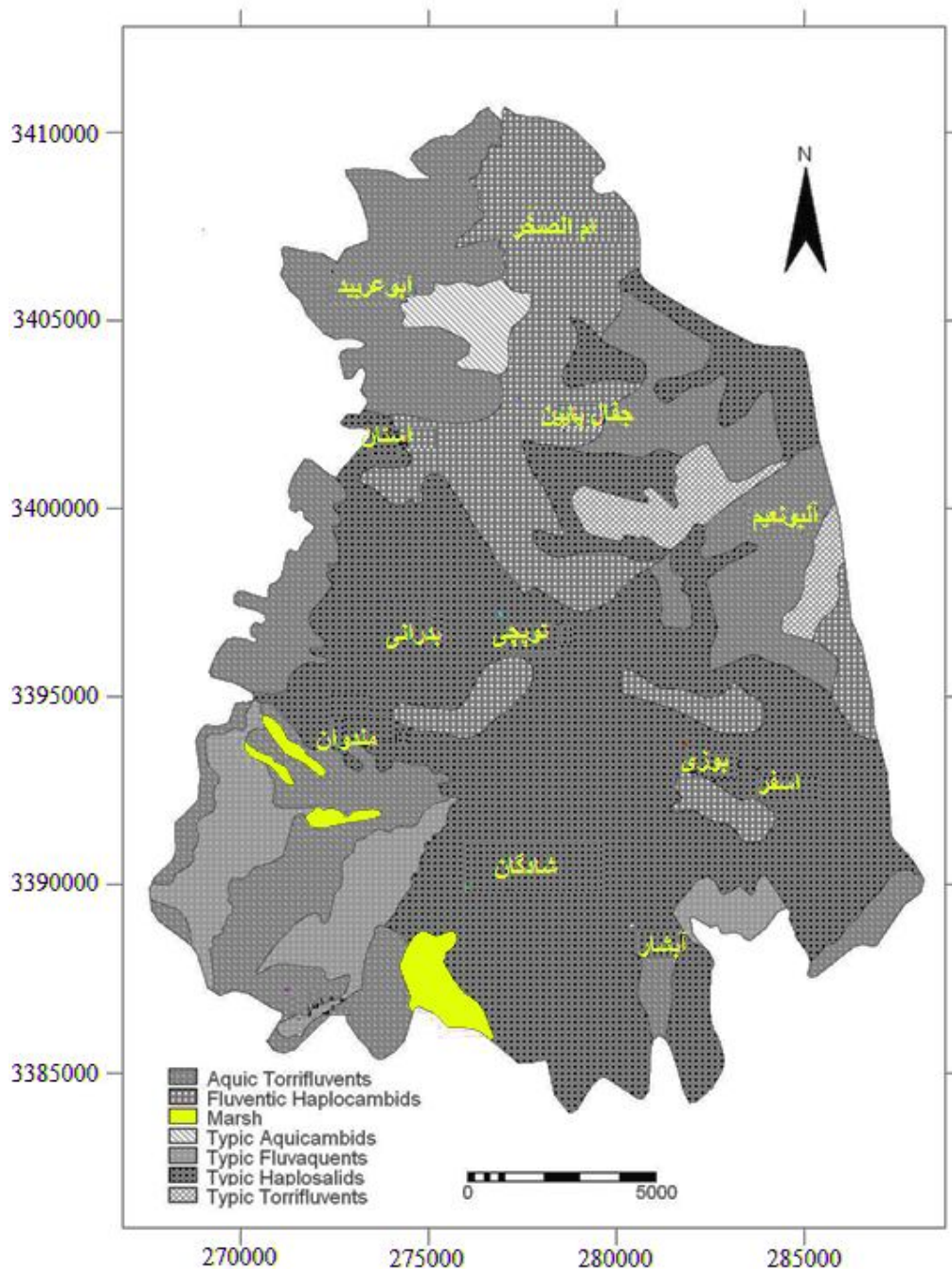
شاخص خاک پارامتری است که از آمیختن درجات تناسب ویژگی‌ها یا کیفیت اراضی به جز پارامتر اقلیم با روش ریشه‌دوم محاسبه می‌شود (سایس و همکاران، 1993). به منظور بررسی صحت روش ارزیابی کمی تناسب اراضی رابطه رگرسیونی به منظور بررسی صحت روش ارزیابی، رابطه رگرسیونی بین تولید مشاهده شده در مزرعه و تولید پیش بینی شده برقرار گردید. در صورت معنی دار بودن رابطه فوق بین شاخص اراضی محاسبه شده به روش پارامتریک در ارزیابی کیفی و تولید مشاهده شده در مزرعه به وسیله نرم افزار SPSS برقرار گردیده و حدود کلاس‌های کمی با روش سایس و همکاران (1991) تعیین شدند. در مرحله بعد با داشتن مقدار شاخص اراضی در هر واحد اراضی کلاس‌های کمی برای محصول گندم مشخص شدند.

نتایج و بحث

منطقه مورد مطالعه جزء مناطق خشک با حدود 214 میلیمتر بارندگی سالیانه می‌باشد که این میزان بارندگی بعلت عدم تناسب پراکنش آن و همچنین بافت خاک سطحی سنگین باعث وقوع سیلاب‌های در فصول بارندگی گردیده که نتیجه این امر علیرغم وجود بیش از

جدول 1 - طبقه بندی خاک‌های منطقه مورد مطالعه بر اساس سیستم (Keys to Soil Taxonomy, USDA, 2014)

شماره	سری خاک	راسته	زیر گروه	فامیل خاک
1	شبیشه	Aridisols	Typic Haplosalids	Fine Silty, Carbonatic, Hyperthermic
2	شادگان	Aridisols	Typic Haplosalids	Fine, Carbonatic, Hyperthermic
3	آبشار	Aridisols	Typic Haplosalids	Coarse Loamy, Carbonatic, Hyperthermic
4	حمودی	Aridisols	Fluventic Haplocambids	Fine Loamy, Carbonatic, Hyperthermic
5	بوزی	Aridisols	Fluventic Haplocambids	Fine, Carbonatic, Hyperthermic
6	سیبویه	Aridisols	Typic Aquicambids	Fine Loamy, Carbonatic, Hyperthermic
7	ام‌الصخر	Entisols	Aquic Torrifluvents	Fine Loamy, Carbonatic, Hyperthermic
8	شاخه	Entisols	Typic Torrifluvents	Fine Loamy, Carbonatic, Hyperthermic
9	شهاب	Entisols	Aquic Torrifluvents	Fine, Carbonatic, Hyperthermic
10	جراحی	Entisols	Aquic Torrifluvents	Fine Loamy, Carbonatic, Hyperthermic
11	حدبه	Entisols	Aquic Torrifluvents	Fine, Carbonatic, Hyperthermic
12	گرمه	Entisols	Aquic Torrifluvents	Fine, Carbonatic, Hyperthermic
13	خنافره	Entisols	Typic Fluvaquents	Fine Loamy, Carbonatic, Hyperthermic



شکل 1- نقشه خاک منطقه مورد مطالعه

ارزیابی کیفی

در آزمایش‌ها و مطالعات خاک و زمین‌نما انجام و در آخر نتایج ارزیابی اقلیمی با نتایج ارزیابی زمین‌نما و خاک تلفیق و شاخص نهایی اراضی تعیین می‌گردد.

برای انجام ارزیابی کیفی تناسب اراضی به روش فائو ابتدا دوره‌های مختلف رشد گیاهان مورد مطالعه تعیین شده سپس ارزیابی اقلیمی با استفاده از داده‌های اقلیمی، ارزیابی زمین‌نما و خاک با توجه به اطلاعات به‌دست آمده

دوره رشد در منطقه مورد مطالعه

بر اساس تجزیه اطلاعات اقلیمی به روش فائو مشخص شد، دوره رشد منطقه از نظر رطوبتی از یکم آذرماه شروع و دهم اردیبهشت پایان می‌پذیرد و طول آن 161 روز می‌باشد. فصل رشد محصول گندم منطقه خارج از این دوره می‌باشد ولی با توجه به اینکه کشت آبی محصول گندم مورد نظر با فرض تامین آب کافی از منابع سطحی و زیرزمینی در فصل رشد این محصولات انجام می‌گیرد این مسئله مشکلی ایجاد نمی‌کند. از نظر حرارت نیز گندم در طول سال دچار محدودیت نمی‌شود و بنابراین دوره رشد از نظر حرارتی برای محصول مهیا می‌باشد. سپس مقایسه نیازهای اقلیمی، خاک و توپوگرافی محصول گندم با خصوصیات واحدهای مختلف به روش پارامتریک انجام شده که نتایج آن به طور خلاصه مشتمل بر شاخص اقلیم، کلاس اقلیم، شاخص اراضی و کلاس نهایی کیفی تناسب در جدول 2 ارائه شده است. ارزیابی اقلیم برای گندم آبی، در منطقه مورد مطالعه نشان داد که اقلیم منطقه برای کشت گندم آبی با روش پارامتریک خیلی مناسب (S₁) است و هیچ محدودیتی را ایجاد نمی‌کند. محنت کش (1373) در منطقه شهرکرد و آزادی و باقرنژاد (2018) در منطقه اقلید استان فارس نیز نشان دادند که اقلیم منطقه برای رشد گندم مناسب بوده است.

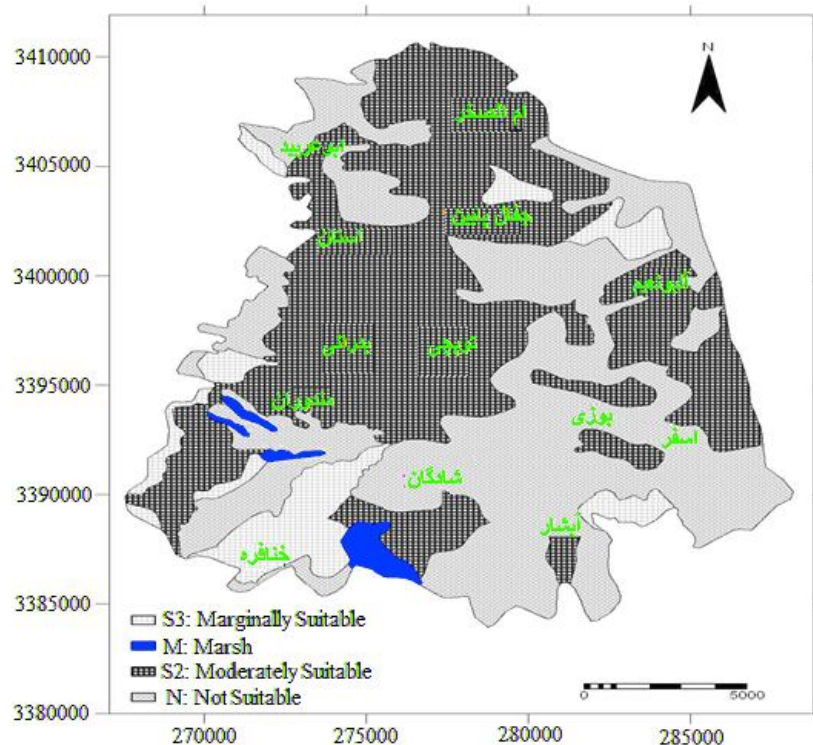
پس از جمع‌بندی منابع و تجزیه و تحلیل داده‌ها، برای تمامی پارامترهای مؤثر در ارزیابی کیفی مناطق مستعد کشت محصول انجام پذیرفت، در نهایت کلاس‌های تناسب کیفی هر یک از واحدها تعیین (جدول 2) و نقشه ارزیابی کیفی برای محصول گندم طبق شکل 2 تهیه گردید. و طبق پهنه‌بندی تناسب اراضی به‌دست آمده در جدول 2، منطقه شادگان جهت کشت تیپ بهره‌وری گندم، دارای کلاس تناسب نسبتاً مناسب (S₂) تا نامناسب (N) می‌باشد. نتایج مطالعه تناسب کیفی اراضی بیانگر این واقعیت است که عمده‌ترین ویژگی‌های ایجاد کننده محدودیت، ویژگی‌های فیزیکی خاک از جمله مقدار زیاد آهک خاک (40-60 درصد) و ویژگی‌های شیمیایی از

جمله میزان شوری (4/7-115 دسی زیمنس بر متر) و قلیائیت شدید (9/9-77 درصد) و در برخی واحدها محدودیت‌های خیزی خاک (وضعیت زهکشی و سیل‌گیری) و اسیدیته می‌باشد که امکان کشت این محصول را محدود کرده است. به طوری که طبق پهنه‌بندی تناسب اراضی به‌دست آمده در شکل 2، حدود 16/5 درصد معادل 5550 هکتار دارای تناسب نسبتاً مناسب (S₂)، حدود 34 درصد معادل 11490 هکتار دارای کلاس تناسب بحرانی (S₃) و حدود 48 درصد معادل 16260 هکتار منطقه جهت کشت تیپ بهره‌وری گندم، دارای کلاس تناسب نامناسب (N) می‌باشد. و بررسی واحدهای خاک موجود در منطقه نیز نشان داد که واحدهای 4.1، 4.3، 4.2، 4.5، 6.1، 6.1، 6.1 و 7.1 بواسطه محدودیت‌های فیزیکی آهک و خیزی خاک از قبیل سیل‌گیری تناسب نسبتاً مناسب دارند که پس از انجام عملیاتی چون کنترل سیلاب دارای تناسب آبی نسبتاً مناسب با محدودیت آهک می‌باشد و مساحتی حدود 7/82 هکتار از اراضی مورد مطالعه را شامل می‌شوند.

واحدهای 1.3، 1.5، 8.1 و 9.1 با مساحتی حدود 7770 هکتار، بواسطه محدودیت‌های فیزیکی از قبیل آهک، خیزی خاک از قبیل سیل‌گیری و محدودیت‌های شوری و قلیائیت، تناسب فعلی نسبتاً مناسب بوده که پس از آبشویی و کنترل سیلاب دارای تناسب آبی نسبتاً مناسب با محدودیت آهک می‌باشد. واحدهای 4.4، 12.2، 12.3 و 13.2 با مساحت حدود 4740 هکتار، بدلیل محدودیت‌های زهکشی، آهک، سیل‌گیری و شوری و قلیائیت تناسب فعلی نسبتاً مناسب بوده که پس از آبشویی و کنترل سیلاب دارای تناسب آبی نسبتاً مناسب با محدودیت آهک می‌باشد. واحد 12.1 بواسطه محدودیت‌های فیزیکی از قبیل آهک، سیل‌گیری و محدودیت‌های زهکشی تناسب فعلی نسبتاً مناسب دارد و مساحت حدود 440 هکتار را دارا می‌باشد. واحدهای 10.1، 10.3 و 11.6 (با مساحتی حدود 710 هکتار) بدلیل

می‌باشد. در برخی واحدها نیز وضعیت زهکشی و سیل‌گیری نیز مشکل‌ساز می‌باشد. محنت‌کش (1378) در منطقه دشت شهرکرد، شاکری و همکاران (1394) در منطقه برم الوان استان کهگیلویه و بویر احمد و آزادی و ابطی (1394) در منطقه کافتراستان فارس نیز نشان دادند که مهمترین محدودیت‌های کشت گندم در منطقه شامل محدودیت‌های فیزیکی خاک، توپوگرافی و زهکشی در واحدهای مختلف بوده است. بازگیر (1377) در منطقه تالاندشت استان کرمانشاه نیز نشان داد که مهمترین خصوصیات فیزیکی محدود کننده برای گندم درصد سنگریزه در عمق و سطح بوده است. نتایج بررسی‌های روزبهرانی و همکاران (1397) در غرب شهرستان اهواز نشان داد حدود 30/4 درصد اراضی دارای تناسب متوسط و 26 درصد مساحت اراضی زراعی منطقه برای کشت گندم آبی نامناسب است و مهمترین عوامل محدودکننده نیز شوری و قلیائیت، آهک و اسیدپته واحدهای اراضی می‌باشد.

محدودیت‌های خیزی خاک از قبیل سیلگیری تناسب فعلی بحرانی داشته که پس از انجام عملیاتی چون کنترل سیلاب دارای تناسب آبی نسبتاً مناسب با محدودیت آهک می‌باشد. واحدهای 2.3، 9.2، 11.1، 12.6، 13.1 و 13.3 (2510 هکتار مساحت) بواسطه محدودیت‌های شوری و قلیائیت، تناسب بحرانی داشته که پس از آبشویی دارای تناسب آبی نسبتاً مناسب با محدودیت آهک می‌باشد. واحدهای 1.1، 1.2، 1.4، 1.6، 1.7، 2.2، 3.1، 3.2، 3.3، 3.4، 7.2، 8.2، 8.3، 8.4، 9.3، 10.2، 10.4، 10.5، 11.2، 11.3، 11.4، 11.5، 12.4 و 12.5 بواسطه محدودیت‌های شوری و قلیائیت، تناسب فعلی نامناسب بوده که پس از آبشویی دارای تناسب آبی نسبتاً مناسب با محدودیت آهک بوده و مساحتی حدود 14470 هکتار از اراضی مورد مطالعه را دارا است. نهایتاً بررسی تناسب کیفی اراضی منطقه نشان می‌دهد که برای کشت آبی محصول گندم خصوصیات خاک بیشترین محدودیت را ایجاد کرده و در اکثر واحدهای اراضی مشکل عمده زیادی شوری و قلیائیت و در مرحله بعد مازاد آهک



شکل 2 - پهنه‌بندی جغرافیایی کلاس‌های تناسب کیفی اراضی در منطقه مورد مطالعه برای کشت گندم آبی

جدول 2- ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای گندم

واحد اراضی	شاخص اقلیم	کلاس اقلیم	شاخص اراضی	کلاس کیفی	واحد اراضی	شاخص اقلیم	کلاس اقلیم	شاخص اراضی	کلاس کیفی	واحد اراضی	شاخص اقلیم	کلاس اقلیم	شاخص اراضی	کلاس کیفی
1.1	97/85	S1	14/1	N1n	4.4	97/85	S1	33/2	S3fnsw	10.4	97/85	S1	5/1	N2n
1.2	97/85	S1	5/94	N2n	4.5	97/85	S1	53/7	S2fs	10.5	97/85	S1	5/1	N2n
1.3	97/85	S1	58/6	S2fns	5.1	97/85	S1	54/3	S2fs	11.1	97/85	S1	29	S3n
1.4	97/85	S1	25/0	N1n	6.1	97/85	S1	54/8	S2fs	11.2	97/85	S1	9/4	N2n
1.5	97/85	S1	42/7	S3fns	6.2	97/85	S1	54/8	S2fs	11.3	97/85	S1	6/25	N2n
1.6	97/85	S1	7/4	N2n	7.1	97/85	S1	5/4	N2n	11.4	97/85	S1	5/7	N2n
1.7	97/85	S1	7/4	N2n	7.2	97/85	S1	53/5	S2fns	11.5	97/85	S1	4/2	N2n
2.1	97/85	S1	9/6	N2n	8.1	97/85	S1	33/8	S3fns	11.6	97/85	S1	32/9	S3f
2.2	97/85	S1	9/2	N2n	8.2	97/85	S1	5/8	N2n	12.1	97/85	S1	49	S3fsw
2.3	97/85	S1	20/1	N1n	8.3	97/85	S1	23/8	N1n	12.2	97/85	S1	39	S3fnsw
3.1	97/85	S1	4/7	N2n	8.4	97/85	S1	5/3	N2n	12.3	97/85	S1	39	S3fnsw
3.2	97/85	S1	6/8	N2n	9.1	97/85	S1	29	S3fns	12.4	97/85	S1	6	N2n
3.3	97/85	S1	7/2	N2n	9.2	97/85	S1	47/7	S3fns	12.5	97/85	S1	6/2	N2n
3.4	97/85	S1	4/7	N2n	9.3	97/85	S1	6/7	N2n	12.6	97/85	S1	25/5	S3n
4.1	97/85	S1	45/7	S3fs	10.1	97/85	S1	29/3	S3n	13.1	97/85	S1	15/62	N1n
4.2	97/85	S1	45/7	S3fs	10.2	97/85	S1	4/31	N2n	13.2	97/85	S1	41/03	S3fnsw
4.3	97/85	S1	52/2	S2fs	10.3	97/85	S1	29/3	S3f	13.3	97/85	S1	15/62	N1n

w: محدودیت زهکشی و سیل گیری، s: محدودیت فیزیکی خاک (آهک، بافت، عمق)، n: محدودیت شوری و قلیائیت، f: محدودیت حاصلخیزی

ارزیابی کمی تناسب اراضی

در ارزیابی کمی، تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی نقش عمده‌ای را در طبقه‌بندی تناسب اراضی ایفا می‌نماید. تنها از طریق تجزیه و تحلیل هزینه و درآمد می‌توان مرز بین کلاس‌های تناسب را دقیقاً تعیین کرد. زیرا در این مرز تنها تفاوت فایده و هزینه بوده که برخلاف ویژگی‌های اراضی و یا رشد محصول، دستخوش تغییرات ناگهانی می‌شود. به عبارتی ارزیابی کمی بر اساس عملکرد زمین بوده و برای انجام این نوع ارزیابی نیاز به تولید پتانسیل محصول، تولید بحرانی و تولید مشاهده شده می‌باشد.

بنابراین، ابتدا پتانسیل تولید گندم آبی به روش فائو (سایس و همکاران، 1991). بر اساس پارامترهای تابش خورشیدی، ساعات آفتابی و روش فتوسنتزی محصول، شاخص سطح برگ و شاخص برداشت در منطقه مطالعاتی پتانسیل عملکرد گندم آبی 6980 کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. پتانسیل مورد انتظار در واحدهای خاک، به دلیل تأثیر عوامل محدودکننده بین 293/2 تا 4090/3 کیلوگرم در هکتار است. این کاهش عملکرد بواسطه تأثیر عوامل محدودکننده از قبیل آهک، شوری و قلیائیت و خисی زمین و اسیدیته است. بطوری که کمترین میزان پتانسیل تولید مربوط به واحد اراضی با حدود 53 درصد آهک، 49 دسی‌زیمنس بر متر شوری و 56/5 درصد سدیم قابل تبادل می‌باشد که این خصوصیت‌ها باعث محدودیت زیاد و نهایتاً اختصاص کمترین مقدار شاخص برای این واحد در بین واحدهای مورد مطالعه شده است.

نصیری و کوچکی (1388) میانگین پتانسیل عملکرد گندم آبی در سطح استان خراسان رضوی 6900 گزارش کردند. برای محاسبه تولید پیش‌بینی شده، ابتدا شاخص خاک برای هر واحد اراضی با توجه به نوع محصول محاسبه شد. سپس تولید پیش‌بینی‌شده از طریق ضرب شاخص خاک (شاخص اراضی بدون تأثیر عوامل اقلیمی) هر واحد اراضی، در پتانسیل تابشی-حرارتی محاسبه گردید. از شاخص خاک برای جلوگیری از تأثیرگذاری مجدد ویژگی‌های اقلیمی، بجای شاخص اراضی استفاده می‌گردد (ایوبی و جلالیان، 1389). جهت بررسی صحت روش ارزیابی، بین میزان تولید مشاهده شده و تولید پیش‌بینی شده برای هر محصول یک رابطه رگرسیون خطی برقرار گردید و چون دارای سطح

معنی‌داری بالایی (0/985) بین تولید مشاهده شده و پیش‌بینی شده بودند. این ارتباط آماری معنی‌دار نشان‌دهنده صحت روش ارزیابی و درجه بندی صحیح خصوصیات اراضی می‌باشد. و سپس بعلاوه معنی‌دار بودن رابطه فوق بین تولید مشاهده شده و شاخص اراضی رابطه رگرسیونی خطی به نحوی که شاخص اراضی بر روی محور x ها و عملکرد زمین بر روی محور y ها برقرار شد (شکل 3). آنالیز آماری برای گندم معادله زیر را بدست آورده که در آن y میزان تولید و x مقدار شاخص اراضی را نشان می‌دهد. معادله $y=70/016x+58/147$ ضریب تشخیص این معادله برابر 0/98 بوده که در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد و نشان‌دهنده ارتباط معنی‌داری بین شاخص اراضی و تولید مشاهده شده است. همانگونه که در شکل 3 مشاهده می‌شود با افزایش شاخص اراضی که بیانگر مرغوبیت زمین است میزان عملکرد آن افزایش می‌یابد. حدود کلاس‌های کمی تناسب اراضی براساس تولید بحرانی (با توجه به مجموع هزینه‌ها و قیمت محصول به میزان 905 کیلوگرم در هکتار برآورد شد) و میزان تولید پتانسیل و بر طبق روش پیشنهادی فائو محاسبه (سایس و همکاران، 1991) و خلاصه نهایی آن در جدول 4 آورده شده است.

حدود کلاس‌های کمی اراضی براساس میزان تولید و بر اساس دستورالعمل سایس (1991) به ترتیب زیر تعیین گردید (جدول 4): مرز بین کلاس S1 و S2، 75 درصد تولید پتانسیل محصول است.

$$S2 \text{ و } S1 \text{ مرز بین } = 75\% \times 6980 = 5235 \text{ Kg/ha}$$

مرز بین کلاس S2 و S3 به اندازه مجموع تولید بحرانی و 40 درصد آن

$$S3 \text{ و } S2 \text{ مرز بین } = 905 + (40\% \times 905) = 1267 \text{ Kg/ha}$$

مرز بین کلاس S3 و N به اندازه 10 درصد پائین تر از تولید بحرانی است.

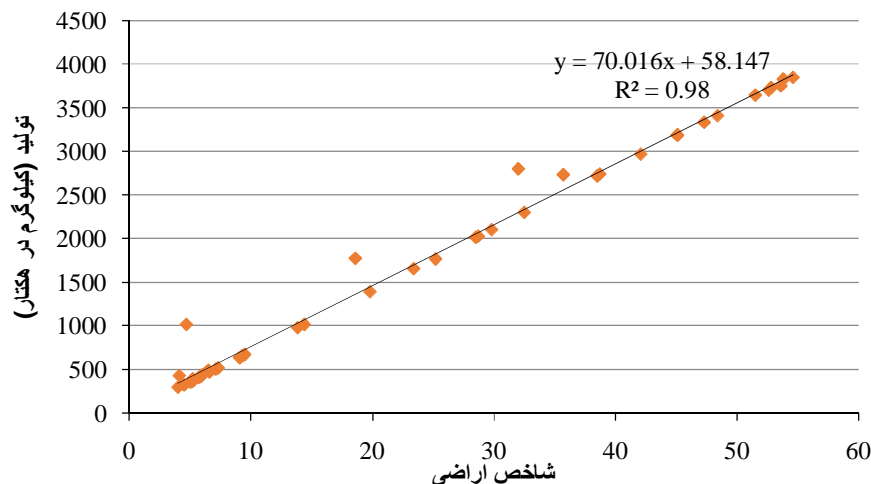
$$S3 \text{ و } N \text{ مرز بین } = 905 - (10\% \times 905) = 814/5 \text{ Kg/ha}$$

حدود کلاس‌های اراضی را نیز می‌توان با استفاده از معادله $y=70/016x+58/147$ برحسب شاخص اراضی بیان کرد. تعیین حدود کلاس‌ها بر حسب شاخص اراضی دارای این مزیت است که در یک واحد اراضی با خصوصیات مشخص به وسیله محاسبه شاخص اراضی می‌توان میزان تولید را برآورد کرد.

جدول 3- ارزیابی کمی تناسب اراضی برای گندم در منطقه مورد مطالعه

واحد اراضی	تولید پیش‌بینی شده	شاخص اراضی	کلاس کمی	واحد اراضی	تولید پیش‌بینی شده	شاخص اراضی	کلاس کمی	واحد اراضی	تولید پیش‌بینی شده	شاخص اراضی	کلاس کمی
1.1	984/2	14/1	S3	4.4	2317/4	33/2	S2	10.4	356/0	5/1	N2
1.2	414/6	5/94	N2	4.5	3748/3	53/7	S2	10.5	356/0	5/1	N2
1.3	4090/3	58/6	S2	5.1	3790/1	54/3	S2	11.1	2024/2	29	S2
1.4	1745/0	25/0	S2	6.1	3825/0	54/8	S2	11.2	656/1	9/4	N2
1.5	2980/5	42/7	S2	6.2	3825/0	54/8	S2	11.3	436/3	6/25	N2
1.6	516/5	7/4	N2	7.1	376/9	5/4	N2	11.4	397/9	5/7	N2
1.7	516/5	7/4	N2	7.2	3734/3	53/5	S2	11.5	293/2	4/2	N2
2.1	670/1	9/6	N2	8.1	2359/2	33/8	S2	11.6	2296/4	32/9	S2
2.2	642/2	9/2	N2	8.2	404/8	5/8	N2	12.1	3420/2	49	S2
2.3	1403	20/1	S2	8.3	1661/2	23/8	S2	12.2	2722/2	39	S2
3.1	328/1	4/7	N2	8.4	369/9	5/3	N2	12.3	2722/2	39	S2
3.2	474/6	6/8	N2	9.1	2024/2	29	S2	12.4	418/8	6	N2
3.3	502/5	7/2	N2	9.2	3329/5	47/7	S2	12.5	432/8	6/2	N2
3.4	328/1	4/7	N2	9.3	467/7	6/7	N2	12.6	1779/9	25/5	S2
4.1	3189/9	45/7	S2	10.1	2045/21	29/3	S2	13.1	1090/3	15/62	S3
4.2	3189/9	45/7	S2	10.2	300/8	4/31	N2	13.2	2863/9	41/03	S2
4.3	3643/6	52/2	S2	10.3	2045/1	29/3	S2	13.3	1090/3	15/62	N1

*S2: نسبتا مناسب، S3؛ تناسب بحرانی، N1: در شرایط فعلی نامناسب، N2: نامناسب دائمی



شکل 3- ارتباط رگرسیونی بین شاخص اراضی و تولید محصول برای گندم

جدول 4- حدود کلاس‌های کمی تناسب اراضی برای محصول گندم آبی (تولید بر حسب کیلوگرم بر هکتار)

شاخص اراضی		تولید بحرانی (کیلوگرم در هکتار)			محصول			
N	S3	S2	S1	N	S3	S2	S1	گندم
<9/6	9/6-16/33	16/33-75/43	>75/43	<814/5	814/5-1267	1267-5235	>5235	

نهایتاً بررسی تناسب نتایج ارزیابی کمی تناسب اراضی نشان داد که در منطقه مورد مطالعه مجموع حدود 16260 هکتار معادل 57 درصد از اراضی در کلاس نسبتاً مناسب (S2) برای کشت گندم، 1380 هکتار معادل 4 درصد در کلاس تناسب بحرانی (S3) و 12680 هکتار معادل 37 درصد از اراضی در کلاس نامناسب (N) برای کشت قرار داشته و تولید در این اراضی اقتصادی نخواهد بود. که عامل اصلی ایجاد کننده محدودیت شوری و قلیائیت و در مرحله دوم میزان آهن و پیرو آن خیزی زمین و اسیدیت می‌باشد. و با توجه با اینکه تمام واحدهای مورد مطالعه دارای قابلیت هدایت الکتریکی بالا (بیش از 4 دسی زیمنس بر متر) و به استثنای سه واحد از اراضی بقیه داری قلیائیت بیش از 15 درصد ($ESP > 15$) می‌باشند لذا جهت برداشت اقتصادی بایستی مدیریت جامعی اعمال گردد. به طوری که اصلاح و بهسازی خاک و اراضی با محدودیت شوری و سدیمی شامل روشهایی است که یکی از مهم‌ترین روش‌های بهبود خاک‌های شور دفع نمک از خاک است که به دو طریق زهکشی و آب‌شویی صورت

نتایج ارزیابی کمی تناسب واحدهای اراضی نشان دهنده این است که کلاس کمی تناسب واحدهای اراضی برای محصول گندم دارای کلاس S2، S3 و N می‌باشد (جدول 3 و شکل 4). نتایج ارزیابی کمی تناسب اراضی (جدول 3) نشان داد که کلاس تناسب کمی در تعدادی از واحدها با کلاس تناسب کیفی (جدول 2) تطابق دارد و یا در سطح بالاتر است و این به دلیل سطح مدیریت بهتر و شرایط واحدهای اراضی است. میزان تولید یک زمین هیچ‌گاه به مقدار تولید پتانسیل یک محصول نمی‌رسد زیرا محدودیت‌های آب، خاک و مدیریت از مقدار آن می‌کاهند و عملکردی که پس از اعمال محدودیت‌های آب، خاک و مدیریت بدست می‌آید به تولید واقعی خیلی نزدیک خواهد بود. شاخص‌های خاک محاسبه شده نیز موید این مطلب هستند. این نتیجه‌گیری با نتایج مطالعات رستمی‌نیا و همکاران (1389)، جلالیان و همکاران (1386)، محنت کش (1378) و زینالی و همکاران (1395) مطابقت دارد.

روش بستگی به امکانات تخصصی و تکنیکی منطقه مورد اجرا دارد. مؤثرترین شیوه در اصلاح و بهسازی چنین خاک‌هایی اعمال روش تلفیقی می باشد که بایستی با مشورت متخصصین امر انجام شود (مشیری و همکاران، 1393). بنابراین اصلاح و بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها در گرو اعمال مدیریت بر عملیات آبیاری، افزودن کسر آبشویی بر نمک‌های محلول، تعمیق سطح ایستابی و بهبود شرایط زهکشی خاک به همراه کاربرد مواد اصلاح کننده می‌باشد (پذیرا، 1391). که به نظر می‌رسد با استفاده از راهکارهای مدیریتی فوق و انجام اقدامات اصلاحی و بهبود خواص فیزیکی خاک، امکان بهبود کلاس اراضی و افزایش راندمان تولید در اکثر واحدها امکان‌پذیر خواهد بود.

نتیجه‌گیری

ارزیابی تناسب اراضی، جهت انتخاب بهترین استفاده از منابع خاک و آب حائز اهمیت است. این تحقیق با هدف امکان سنجی کشت گندم در اراضی شور (با دامنه 4/7 تا 115 دسی زمینس بر متر) جنوب استان خوزستان انجام پذیرفت. پتانسیل تولید گندم آبی به روش سایس برای منطقه مورد مطالعه برابر با 6980 کیلوگرم در هکتار بدست آمد و پتانسیل تولید اراضی برای واحدهای مجزا شده اراضی با توجه به پتانسیل تولید آب و هوایی فوق الذکر و تأثیر عوامل محدود کننده در خاک تخمین زده شد، محدودیت‌های زیاد شوری و قلیائیت، آهک، خیسی خاک و اسیدیته بالا باعث شده است تا مقدار پتانسیل تولید در واحدهای اراضی بین 293/2 تا 4090/3 کیلوگرم در هکتار متغیر باشد. همچنین مطابق نتایج ارزیابی کیفی وجود محدودیت‌های اراضی موجبات قرار گرفتن حدود 16/5 درصد اراضی در کلاس S2 (نسبتاً مناسب)، 34 درصد اراضی در کلاس تناسب بحرانی (S3) و 48 درصد در کلاس تناسب نامناسب (N) می‌باشد.

می‌گیرد و بکارگیری این دو روش توأم مؤثرترین روش محسوب می‌شود. نکته‌ای که باید در نظر گرفته شود انجام آب شویی در فصول سرد سال است. درست است که در فصول گرم سال حلالیت نمک‌ها بیشتر بوده اما منابع آبی در فصول سرد بیشتر در دسترس است، تبخیر سطحی که موجب بازگشت نمک از افق‌های زیرین به سطح خاک می‌شود نیز کمتر صورت می‌گیرد و در این فصول زمین معمولاً خالی از گیاه است. راه‌کار بعدی اصلاح ساختمان خاک و تبدیل نمک‌ها می‌باشد. این روش به دو صورت ترکیب حجم بسیار زیادی ژئیس و در مواردی نیز گوگرد به خاک صورت می‌گیرد که در خاک‌های شور و قلیایی برای اصلاح خاک باید از گوگرد استفاده شود. برای تسریع واکنش‌های تبدیلی می‌بایست خاک به صورت مرطوب نگهداری شود.

روش‌های دیگر مدیریت خاک‌های شور در زیرمجموعه کنترل و به زراعی طبقه‌بندی می‌شوند که کاهش تبخیر سطحی (مالچ پاشی، نگه‌داشتن بقایای کشت قبلی در سطح خاک، جمع‌آوری گیاهان وجین شده و علف‌های هرز و قرار دادن آن‌ها بین ردیف‌های کشت و ..)، روش آبیاری، تواتر آن و حجم آب آبیاری (استفاده از حجم آب آبیاری به دفعات متعدد ولی با حجم آب کمتر آبیاری و تبدیل روش‌های کرتی و نشتی به روش‌های بارانی و قطره‌ای و ..)، استفاده از روش‌های صحیح کاشت بذر متناسب با خاک‌های شور (کشت در محل داغ آب که کمترین میزان املاح را دارد). کشت گونه‌های مقاوم و یا شور پسند و تغییر و اصلاح بافت خاک به کمک مواد آلی (به‌خاطر خاصیت بافری به متعادل کردن پ‌هاش خاک کمک می‌کنند در کنار این تأثیر مهمی به نگهداری آب در خاک، پوک شدن و افزایش خلل و فرج خاک و به بهبود دانه‌بندی خاک نیز کمک می‌کند که همین امر باعث توسعه‌ی ریشه و رشد بیشتر ریشه گیاهان در خاک خواهد شد). به طور کلی اصلاح و بهسازی خاک‌های شور و سدیمی مبتنی بر اعمال روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی است که انتخاب نوع روش و یا تلفیقی از چند

فهرست منابع:

۱. ایوبی، ش. 1375. ارزیابی تناسب کیفیو کمی اراضی برای محصولات زراعی مهم منطقه برآن شمالی (اصفهان). پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۲. ایوبی، ش.، جلالیان، ا.، گیوی، جواد. 1380. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای محصولات زراعی مهم منطقه برا آن شمالی در استان اصفهان. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. 5 (1): 57-76.
۳. آزادی، ا.، ابطحی، س.ع. 1394. ویژگی‌های پیدایشی و کانی‌شناسی خاک‌ها تحت تأثیر توپوگرافی و سطح آب زیرزمینی و ارزیابی تناسب اراضی منطقه کافتار استان فارس. مجله انسان و محیط زیست، 13(2) (33-پیایی 44)، 57-75.
۴. پذیرا، ا. 1391. امکان بهسازی خاک‌های شور و سدیمی با استفاده از بهسازهای شیمیایی. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، 1(4): 27-44.
۵. جلالیان، ا.، رستمی نیا، م.، ایوبی، ش.، امینی، ا.م. 1386. ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب اراضی برای گندم، ذرت و کنجد در دشت مهران، استان ایلام. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. 11 (42): 393-403.
۶. رستمی نیا، م.، محمودی، ش.، ترابی گل سفیدی، ح.، پذیرا، ا.، بابایی، س. 1389. ارزیابی کیفی و کمی تناسب اراضی برای برنج، گندم و سیب زمینی در دشت شیروان، استان ایلام. مجله پژوهش در علوم زراعی. 2(7). 75-89.
۷. روزبهرانی، م.، شیخ داوودی، م.ج.، عساکره، ع. 1397. ارزیابی تناسب اراضی غرب شهرستان اهواز برای کشت گندم آبی با تلفیق روش تحلیل سلسله مراتبی و سامانه اطلاعات جغرافیایی. تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی، 19(71)، 81-98.
۸. زینالی، م.، جعفرزاده، ع.ا.، شهبازی، ف.، اوستان، ش. 1395. ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب اراضی برای گندم، جو، ذرت و آفتابگردان در بخشی از دشت خوی. دانش آب و خاک، 3(2)، 15-29.
۹. سادات هاشمی، س. 1396. بررسی تناسب اراضی خاکهای شور و سدیمی، دشت شوشاب ملایر، استان همدان سومین همایش ملی علوم و تکنولوژی‌های نوین زیستی، ایران. ملایر
۱۰. سید جلالی، س.ع. 1394. تعیین پتانسیل تولید اراضی برای گندم در مناطق گتوند و شوشتر استان خوزستان. نشریه مدیریت اراضی. 3(1)، 15-23.
۱۱. سیدجلالی، س.ع.، دهقان، ر.، آزادی، ا.، زین الدینی میمند، ع.، نویدی، م.ن.، محمداسماعیل، ز. 1399. بررسی تأثیر عوامل خاکی بر رشد نیشکر در اراضی تحت کشت نیشکر در استان‌های خوزستان و مازندران. پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). 3، 345-359.
۱۲. سیدجلالی، س.ع. 1395. ارزیابی تناسب اراضی برای گندم در دشت هنام زیرحوزه کرخه، استان لرستان. ششمین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار.
۱۳. سیدجلالی، ع.ر.، زین الدینی، ع.، نویدی، م.ن.، محمداسماعیل، ز. 1398. نیازهای رویش گیاهان مهم زراعی کشور. موسسه تحقیقات خاک و آب.
۱۴. شاکری، س.، اولیایی، ح.ر.، ابطحی، ع.، آزادی، ابوالفضل. 1394. مطالعه خاک شناسی و تناسب اراضی خاک‌های شور و گچی منطقه برم الوان استان کهگیلویه و بویراحمد. مجله انسان و محیط زیست. 13(3)، 15-27.
۱۵. گیوی، جواد. 1376. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی، نشریه شماره 1015. موسسه تحقیقات خاک و آب. 100 صفحه.

۱۶. محنت کش، ع. 1378. ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب اراضی منطقه شهرکرد برای محصولات زراعی مهم منطقه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۱۷. مشایخی، ف. 1393. ارزیابی کیفی و کمی مناسب بودن زمین برای محصولات رایج در منطقه خداآفرین، دشت مغان، دانشگاه شاهد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی.
۱۸. مشیری، ف و همکاران. 1393. راهنمای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم، موسسه تحقیقات خاک و آب کشور. 81 صفحه.
۱۹. مومنی، ع.، 1389. "تعیین پراکنش جغرافیایی عناصر غذایی در اراضی زیرکشت گندم آبی در استان‌های فارس، خوزستان و گلستان." مجله پژوهش‌های خاک، 24(3): 203-215.
۲۰. نصیری محلاتی، م، ع. کوچکی. 1388. پهنه بندی اگرواکولوژیکی گندم در استان خراسان: برآورد پتانسیل و خلأ عملکرد. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ج. 7(2): 695-709.
21. Alison LE and Moodie CD, 1965. Carbonate Pp. 1379-1369. In: Black CA and et al (ed), Method of Soil Analysis. Part 2. 2th Ed. Monograph No. 9. America Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI.
22. Ayers, R.S. and Westcot, D.W., 1985. *Water quality for agriculture* (Vol. 29, p. 174). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
23. Azadi, A., & Baghernejad, M. 2018. Qualitative land suitability assessment and estimating land production potential for main irrigated crops in northern of Fars province. *Agriculture & Forestry/Poljoprivredai Sumarstvo*, 64(4).
24. Banai MH, 1998. Map of moisture and temperature regime of Iranian soils. Soil and Water Research Institute, Tehran.
25. Becker-Reshef A, E. Vermote A, M. Lindeman and B. C. Justice. 2010. A generalized regression-based model for forecasting winter wheat yields in Kansas and Ukraine using MODIS data. *Remote Sensing of Environment* 114: 1312–1323.
26. Dhaeze D, Deckers J, Rase D, Phong TA and Loi HV, 2005. Environmental and socio-economic impacts of institutional reforms on the agriculture sector of Vittalnam Land suitability assessment for Robusta Caffee in the Dak Gan region. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 105:59-76.
27. Dmitry, H., Torbert, A., and Krueger, E. 2008. Evaluation of agricultural land suitability: Application of fuzzy indicators, (Eds.): ICCSA 2008, Part I, LNCS 5072, pp. 475–490.
28. FAO. 1996. Agro-ecological zoning, Guidelines. FAO soils bulletin No: 76.
29. FAO. 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistical database. Available online: www.fao.org.
30. FAO. Rome. 12. FAO. 1997. Land quality indicators and their use in sustainable agriculture and rural development, FAO, Rome, Italy. 212.
31. Farroq, M., Bramley, H., Palta, J.A. and Siddique, K.H.M. 2011. Heat stress in wheat during reproductive and grain filling phases. *Crit. Rev Plant Sci*. 30: 1-17.
32. Gee GW and Bauder JW, 1986. Particle-size Analysis Pp. 383–412. In: Klute A (ed). Methods of soil analysis. Physical and mineralogical methods. Agronomy monograph 9(2ed). American Society of Agronomy, Madison, WI.
33. Mousavi S, R., F, Sarmadian, Z, Alijani, A, Taati. 2017. Land suitability evaluation for irrigating wheat by Geopedological approach and Geographic Information System: A case study of Qazvin plain, Iran. *Eurasian J Soil Sci*, 6 (3). P: 275.
34. Nelson W and Sommers L, 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. Pp.532-81. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (eds). Methods of Soil Analysis. Part2.Chemical and Microbiological Methodes. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

35. Richards LA, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soil. U.S.S. Laboratory. USDA Handb. No 60,
36. Roades JD, 1982. Soluble salts. Pp. 167-179. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (eds). Methods of Soil Analysis. Part 2, Chemical and Microbiological Methods, 2nd ed, Agron, Monogr, 9, ASA and SSSA, Madison, WI.
37. Rossiter, D.G. 2000. Methodology for soil resource inventories. Revised version, soil science division. International institute for aerospace survey and earth science (ITC). 132 pp.
38. Sys, C., Van-Ranst, E., and Debaveye, J. 1991. Land evaluation. Part II. Methods in land evaluation, international training center for post graduate soil scientist. Ghent University, Ghent. 247 p.

Land Suitability Assessment for Wheat in Some Saline Lands in the South of Khuzestan Province

A. Azadi¹, J. Banineme, and S. A. Seyed Jalali

Assistant Professor, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran;

E-mail: a.azadi@areeo.ac.ir.

Research Instructor, Khuzestan Agricultural and Natural Resources, AREEO, Ahvaz, Iran;

E-mail: jamal_nn@yahoo.com

Assistant Professor, Soil and Water Research Institute, AREEO, Tehran, Iran;

E-mail: ajalali@areeo.ac.ir

Received: August, 2021, and Accepted: September, 2021

Abstract

The present study was conducted with the aim of studying the feasibility and determining the qualitative and quantitative suitability of irrigated wheat crop in some saline lands in the south of Khuzestan Province. Based on semi-detailed soil studies in the region, 13 series of soils were identified. The physiological needs of the wheat plant were determined and graded using available resources. Then, qualitative and quantitative assessment of land suitability was performed by parametric method (Square root) and, finally, the relevant maps were prepared in GIS environment. The results showed that climatic variables did not limit wheat production. Also, there were qualitative land suitability classes from relatively suitable class (S2) to unsuitable (N), and the most important limiting factors were salinity limits (4.7-115 dS), alkalinity (9.9-77%), calcium carbonate (40-60%), fertility characteristics (acidity) and soil wetness. The results of quantitative land evaluation also showed that 16260 hectares equivalent to 57% of the land available in the region for wheat cultivation was in class S2 (relatively suitable), 1380 hectares (4%) in class S3 (critical suitability), and 12680 hectares (37%) in class N (unsuitable lands). According to the results, in most units, the quantitative classes of land units for wheat cultivation corresponded to the qualitative class of land suitability, or had a higher suitability due to better management of this crop in the region. Therefore, due to the fact that most of the study area had salinity and alkalinity limitations, to increase production and create a sustainable agricultural system, land improvement operations are necessary.

Keywords: Qualitative land suitability, Quantitative land suitability, Land characteristics, Wheat yield

¹ Corresponding author: Soil and Water Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran