ارزیابی تناسب اراضی برای کشت گندم در دشت‌های آبی ایران

میرناصر نویدی[1]، جواد سیدمحمدی، سیدعلیرضا سیدجلالی، علی زین الدینی، اصغر فرج نیا، غلامرضا زارعیان، نورایر تومانیان، شاهرخ فاتحی، مهناز اسکندری و بهاره دلسوز

استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، اموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ **n.navidi@areeo.ac.ir**

استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، اموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ **j.mohammadi@areeo.ac.ir**

استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، اموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ **ajalali@areeo.ac.ir**

دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، اموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ **a.zeinadini@areeo.ac.ir**

مربی پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران؛ **farajnia1966@yahoo.com**

استادیار پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زرقان، ایران؛ **gh.zareian@areeo.ac.ir**

دانشیار پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران؛ **norairtoomanian@gmail.com**

استادیار پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران؛ **sh.fatehi@areeo.ac.ir**

استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، اموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ **mahnazskandari@yahoo.com**

محقق موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، اموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ **b_delsooz@yahoo.com**

ص: **127- 145**

دریافت: **1401/2/28** و پذیرش: **1401/6/6**

چکیده

مطالعات برای تناسب اراضی کشور پراکنده بوده و تعداد کمی از آن‌ها به‌طور خاص با تمرکز بر تجزیه و تحلیل مناسب بودن اراضی برای کشاورزی انجام شده است، اما اغلب مطالعات مزبور به صورت محلی بوده و تاکنون مطالعات جامعی در سطح کشور انجام نشده است. تعیین تناسب اراضی کشاورزی برای تولید محصولات زراعی یکی از ابزارهای مهم برای بهره‌برداری بهینه از منابع خاک است. برای این منظور با تجمیع، آماده‌سازی و رقومی‌سازی مطالعات خاک و طبقه‌بندی اراضی در سطح کشور و با توجه به تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های کاربری و در نظر گرفتن پهنه‌های زراعی-اقلیمی، واحدهای خاک در دشت‌های آبی در سراسر کشور با هدف تعیین توان اراضی برای کشت آبی گندم مشخص شد. سپس با وارد کردن داده‌های اقلیمی، خاک، و پستی و بلندی در نرم‌افزار تهیه شده بر پایه روش فائو و پارامتریک ریشه دوم، کلیه واحدهای خاک واقع در دشتهای آبی کشور برای کشت گندم آبی مورد ارزیابی تناسب اراضی قرار گرفت. نتایج نشان داد که 1/4 میلیون هکتار از اراضی مزبور در کلاس مناسب (S1)، 2/08 میلیون هکتار دارای کلاس نسبتاً مناسب (S2)، 1/4 میلیون هکتار دارای کلاس تناسب کم (S3)، و 524 هزار هکتار اراضی دارای کلاس نامناسب در حال حاضر (N1) و 503 هزار هکتار از اراضی نامناسب دائمی (N2) می‌باشند. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که تفکیک کلاس‌های تناسب اراضی دارای دقت قابل قبول می‌باشد. عمده‌ترین ویژگی‌های محدودکننده تناسب اراضی ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند بافت، و نیز شوری و قلیائیت، شیب، زهکشی و در برخی مناطق ویژگی‌های اقلیمی می‌باشد. با توجه به نقشه جامع تناسب اراضی و به‌کارگیری نتایج به‌دست آمده، با مدیریت و بهره‌برداری درست از اراضی زیر کشت آبی در سطح کشور، حفظ منابع اراضی به‌ویژه خاک و استفاده پایدار را به دنبال خواهد داشت. ضمناً نتایج فوق، لایه اطلاعاتی مبنایی است که همراه با داده‌های دیگر از جمله آمار اقتصادی برای تدوین الگوی کشت مناسب مورد نیاز می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: توان اراضی ، گندم آبی، محدودیت‌های اراضی.

---

[1] نویسنده مسئول، آدرس: کرج، میدان استاندارد، جاده مشکین دشت، بعد از رزکان نو، بلوار امام خمینی (ره)، موسسه تحقیقات خاک و آب، بخش تحقیقات ارزیابی اراضی

مقدمه

امنیت غذایی و اراضی کشاورزی تحت تأثیر فشار عظیمی از رشد جمعیت، تغییرات زیست‌محیطی جهانی شامل تغییر اقلیم، تخریب اراضی و تسریع شهرنشینی قرار گرفته و در حال حاضر این موضوع به یک نگرانی جهانی تبدیل شده است (مکنزی و ویلیامز، 2015؛ صفوان و همکاران، 2022). پیش‌بینی شده است تا سال 2050 برای تغذیه حدود 10 میلیارد نفر جمعیت جهان، افزایش 50 تا 100 درصدی تولید مواد غذایی مورد نیاز است (گرلند و همکاران، 2014). اما پیش‌بینی می‌شودکه در بهترین حالت حدود 25 تا 70 درصد این موضوع تحقق یابد (تیلمن و همکاران، 2011). عدم تعادل بین عرضه مواد غذایی و رشد جمعیت در بسیاری از کشورهای جهان به‌ویژه در آفریقا و خاورمیانه بسیار جدی است (کومو و همکاران، 2017). با توجه به شیوه‌های فعلی کشاورزی، حدود یک میلیارد هکتار اراضی، به‌منظور برآورد تقاضای تخمینی مواد غذایی تا سال 2050 بایستی موجود باشد (تیلمن و همکاران، 2011). از طرف دیگر، با توجه به افزایش جمعیت و محدود بودن اراضی قابل کشت، افزایش سطح زیر کشت به‌طور قابل ملاحظه امکان‌پذیر نیست (گاشاو و همکاران، 2018؛ مینتا و همکاران، 2018). بنابراین افزایش مقدار عملکرد در واحد سطح اراضی قابل کشت باید برنامه‌ریزی شود و گام‌های رسیدن به این هدف بایستی به درستی مدیریت شود (سیدمحمدی و همکاران، 2019a).

لذا ضروری است که به سرعت سامانه‌های کشاورزی نوین و مناسب نه تنها برای تغذیه جمعیت رو به رشد بلکه برای کاهش تأثیرات مخرب زیست‌محیطی ایجاد شود (اسمیت، 2013؛ روتولو و همکاران، 2015؛ آکپوتی و همکاران، 2019). برای توسعه پایدار کشاورزی و رسیدن به امنیت غذایی فعلی و آینده از طریق استفاده کارآمد از منابع اراضی، تحقق اصولی و صحیح افزایش عملکرد در واحد سطح، ارزیابی قابلیت و تناسب اراضی با رویکردهای مکانی مبتنی بر تحلیل و بهینه‌سازی با مدیریت قوی و کارآمد اراضی کشاورزی ضروری است (مونتگومری و همکاران، 2016؛ بونفانته و همکاران، 2018؛ عبدالله و همکاران، 2019؛ سیدمحمدی و نویدی، 2022).

تجزیه و تحلیل تناسب اراضی با در نظر گرفتن عواملی همانند آب و هوا، خاک، کاربری اراضی و پستی و بلندی برای شناخت ظرفیت ذاتی اراضی و انواع محدودیت‌های آن به منظور طراحی کاربری خاص همانند کشت محصول معین انجام می‌شود و یکی از فرآیندهای مهم برنامه‌ریزی کاربری اراضی بوده و یک شرط ضروری برای دستیابی به استفاده بهینه از منابع اراضی موجود است (پرتی و بهاروچا، 2014؛ آکپوتی و همکاران، 2019؛ مظاهره و همکاران، 2019؛ سیدمحمدی و همکاران، 2019b؛ پیله‌ور و همکاران، 2020؛ صفوان و همکاران، 2022).

طبقه‌بندی علمی و اصولی منابع اراضی برای کشاورزی در تصمیم‌گیری انتخاب مناسب کاربری اراضی راهبردی، مورد نیاز است (نیجبروک و اندلمان، 2016). تاکنون مطالعات متعددی با مقیاس کوچک و با وسعت کم در سطح کشور به اجرا گذارده شده است. از جمله این مطالعات می‌توان به کارهای بامری و همکاران (1382) که محدوده‌ای با وسعت 10337 هکتار در منطقه ایرانشهر را برای کشت آبی گندم مطالعه نموده‌اند یا باقرزاده و همکاران (1391) که حدود 3828 کیلومترمربع از اراضی دشت نیشابور را برای کشت گندم مطالعه کرده‌اند، یا سیدمحمدی و همکاران (1396) که اراضی به وسعت 12000 هکتار را در دشت مغان و صفری و همکاران (1396) که اراضی کشاورزی واقع در دشت زنجان را به مساحت 7000 هکتار برای کشت آبی محصول گندم انجام داده‌اند، اشاره کرد. بنابراین، تجزیه و تحلیل تناسب اراضی کشاورزی برای دستیابی به استفاده بهینه از اراضی با هدف بهره‌وری پایدار از منابع اراضی در برنامه‌های توسعه‌ای کشور اعم از کشاورزی و عمرانی بسیار مهم و

ضروری بوده و برای نیل به این هدف، در این مطالعه اراضی کشاورزی تحت کشت آبی در دشت‌های آبی کشور با روش پارامتریک ریشه دوم برای کشت آبی محصول راهبردی و غله پرمصرف گندم[1] مورد ارزیابی تناسب اراضی قرار گرفت تا همزمان با شناسایی توانایی اراضی، محدودیت‌های آن‌ها نیز در سراسر کشور مشخص و راهکارهای مناسب برای مدیریت آن‌ها در راستای افزایش عملکرد با حفظ منابع خاک و اراضی ارائه شود. امید است نتایج این مطالعه بتواند به پیشرفت سامانه استفاده از اراضی کشاورزی موجود، برای برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه اراضی از طریق کشاورزی پایدار و حفاظت از منابع خاک و آب کمک نماید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه شامل اراضی واقع شده در دشت‌های آبی سطح کشور به وسعت حدود 6 میلیون هکتار می‌باشد. اقلیم محدوده مطالعاتی شامل پهنه‌های مختلف اقلیمی از گرم و خشک تا سرد و مرطوب را در بر می‌گیرد.

مراحل پژوهش

به منظور تعیین تناسب اراضی برای کشت گندم در دشت‌های آبی کشور، فرآیند تجمیع، آماده‌سازی، رقومی‌سازی مطالعات خاک‌شناسی و طبقه‌بندی اراضی، محاسبه مقادیر شاخص اراضی و تعیین کلاس‌های تناسب در واحدهای خاک طی مراحل زیر انجام شد:

جمع‌آوری مستندات

گزارش‌های مطالعات خاکشناسی انجام شده در سطح کشور جمع‌آوری شد. سپس مشخصات کلی مطالعات مانند سال انجام، دقت مطالعه، مقیاس نقشه‌ها، نوع نقشه‌های تفسیری، مساحت مطالعه، سامانه طبقه‌بندی خاک و هم‌چنین کیفیت نقشه‌ها از نظر مرجع مکانی (داشتن مختصات جغرافیایی) و سایر موارد تعیین شدند تا به‌عنوان فراداده[2] مورد استفاده قرار گیرند. در هر مطالعه، کیفیت و کمیت محتویات گزارش مطالعات از جمله وجود اطلاعات پایه مورد نیاز طرح تناسب اراضی شامل مشخصات ریخت‌شناسی[3] و جدول تجزیه‌های آزمایشگاهی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی افق‌های خاک سری‌های شاهد بررسی و قابلیت بکارگیری آن‌ها در فرآیند ارزیابی تناسب اراضی مورد بررسی قرار گرفت.

رقومی‌سازی اطلاعات و پردازش داده‌ها

نقشه‌های خاک و طبقه‌بندی کاغذی اسکن شده، سپس زمین‌مرجع کردن نقشه‌های دارای مبنای پستی و بلندی، نقشه‌های دارای مختصات و بدون پایه پستی و بلندی و نقشه‌های بدون مختصات جغرافیایی صورت پذیرفت. یکپارچه‌سازی لایه‌های واحدهای خاک و اندکس نقشه‌های پستی و بلندی برای هر منطقه مطالعاتی انجام شده و در نهایت، عملیات هم‌پوشانی کناره‌ای، پالایش و آماده‌سازی نقشه‌ها برای پردازش در محیط نرم‌افزار آرک جی آی اس صورت پذیرفت. داده‌های توصیفی شامل ویژگی‌های ریخت‌شناسی خاک‌ها و نتایج مشاهدات میدانی و تجزیه‌های آزمایشگاهی خاک‌رخ‌های شاهد مانند بافت و ساختمان، سنگ‌ریزه، عمق خاک، آهک، گچ، شوری و قلیائیت و شیب اراضی در محیط نرم‌افزارهای متنی ذخیره و ثبت شد. سپس این داده‌ها به داده‌های مکانی مرتبط خود در محیط جی آی اس ملحق شدند. بدین ترتیب پایگاه داده خاک تهیه شده و به هر یک از واحدهای نقشه نیز براساس استان، شماره گزارش، واحد خاک و شماره خاک‌رخ شاهد یک کد یکتا تعلق گرفت، به گونه‌ای که بتوانند با نتایج تناسب اراضی مرتبط شوند.

کنترل کیفی مطالعات رقومی‌شده

به منظور کنترل کیفی مطالعات، مرزهای نقشه توسط تصاویر گوگل‌ارث صحت‌سنجی شد و اصلاحات

---

1. Triticum aestivum L.

2. Meta data

3. Morphology

مورد نیاز صورت پذیرفت. هم‌چنین منابع خطا، مانند خطاهای تکنیکی و فردی در رقومی‌سازی مورد بررسی قرار گرفت. خطای تکنیکی مربوط به خطای عکس‌های هوایی به‌عنوان لایه پایه مطالعات خاک‌شناسی (موزائیک عکس‌های هوایی) است. خطاهای فردی نیز ناشی از اشتباه خاکشناس در ترسیم مرز خاک‌ها بر روی نقشه تفسیری اولیه و هم‌چنین نقشه نهایی است که پس از مرحله مطالعات میدانی انجام می‌شود. هم‌چنین خطاهای رقومی‌سازی نیز ناشی از انجام این فرآیند بود که غالباً در مراحل مختلف رقومی‌سازی از کپی نقشه‌های اصلی، خطای زمین‌مرجع و خطای ترسیم مرزهای واحدهای نقشه خاک ناشی می‌گردید. با رفع و اصلاح منابع خطا و اشتباه، نقشه‌های رقومی تهیه شده از کیفیت مناسبی برخوردار و برای انجام مطالعه مهیا شدند (جمشیدی، 1398).

تهیه لایه اراضی هدف و اجرای فرآیند تناسب اراضی

پس از تهیه لایه اراضی تحت کشت آبی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست 2014، تصاویر ماهواره مودیس 2015، نقشه کاربری اراضی تهیه شده توسط مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی با عنوان سیمای آبخیزها در سال 1382 با مقیاس ۱:۲۵۰،۰۰۰ و لایه پوششی کشوری کاربری اراضی با مقیاس 1:25000 توسط سازمان نقشه‌برداری کشور، در محیط جی آی اس با لایه رقومی محدوده دارای مطالعات خاک و طبقه‌بندی اراضی تلفیق شدند. با این کار لایه واحدهای خاک برای ارزیابی تناسب اراضی مشخص شد. این لایه حدود 6 میلیون هکتار از اراضی قابل کشت را شامل شد. وضعیت اقلیم ایران چه به‌صورت منطقه‌ای و چه به‌صورت ملّی با روش‌های متعددی، مورد بررسی قرار گرفته است که اغلبشان به‌دلیل کم بودن تعداد ایستگاه‌های هواشناسی در سطح کشور و عدم توزیع مناسب ارتفاعی و مکانی و استفاده از داده‌های محیطی نامناسب و بکارگیری قالب‌های[1] ریاضی ناکارآمد در مقیاس ملّی بر شرایط پستی و بلندی و پیچیدگی‌های اقلیمی اراضی کشور منطبق نیستند. بنابراین نمی‌توانند مبنای مناسبی برای مطالعات دیگر باشند. با این وجود نقشه پهنه‌بندی زراعی-اقلیمی[2] یونسکو به‌دلیل برخی مزیت‌ها مانند تبعیت پلی‌گون‌ها از روند تغییرات مکانی پستی و بلندی ایران، استفاده از متغیرهای اقلیمی و محیطی افزون‌تر در قالب‌سازی، لحاظ کردن تغییرات ارتفاعی نقطه‌ای و پیوسته و تطابق افزون‌تر کلاس‌های تعریف شده با اقلیم مناطق مختلف، مبنای کلاس‌های اقلیمی قرار گرفت. پس از هم‌پوشانی لایه خاک با نقشه پهنه‌بندی زراعی- اقلیمی، مشخص شد که برای هر یک از واحدهای خاک و ایستگاه هواشناسی کشاورزی[3] مربوطه کدام پهنه زراعی-اقلیمی باید استفاده شود. هم‌چنین زمان‌بندی ظهور مراحل رشد و نمو متأثر از شرایط اقلیمی[4] محصول گندم در نقاط مختلف کشور با همکاری کارشناسان مراکز تحقیقات و سازمان‌های جهادکشاورزی با نهایت دقت و حساسیت بر مبنای پهنه‌های زراعی-اقلیمی تهیه شد. با انجام فرآیندهای ذکر شده، 11386 واحد خاک در دشت‌های آبی کشور مرزبندی گردید. سرانجام برای تعیین شاخص اراضی در واحدهای خاک، ویژگی‌های آب و هوائی شامل درجه حرارت، رطوبت‌نسبی و تابش خورشید، ویژگی‌های خاک و زمین‌نما برای کشت آبی گندم با روش پارامتریک ریشه دوم با استفاده از نرم‌افزار ارزیابی تناسب اراضی تهیه شده در مؤسسه تحقیقات خاک و آب و با توجه به جدول‌های نیازمندی‌های محصول گندم (جدول‌های 1 و 2) مورد ارزیابی قرار گرفت.

[1] Models

[2] Agro-Climatic Zones (ACZ)

[3] Synoptic station

[4] Phenology period

جدول 1- نیازمندی‌های خاک و زمین‌نما برای کشت آبی گندم (سیدجلالی و همکاران، 2019)

		کلاس، سطح محدودیت و مقیاس درجه‌بندی					
کلاس تناسب		S1		S2	S3	N1	N2
سطح محدودیت		0	1	2	3		4
درجه‌بندی		100	95	85	60	40	25 0
پستی و بلندی							
شیب (%)		1-0	2-1	5-2	8-5	>8	
خیسی							
سیل‌گیری		F0	-	F1	F2	-	F3+
زهکشی	خاک‌های متوسط و سنگین	خوب	متوسط	ناقص	ضعیف و تهویه‌دار	ضعیف اما قابل زهکشی	ضعیف غیرقابل زهکشی
	خاک‌های سبک	ناقص	متوسط	خوب	ضعیف و تهویه‌دار	ضعیف اما قابل زهکشی	ضعیف غیرقابل زهکشی
ویژگی‌های فیزیکی خاک							
بافت/ساختمان		C<60s, SiC, Co, Si, SiL, CL, SiCL, SiCs	C<60v, SC, C>60s, L	C>60v, SCL	SL, LfS, LS		Cm, SiCm, LcS, fS, cS, S
ذرات درشت (درصد حجمی)		3-0	15-3	35-15	75-35		>75
عمق خاک (سانتی‌متر)		>90	50-90	20-50	10-20		<10
آهک (%)	اولیه	20-3	40-20	60-40	70-60		>70
	ثانویه	20-3	30-20	40-30	60-40		>60
گچ (%)		10-0	25-10	40-25	50-40		>50
ویژگی‌های حاصلخیزی خاک							
ACEC (cmol(+)/kg clay)		24<	16-24	<16(-)	<16(+)		
اشباع بازی (%)		80<	50-80	35-50	<35		
مجموع کاتیون‌های بازی		8<	5-8	3/5-5	2-3/5	<2	
واکنش خاک(H2O)		6/5-7	6-6/5	5/6-6	5/2-5/6	<5/2	
		7/5-7	8/2-7/5	8/3-8/2	8/5-8/3		>8/5
کربن‌آلی (%)		>1/5	0/8-1/5	<0/8			
شوری و قلیائیت							
شوری (dS/m)		6-0	9-6	13-9	18-13	>18	
سدیم تبادلی (%)		15-**0**	20-15	35-20	45-35	>45	

جدول 2- نیازمندی‌های اقلیمی برای کشت آبی گندم (سیدجلالی و همکاران، 2019)

	کلاس، سطح محدودیت و مقیاس درجه‌بندی					
کلاس تناسب	S1		S2	S3	N1	N2
سطح محدودیت	0	1	2	3		4
درجه‌بندی	100	95	85	60	40	25 0
متوسط دما در چرخه رشد (°C)	20-18	23-20	25-23	30-25	-	>30
	15-18	12-15	10-12	10-12	-	<8
متوسط دما در مرحله رویشی (°C)	8-10	4/9-8	4-4/9	2-4	-	<2
	12-10	18-12	24-18	28-24	-	>28
متوسط دما در مرحله گل‌دهی (°C)	14-18	12-14	10-12	8-10	-	<8
	22-18	26-22	32-26	36-32	-	>36
متوسط دما در مرحله رسیدگی (°C)	16-20	14-16	12-14	10-12	-	<10
	24-20	30-24	36-30	42-36	-	>42
متوسط حداقل همراه با متوسط حداکثر دمای دمای روزانه سردترین ماه (°C)	اگر کمتر از 8 و کمتر از 21	-	اگر بیشتر از 8 و کمتر از 21	اگر بین 8 تا 19 و بیشتر از 21	-	-

نتایج و بحث

توصیف ویژگی‌های خاک و زمین‌نما

برای ارزیابی تناسب اراضی به‌منظور کشت آبی گندم در اراضی دشت‌های آبی کشور، ویژگی‌های دارای محدودیت، شامل شیب، سیل‌گیری، زهکشی، بافت (بافت، عمق خاک و مقدار سنگ‌ریزه)، آهک، گچ، واکنش خاک، هدایت الکتریکی، درصد سدیم تبادلی و اقلیم انتخاب شدند. مقادیر ویژگی‌های خاک و زمین‌نما برای 11386 واحد خاک به وسعت حدود 6 میلیون هکتار که در دشت‌های آبی کشور قرار گرفته‌اند، با اعمال ضرایب وزنی عمق خاک استخراج گردید. مقدار درصد شیب غالباً بین صفر تا 5/5 درصد بوده و دارای میانگین 2/48 درصد است. 94/52 درصد از واحدهای خاک (10762 واحد) از نظر خطر سیل‌گیری بدون محدودیت بود، در 3/95 درصد از واحدها (450 واحد) دارای محدودیت کم، 1/41 درصد از واحدها (160 واحد) دارای محدودیت متوسط و 0/12 واحدهای خاک (14 واحد) دارای محدودیت خیلی زیاد خطر سیل‌گیری بودند. در مورد وضعیت زهکشی خاک‌های مورد بررسی قابل ذکر است که 8646 واحد دارای زهکشی خوب، 1409 واحد زهکشی متوسط، 1063 واحد دارای زهکشی ناقص، 103 واحد دارای زهکشی ضعیف با تهویه، 82 واحد دارای زهکشی ضعیف اما قابل اصلاح و 84 واحد زهکشی ضعیف غیرقابل اصلاح دارند. واحدهای خاک مورد مطالعه همه کلاس‌های بافتی مشاهده شد. کمینه[1] مقدار آهک خاک‌های مورد بررسی صفر و بیشینه[2] 81/8 درصد با میانگین 26/32 درصد می‌باشد. مقدار کمینه گچ در خاک‌های مورد بررسی صفر و مقدار بیشینه آن 80 درصد بود که متوسط مقدار آن 1/18 درصد محاسبه شد. واکنش خاک از 4/94 تا 12 متغیر بود و متوسط آن 7/8 می‌باشد. در مورد شوری خاک مقدار کمینه صفر و بیشینه 188 دسی‌زیمنس بر متر بود. میانگین هدایت الکتریکی در خاک‌های مورد بررسی 7/03 دسی‌زیمنس بر متر تعیین شد. درصد سدیم تبادلی در خاک‌های مورد بررسی دارای مقدار کمینه صفر و بیشینه 100 بود. متوسط مقدار آن 7/72 درصد محاسبه شد. از نظر اقلیمی واحدهای خاک مورد بررسی در پهنه‌های اقلیمی متفاوت قرار داشتند و محصول گندم آبی نیز از نظر اقلیمی در شرایط اقلیمی متفاوت مورد کشت قرار می‌گیرد.

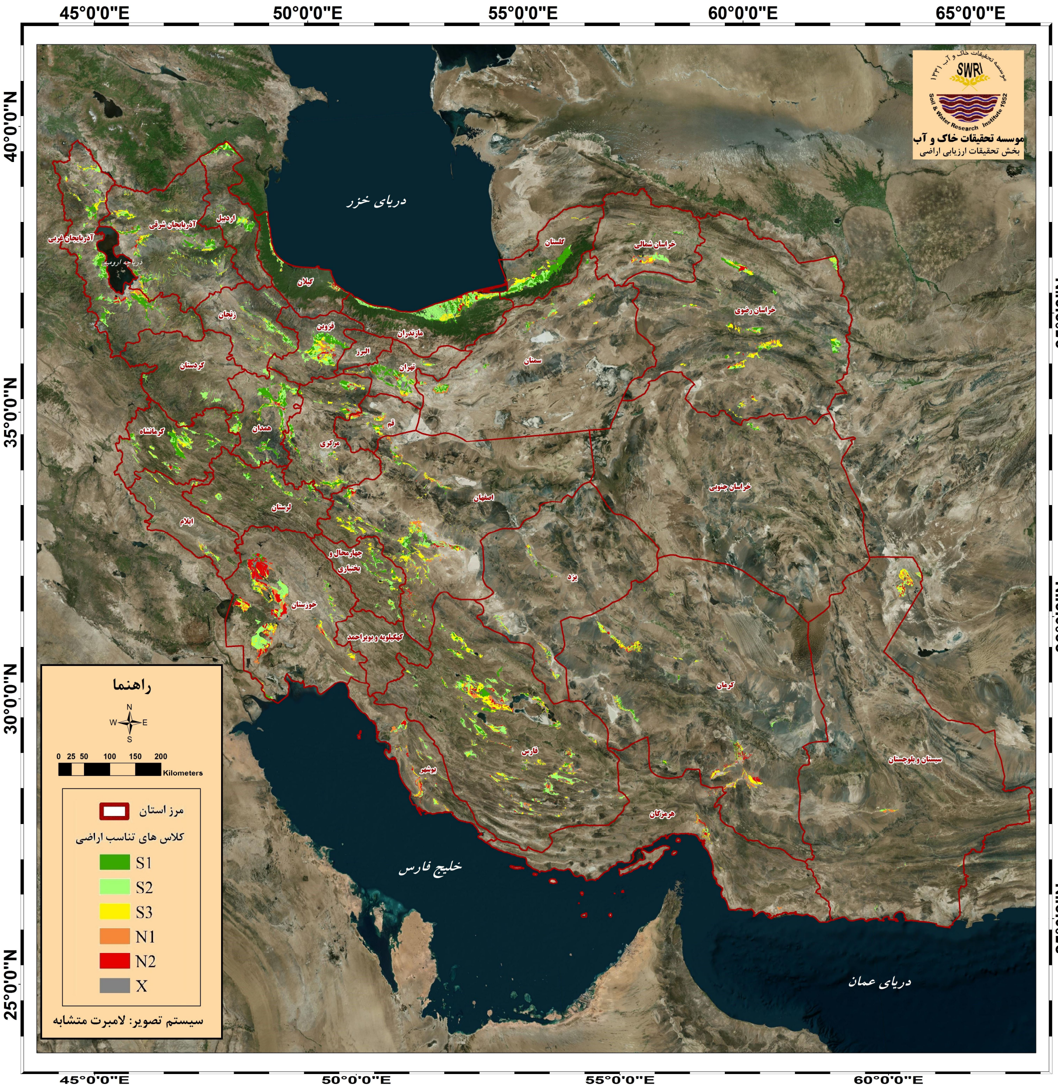
تناسب اراضی و عوامل محدودکننده

مقادیر ویژگی‌های خاک، زمین‌نما و اقلیم با استفاده از جدول‌های 1 و 2 به درجه تبدیل شد، سپس شاخص تناسب اراضی در همه واحدهای خاک مورد بررسی، محاسبه گردید. پس از انجام محاسبات ارزیابی تناسب اراضی، کلاس تناسب اراضی در واحدهای نقشه تعیین شد. در شکل 1 توزیع کلاس‌های تناسب اراضی برای کشت آبی گندم در دشت‌های آبی کشور ارائه شده است. نتایج نشان داد که 220,419,1 هکتار از اراضی مورد بررسی در سطح کشور در کلاس مناسب (S1)، 2,084,868 هکتار از اراضی تحت کشت آبی دارای کلاس نسبتاً مناسب (S2)، 1,395,618 هکتار دارای کلاس تناسب کم یا بحرانی (S3)، اراضی به مساحت 524,531 هکتار دارای کلاس نامناسب در حال حاضر (N1) و 503,199 هکتار از اراضی مورد مطالعه نامناسب دائمی (N2) برای کشت آبی گندم هستند (شکل 2). وسعت اراضی کلاس‌های مختلف تناسب اراضی و عوامل غالب محدودکننده به تفکیک استان‌ها در جدول 3 ارائه شده است.

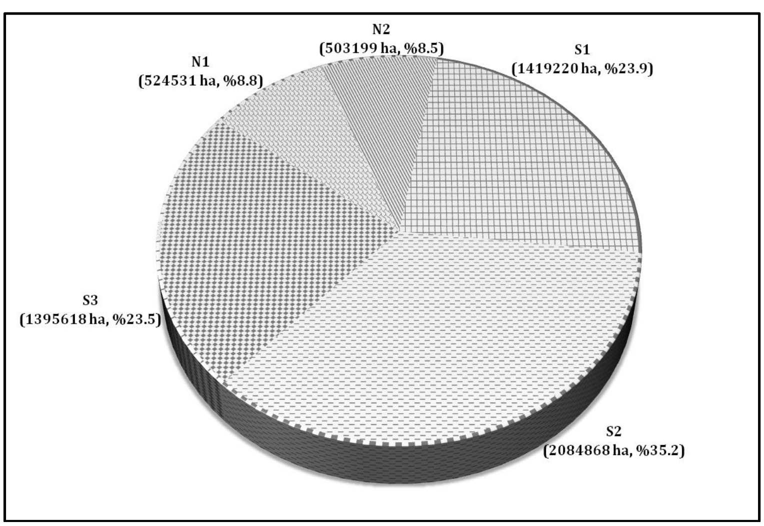
---

[1] Minimum

[2] Maximum



شکل 1- نقشه ارزیابی تناسب اراضی برای کشت آبی گندم در سطح دشت‌های آبی کشور



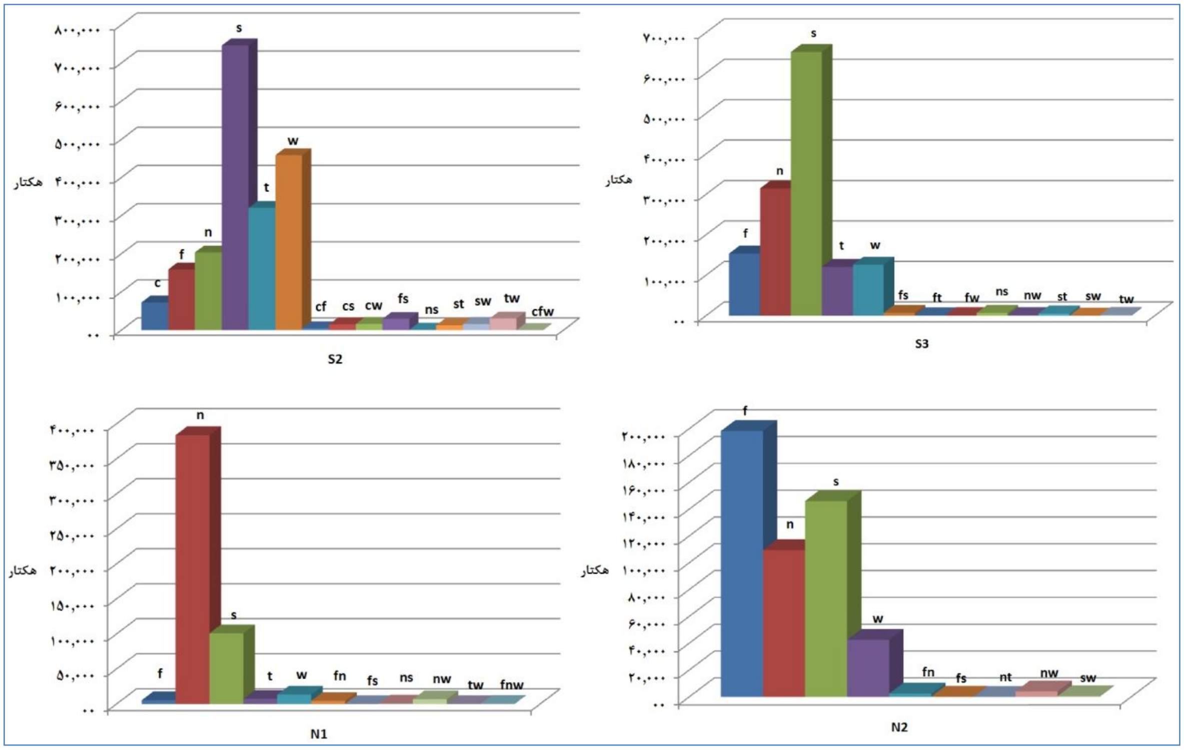
شکل 2- درصد و مساحت کلاس‌های تناسب اراضی برای کشت آبی گندم

جدول 3- وسعت اراضی قرار گرفته در کلاس‌های تناسب اراضی و عوامل محدودکننده به تفکیک استان

استان	کلاس تناسب	وسعت (هکتار)	عوامل محدودکننده غالب
	S1	92961/3	-
	S2	90456	شیب، عمق، ذرات درشت، بافت و زهکشی
آذربایجان‌شرقی	S3	92496/4	بافت، شیب و شوری یا قلیائیت
	N1	21423	شوری و قلیائیت
	N2	8773/5	شوری و قلیائیت
	S1	143503/7	-
	S2	123314/1	بافت، عمق، سنگریزه، آهک، زهکشی، شیب، شوری و قلیائیت
آذربایجان‌غربی	S3	63553/6	بافت، عمق، ذرات درشت، آهک، زهکشی، شیب، شوری و قلیائیت، واکنش خاک
	N1	25102/3	شوری و قلیائیت
	N2	18008/4	اسیدیته خاک
	S1	47184	-
	S2	48862/5	زهکشی، شیب، شوری و قلیائیت و بافت
اردبیل	S3	15007/7	شوری و قلیائیت، بافت، عمق، ذرات درشت و آهک
	N1	531/4	شیب و بافت
	N2	1248/6	واکنش خاک
	S1	80015/6	-
	S2	39012/9	شیب، بافت، زهکشی و واکنش خاک
تهران	S3	24838/3	شوری و قلیائیت، بافت و واکنش خاک
	N1	9157/2	بافت، عمق و زهکشی
	N2	4210/7	واکنش خاک
	S1	3448/2	-
	S2	32339/8	واکنش خاک، بافت، عمق و شیب
خراسان شمالی	S3	13762/1	شوری و قلیائیت، بافت، عمق و آهک
	N1	16987	شوری و قلیائیت، بافت، عمق و آهک
	N2	3330/5	بافت، آهک، عمق و شوری و قلیائیت
	S1	66704	-
	S2	78303/1	بافت، شیب و شوری و قلیائیت
خراسان رضوی	S3	101316	بافت، واکنش خاک، شوری و قلیائیت
	N1	24270/6	بافت، ذرات درشت، شوری و قلیائیت
	N2	15065/1	واکنش خاک، بافت و شوری و قلیائیت
	S1	29785/4	-
	S2	192641/8	بافت، آهک، زهکشی، سیل‌گیری، شیب
خوزستان	S3	103026/9	بافت، آهک، شوری و قلیائیت، زهکشی، سیل‌گیری و واکنش خاک
	N1	94579/9	شوری و قلیائیت، زهکشی و بافت
	N2	195938/2	واکنش خاک، شوری و قلیائیت، بافت، زهکشی
	S1	17723/6	-
	S2	94029/4	شیب، بافت، واکنش خاک و زهکشی
زنجان	S3	23963/3	شیب، بافت و زهکشی
	N1	4871/1	بافت، عمق و شیب
	N2	144/9	شیب و شوری و قلیائیت
	S1	115440/8	-
	S2	274293/7	بافت، آهک، شوری و سیل‌گیری
فارس	S3	215902/9	بافت، آهک، ذرات درشت، سیل‌گیری، شوری و قلیائیت و واکنش خاک
	N1	72898/7	شوری و قلیائیت، بافت، آهک
	N2	53638/7	بافت، آهک، شوری و قلیائیت
قزوین	S1	73305/1	-

	S2	96827/5	واکنش خاک، بافت، آهک، زهکشی، شوری و قلیائیت و شیب
	S3	53582/9	واکنش خاک، شوری و قلیائیت، بافت، آهک، عمق، ذرات درشت و زهکشی
	N1	17949/6	شوری و قلیائیت و زهکشی
	N2	10591/5	شوری و قلیائیت و زهکشی
کرمان	S1	20657/8	-
	S2	41864/2	بافت، آهک، عمق، شوری و قلیائیت و واکنش خاک
	S3	97456/8	شوری و قلیائیت، واکنش خاک، بافت، عمق، آهک و ذرات درشت
	N1	26770/6	شوری و قلیائیت، بافت، آهک، عمق خاک
	N2	43087/5	بافت، آهک، عمق، واکنش خاک و شوری و قلیائیت
کرمانشاه	S1	87417/3	-
	S2	93447/6	شیب، بافت، عمق و واکنش خاک
	S3	39528/1	شیب، بافت، شوری و زهکشی
	N1	51/9	شیب، بافت، آهک
	N2	4511/3	واکنش خاک و زهکشی
ایلام	S1	2565/1	-
	S2	27584/1	بافت، آهک، عمق و زهکشی
	S3	18029/1	بافت، آهک، عمق، شوری و قلیائیت و زهکشی
	N1	4689/8	شوری و قلیائیت و بافت
	N2	2590	بافت، آهک و شوری و قلیائیت
چهارمحال و بختیاری	S1	33430/6	-
	S2	48922/2	بافت، آهک، عمق، شیب و زهکشی
	S3	31596/8	بافت، آهک، عمق و شیب
	N1	2867/2	بافت، شوری و قلیائیت و شیب
	N2	1251/1	بافت، عمق و ذرات درشت
لرستان	S1	36827/2	-
	S2	41147	بافت، عمق، آهک، شیب و زهکشی
	S3	18881/2	بافت، عمق، آهک، شیب و زهکشی
	N1	1445/2	بافت و شیب
	N2	177/6	بافت و ذرات درشت و آهک
همدان	S1	141743/4	-
	S2	96828/9	شیب، واکنش خاک، شوری و قلیائیت و زهکشی
	S3	32867/4	بافت، عمق، آهک، شیب و واکنش خاک
	N1	7860/9	شوری و قلیائیت و زهکشی
	N2	10448/9	واکنش خاک و زهکشی
مازندران	S1	68494/2	-
	S2	195833/1	زهکشی، بافت، عمق و واکنش خاک
	S3	69229/5	بافت، عمق، شوری و قلیائیت و زهکشی
	N1	5345/8	بافت و واکنش خاک
	N2	16405/3	زهکشی و بافت
گلستان	S1	149289/6	-
	S2	70930/3	زهکشی، شیب و شوری و قلیائیت
	S3	39653/6	شوری و قلیائیت و زهکشی
	N1	3814/2	شوری و قلیائیت
	N2	1834/2	زهکشی و شوری و قلیائیت
هرمزگان	S1	-	-
	S2	5904/4	اقلیم و بافت
	S3	9905/1	بافت و شوری وقلیائیت
	N1	12630/7	شوری و قلیائیت و بافت
	N2	10994/1	واکنش خاک، زهکشی و بافت

بوشهر	S1	1099/5	-
	S2	32986/9	بافت، عمق و شوری و قلیائیت
	S3	18814/1	شوری و قلیائیت و بافت
	N1	30670/7	شوری و قلیائیت و بافت
	N2	18052/2	بافت، عمق و واکنش خاک
اصفهان	S1	77633/5	-
	S2	122316/9	بافت، آهک، شوری و قلیائیت، شیب، واکنش خاک و زهکشی
	S3	161015/4	بافت، عمق، ذرات درشت و شوری و قلیائیت
	N1	62409/5	شوری و قلیائیت، بافت، عمق، آهک و شیب
	N2	31124/6	واکنش خاک، بافت، عمق و آهک
مرکزی	S1	75324/6	-
	S2	49234/8	بافت، آهک، عمق، شیب، شوری و قلیائیت و واکنش خاک
	S3	52169	بافت، آهک، عمق، شوری و قلیائیت، شیب و زهکشی
	N1	6391/7	شوری و قلیائیت
	N2	14245/1	واکنش خاک، شوری و قلیائیت و بافت
سمنان	S1	32018/1	-
	S2	38574/9	شوری و قلیائیت، بافت، آهک، واکنش خاک
	S3	17324	بافت، عمق، آهک، شوری و قلیائیت و شیب
	N1	24599	شوری و قلیائیت و بافت و آهک
	N2	4100/9	شوری و قلیائیت و واکنش خاک
یزد	S1	4512/9	-
	S2	18874/1	بافت، آهک، عمق، واکنش خاک، اقلیم و شوری و قلیائیت
	S3	19752/3	شوری و قلیائیت، بافت، آهک، عمق و واکنش خاک
	N1	2395/1	شوری و قلیائیت
	N2	3473/7	واکنش خاک، شوری و قلیائیت، بافت و آهک
کردستان	S1	7158/7	-
	S2	35643/7	اقلیم، شیب، بافت، آهک و عمق
	S3	5253/7	شیب، بافت و شوری و قلیائیت
	N1	992	بافتف آهک و شوری و قلیائیت
	N2	359/4	زهکشی
قم	S1	8336/3	-
	S2	13756/7	بافت، عمق، آهک و شوری و قلیائیت
	S3	19942/8	بافت، عمق، آهک، زهکشی و شوری و قلیائیت
	N1	15593/3	شوری و قلیائیت و بافت
	N2	6333/7	شوری و قلیائیت
سیستان و بلوچستان	S1	815/5	-
	S2	36901/5	شوری و قلیائیت، بافت، اقلیم، واکنش خاک، زهکشی
	S3	26612/3	شوری و قلیائیت و بافت
	N1	24661/4	شوری و قلیائیت
	N2	13679/9	بافت و واکنش خاک



شکل 3- وسعت اراضی محدودشده با ویژگی‌های متفاوت در کلاس‌های مختلف تناسب اراضی (w: خطر زهکشی و سیل‌گیری، s: ویژگی‌های فیزیکی، n: شوری و قلیائیت، f: حاصلخیزی، t: پستی و بلندی و c: اقلیم)

با توجه به شکل 3 مشاهده می‌گردد که در کلاس نسبتاً مناسب (S2) افزون‌ترین وسعت اراضی دشت‌های آبی کشور برای کشت گندم با عوامل فیزیکی مختلف خاک نظیر بافت خاک، عمق خاک، درصد سنگ‌ریزه، مقدار آهک و گچ محدود شده‌اند. محدودکننده‌ترین عوامل افزون‌بر ویژگی‌های فیزیکی خاک در این کلاس تناسب برای کشت آبی گندم، به ترتیب از وسعت زیاد به کم شامل زهکشی، شیب، شوری و قلیائیت، واکنش خاک و اقلیم منطقه می‌باشد. محدودیت‌های اراضی دارای کلاس تناسب کم (S3) در دشت‌های آبی کشور برای کشت گندم به ترتیب ویژگی‌های فیزیکی خاک عمدتاً بافت و آهک خاک، شوری و قلیائیت، واکنش خاک، خطر سیل‌گیری و شیب می‌باشد. در کلاس تناسب N1، شوری و قلیائیت خاک و ویژگی‌های فیزیکی خاک از جمله بافت و گچ خاک افزون‌ترین وسعت اراضی واقع شده در این کلاس را محدود کرده‌اند. ویژگی‌های واکنش خاک و بافت خاک و در برخی واحدها مقدار گچ خاک، شوری و قلیائیت و زهکشی مهم‌ترین عوامل محدودکننده در اراضی دارای کلاس تناسب N2 است که وسعت زیادی از اراضی قرار گرفته در این کلاس را برای کشت آبی گندم محدود کرده‌اند. ویژگی‌های محدودکننده اقلیمی در اراضی مورد بررسی شامل متوسط دما در چرخه رشد[1] (شهرستان‌های زرقان، بیجار، قروه، تربت‌جام، نیشابور و رشت)، دوره گل‌دهی (سپیدان و شاهرود) و سبزینگی (جاسک، نیک‌شهر، کنارک و چابهار) می‌باشد. در سایر مناطق محدودیت اقلیمی برای رشد و توسعه محصول گندم در چرخه رشد وجود ندارد.

تحلیل آماری نتایج

برای بررسی دقت تفکیک کلاس‌های تناسب اراضی و اثرات ویژگی‌ها روی کلاس‌های تناسب، با توجه به مقادیر ویژگی‌های خاک، زمین‌نما و اقلیم در واحدهای خاک مورد مطالعه، تجزیه واریانس چندمتغیره[2] بین

---
[1] Growth cycle
[2] Multivariate analysis of variance (MANOVA)

کلاس‌های تناسب اراضی انجام شد. این آزمون چندمتغیره در تحقیقات متعددی برای بررسی دقت واحدهای نقشه خاک تفکیک شده (اسفندیارپور بروجنی و همکاران، 2010)، دقت تفکیک کلاس‌های حاصلخیزی در نقشه حاصلخیزی خاک (دواتگر و همکاران، 2012؛ تری‌پاتی و همکاران، 2015 و بیهرا و همکاران، 2018) و کلاس‌های تناسب اراضی تفکیک شده برای کشت آبی جو (سیدمحمدی و همکاران، 2019a) استفاده شده است. نتایج تجزیه واریانس چندمتغیره با توجه به آزمون لامبدای ویلکس[1] در سطح احتمال 95 درصد مشخص کرد که بین کلاس‌های تناسب اراضی با حدود اطمینان[2] کمتر از 0/0001 اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول 4). بنابراین با توجه به تجزیه آماری فوق و مقدار آماره آزمون، می‌توان گفت که تفکیک کلاس‌های تناسب به درستی انجام شده است. هم‌چنین همگنی مقادیر ویژگی‌های خاک و زمین‌نما در کلاس‌های تناسب اراضی با آزمون لِوِن[3] مورد بررسی قرار گرفت (جدول 5). نتایج نشان داد که مقادیر ویژگی‌ها بین کلاس‌های تناسب اراضی از نظر همگنی دارای اختلاف معنی‌دار بوده، بنابراین غیرهمگن هستند یعنی بین کلاس‌های تناسب اراضی از نظر مقادیر ویژگی‌های خاک و زمین‌نما تفاوت قابل ملاحظه‌ای وجود داشته که نشان‌دهنده دقیق بودن تفکیک کلاس‌ها از نظر آزمون لِوِن می‌باشد.

بررسی اثرات ویژگی‌های خاک، زمین‌نما و اقلیم روی کلاس‌های تناسب تفکیک شده برای کشت آبی گندم در سطح کشور نشان می‌دهد که همه ویژگی‌های مورد بررسی دارای اثرات معنی‌دار قاطع با احتمال بیش از 99 درصد بوده‌اند (جدول 6). برای تعیین مهم‌ترین مشخصه‌های مؤثر در تفکیک کلاس‌های تناسب اراضی مقایسه میانگین مقادیر مشخصه‌ها بین کلاس‌های تناسب با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار[4] در سطح احتمال 95 درصد انجام شد (جدول 7). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که میان ویژگی‌های مورد بررسی شیب، سیل‌گیری، زهکشی، بافت و واکنش خاک بین همه کلاس‌های تناسب اراضی دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند. شوری و قلیائیت خاک بین کلاس‌های S1 و S2 اختلافشان معنی‌دار نشده اما میان سایر کلاس‌های تناسب اراضی دارای اختلاف معنی‌دار بودند. با توجه به جدول 6 مشاهده می‌شود که مقادیر ویژگی‌های محدودکننده (دارای اثر منفی در کشت و توسعه محصول) شامل سیل‌گیری، زهکشی، بافت (بافت، ساختمان، عمق خاک و درصد سنگ‌ریزه)، آهک، گچ، واکنش خاک، شوری و قلیائیت خاک از کلاس S1 تا N2 افزایش داشته و درجه‌شان کاهش یافته است.

مقایسه مقادیر متوسط، کمینه و بیشینه درجات ویژگی‌ها در کلاس‌های مختلف تناسب اراضی نشان می‌دهد که در کلاس تناسب S2 شدت محدودکنندگی ویژگی‌ها به صورت شیب> بافت> آهک> واکنش خاک> زهکشی>اقلیم> سیل‌گیری> شوری> درصد سدیم تبادلی>گچ می‌باشد (جدول 8). با توجه به جدول 7 مهم‌ترین عامل محدودکننده کشت آبی گندم در کلاس تناسب S2 اول شیب اراضی و سپس بافت خاک می‌باشد. در کلاس تناسب S3 به صورت بافت> شیب> آهک> واکنش خاک> زهکشی> شوری> اقلیم> سیل‌گیری> درصد سدیم تبادلی> گچ، در کلاس تناسب N1 به‌صورت بافت> شوری> درصد سدیم تبادلی> شیب> آهک> واکنش> زهکشی> اقلیم>سیل‌گیری>گچ و در کلاس N2 ویژگی‌های محدودکننده به ترتیب شدت محدودیت شامل بافت>واکنش خاک>شوری>درصد سدیم تبادلی> آهک> زهکشی> شیب> اقلیم> سیل‌گیری> گچ می‌باشند. در کلاس‌های تناسب S3، N1 و N2 مهم‌ترین ویژگی محدودکننده بافت است.

1. Wilks' lambda
2. P-value
3. Levene test
4. Least significant difference (LSD)

جدول 4- نتایج تجزیه واریانس چند متغیره بین کلاس‌های تناسب اراضی (α=0/05)

آزمون	آماره	F	df_H	df_E	P-value
لامبدای ویلکس	0/251	473/5	40	43123	<0/0001

جدول 5- نتایج آزمون لِوِن برای بررسی واریانس خطای ویژگی‌ها بین کلاس‌های تناسب

ویژگی	F	df1	df2	P-value
شیب	514/6	4	11381	<0/0001
سیل‌گیری	553/3	4	11381	<0/0001
زهکشی	740/9	4	11381	<0/0001
بافت	3045	4	11381	<0/0001
آهک	186/9	4	11381	<0/0001
گچ	451/1	4	11381	<0/0001
واکنش خاک	369/3	4	11381	<0/0001
شوری	1054/2	4	11381	<0/0001
درصد سدیم تبادلی	2863/5	4	11381	<0/0001
اقلیم	28	4	11381	<0/0001

جدول 6- نتایج آزمون اثرات متغیرها در کلاس‌های تناسب

منبع	ویژگی	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P-value
کلاس تناسب	شیب	7962/5	4	1990/6	349/3	<0/0001
	سیل‌گیری	34386/3	4	8596/6	145/2	<0/0001
	زهکشی	176114/9	4	44028/7	313/3	<0/0001
	بافت	2008442/2	4	502110/5	1229/5	<0/0001
	آهک	99468/5	4	24867/1	83	<0/0001
	گچ	15468/9	4	3865/9	152/4	<0/0001
	واکنش خاک	166/5	4	41/6	296/6	<0/0001
	شوری	774552/8	4	193638/2	651/3	<0/0001
	درصد سدیم تبادلی	772532/2	4	193133	919/6	<0/0001
	اقلیم	1809/5	4	452/4	17/5	<0/0001

جدول 7– مقایسه میانگین مقادیر ویژگی‌های اراضی در کلاس‌های تناسب اراضی با آزمون LSD (α=0/05)

کلاس تناسب	شیب (%)	سیل‌گیری	زهکشی	بافت	آهک (%)	گچ (%)	واکنش خاک	شوری ($dS\ m^{-1}$)	درصد سدیم تبادلی (%)	اقلیم
S1	$0/96^{e}$	$97/5^{a}$	$96/3^{a}$	$95/4^{a}$	$18/7^{c}$	$0/32^{d}$	$7/7^{e}$	$1/59^{d}$	$1/88^{d}$	$96/3^{a}$
S2	$2/07^{c}$	$96/7^{b}$	$93/8^{b}$	$88/9^{b}$	$26/9^{b}$	$0/54^{cd}$	$7/74^{d}$	$1/99^{d}$	$2/74^{d}$	$95/3^{b}$
S3	$3/43^{a}$	$95/8^{c}$	$93/1^{c}$	$69/4^{c}$	$26/3^{b}$	$0/75^{c}$	$7/78^{c}$	$3/57^{c}$	$4/63^{c}$	$95/6^{c}$
N1	$2/92^{b}$	$95/3^{d}$	$89/5^{d}$	$59/9^{d}$	$28/9^{a}$	$2/36^{b}$	$7/83^{b}$	$20/59^{b}$	$18/62^{b}$	$95/1^{bd}$
N2	$1/76^{d}$	$90/8^{e}$	$81/3^{e}$	$58/1^{e}$	$29/7^{a}$	$4/22^{a}$	$8/15^{a}$	$24/21^{a}$	$27/32^{a}$	$94/8^{d}$

جدول 8– مقادیر متوسط، کمینه و بیشینه درجات* ویژگی‌های خاک و زمین‌نما در کلاس‌های تناسب اراضی

کلاس تناسب	شیب	سیل‌گیری	زهکشی	بافت	آهک	گچ	واکنش خاک	شوری	درصد سدیم تبادلی	اقلیم
متوسط درجات ویژگی‌ها										
S1	94/9	97/5	96/3	95/4	94/3	99/8	91/8	98/6	99/3	96/3
S2	85/2	96/7	93/8	88/9	89/3	99/7	91/0	97/0	98/3	95/3
S3	75/0	95/8	93/1	69/4	88/8	99/5	89/1	93/2	95/9	95/6
N1	81/4	95/3	89/5	59/9	86/3	98/5	86/6	68/5	79/7	95/1
N2	89/1	90/8	81/3	58/1	81/2	95/8	66/6	67/2	70/0	94/8
کمینه درجات ویژگی‌ها										
S1	85	97/5	90	76/22	75/93	88	85	85	87	80/2
S2	60	72/5	72/5	52	52/73	66/77	53/95	63/7	65	72/35
S3	32/5	50	32/5	28/94	40/26	52	32/5	32/5	32/5	72/35
N1	32/5	50	32/5	15/19	40/65	55/31	32/5	32/5	32/5	72/35
N2	32/5	12/5	12/5	3/24	12/5	12/5	12/5	32/5	12/5	72/35
بیشینه درجات ویژگی‌ها										
S1	100	97/5	97/5	97/5	100	100	100	100	100	100
S2	100	97/5	97/5	97/5	100	100	100	100	100	100
S3	100	97/5	97/5	97/5	100	100	100	100	100	100
N1	100	97/5	97/5	97/5	100	100	100	100	100	100
N2	100	97/5	97/5	97/5	100	100	100	100	100	100

*Ratings

تفسیر ویژگی‌های اراضی در ارتباط با عملکرد گندم آبی در استان‌های شاخص

ویژگی‌های خاک در برخی استان‌ها بر اساس سطح زیرکشت و عملکرد گندم آبی مورد بررسی قرار گرفت. در استان خوزستان که دارای افزون‌ترین عملکرد گندم در سطح کشور است، حدود 352 هزار هکتار اراضی تحت کشت آبی گندم با 1/5 میلیون تن تولید (احمدی و همکاران، 1399)، عمده‌ترین ویژگی‌های محدودکننده اراضی در کلاس‌های تناسب S2 و S3 شامل مقدار آهک خاک، بافت، زهکشی، سیل‌گیری و شیب می‌باشد. هم‌چنین کلاس‌های تناسب N1 و N2 برای کشت آبی گندم مشخص کرد که مهم‌ترین عوامل محدودکننده شوری و قلیائیت خاک، زهکشی و واکنش خاک می‌باشد بررسی واحدهای خاک با محدودیت واکنش خاک نشان داد که خاک این واحدها دارای مقدار قابل ملاحظه‌ای از آهک و سدیم تبادلی هستند که دلیل افزایش مقدار واکنش خاک در این خاک‌ها بوده و باعث نامناسب شدن این خاک‌ها برای کشت آبی گندم شده است. منشاء آهک خاک‌های این مناطق عمدتاً به موادمادری آهکی آن‌ها برمی‌گردد. هر چند وجود مقداری آهک در خاک برای بهبود ساختمان و نفوذپذیری خاک ضروری است اما زیادی مقدار آن در خاک کیفیت خاک را به صورت منفی تحت تأثیر قرار می‌دهد. آبکافت یون‌های کلسیم باعث افزایش واکنش خاک و نامناسب شدن محیط از طریق به‌هم‌ریختن تعادل عناصر تغذیه‌ای به‌ویژه عناصر کم مصرف برای رشد و توسعه محصول گندم خواهد شد (اسپوزیتو، 2016؛ ویل و برادی، 2016؛ بلیبم، 2017). شدت تبخیر و سیلابی شدن آب‌های جاری در فصول با بارندگی زیاد می‌تواند در دراز مدت دلیل افزایش مقدار شوری و قلیائیت در بسیاری از خاک‌های استان باشد که در برخی موارد باعث افت شدید کیفیت و توان خاک‌ها (کلاس تناسب N2) شده است. استان فارس با 210 هزار هکتار سطح زیرکشت و 914 هزار تن عملکرد جایگاه دوم تولید گندم آبی را دارد (احمدی و همکاران، 1399). محدودیت‌های خاک و اراضی در استان فارس تقریباً شبیه خوزستان بوده و بیشتر ویژگی‌های محدودکننده در

کلاس‌های تناسب S2 و S3 شامل بافت، آهک، شوری و سیل‌گیری و در کلاس‌های N1 و N2 غالباً شوری و قلیائیت، بافت و آهک می‌باشد. البته در برخی نواحی فارس مثل سپیدان و زرقان بر خلاف خوزستان محدودیت اقلیمی برای رشد و توسعه محصول گندم وجود دارد. در مجموع وسعت اراضی مناسب به‌ویژه اراضی کلاس S1 در استان فارس بیشتر از استان خوزستان می‌باشد (شکل 1). دلیل عمده آن به شرایط مساعد خاک‌های فارس از نظر ویژگی‌های محدودکننده برمی‌گردد. خاک‌های تحت کشت آبی این استان از نظر عوامل محدودکننده شوری و قلیائیت نسبت به خاک‌های تحت کشت آبی استان خوزستان عمدتاً دارای کیفیت بهتری می‌باشند.

سومین استان با غالبیت عملکرد در سطح کشور استان گلستان با سطح زیرکشت 161 هزار هکتار و 807 هزار تن می‌باشد (احمدی و همکاران، 1399). عوامل محدودکننده رشد و نمو گندم در این استان در مقایسه با استان‌های فارس و خوزستان کاملاً متفاوت است. در این استان عامل زهکشی اراضی به‌ویژه در کلاس‌های S2 وS3 باعث کاهش توان اراضی و افت کیفیت تناسب برای کشت گندم آبی شده است. وسعت اراضی مناسب گلستان در مقایسه با استان‌های فارس و خوزستان به‌ویژه برای کلاس S1 نسبت به کل اراضی تحت کشت آبی استان‌های مذکور زیاد بوده و اراضی نامناسب در مقایسه با اراضی مناسب بسیار کمتر است (شکل 1). به همین دلیل، مقدار تولید در واحد سطح در استان گلستان (5 تن در هکتار) بیشتر از استان فارس (4/3 تن در هکتار) و استان خوزستان (4/2 تن در هکتار) می‌باشد.

استان خراسان رضوی دارای 156 هزار هکتار وسعت اراضی تحت کشت آبی گندم بوده و مقدار تولید آن 483 هزار تن می‌باشد (احمدی و همکاران، 1399). عوامل محدودکننده کلاس‌های تناسب اراضی S2 و S3 در این استان عمدتاً شامل بافت خاک، شیب زمین و تا حدی شوری و قلیائیت بوده و در کلاس‌های N1 و N2 عوامل محدودکننده شامل بافت خاک، مقدار شوری و زیاد بودن مقدار واکنش خاک ناشی از سدیمی بودن برخی واحدهای خاک (اثر آبکافت سدیم) می‌باشد (اسپارکس، 2003؛ اسپوزیتو، 2016). حدود 99 هزار هکتار از اراضی تحت کشت آبی گندم در استان کرمانشاه واقع شده که دارای تولید معادل 504 هزار تن می‌باشد (احمدی و همکاران، 1399).

اراضی مورد مطالعه کرمانشاه که در کلاس‌های تناسب S2 و S3 قرار گرفته‌اند عمدتاً دارای محدودیت بافت خاک، شیب و شوری زیاد و قابل ملاحظه در برخی از واحدهای خاک هستند. محدودیت‌های شدید مربوط به بافت خاک و واکنش خاک باعث شده تا برخی واحدهای خاک مورد مطالعه در کلاس‌های تناسب N1 و N2 قرار گیرند. عمده واحدهای خاکی که دارای مقدار زیاد واکنش خاک به عنوان عامل محدودکننده بودند مقادیر آهک خاکشان زیاد بوده و به‌نظر می‌آید مقدار زیاد کربنات کلسیم در این خاک‌ها موجب افزایش واکنش خاک شده است. نکته قابل توجه در مورد خاک‌های خراسان رضوی و کرمانشاه این است که با وجود این‌که وسعت خاک‌های تحت کشت آبی خراسان رضوی بیشتر از کرمانشاه است ولی مقدار متوسط عملکرد خاک‌های این استان کمتر است. متوسط عملکرد گندم آبی در استان خراسان رضوی حدود 3/09 تن در هکتارو برای استان کرمانشاه حدود 5/05 تن در هکتار محاسبه شده است. بررسی واحدهای خاک قرار گرفته در دو استان مذکور نشان داد که محدودیت خاک‌های خراسان رضوی در مقایسه با کرمانشاه افزون‌تر بوده و عمده خاک‌های استان کرمانشاه در رده مناسب و وسعت زیادی از آن‌ها در کلاس تناسب S1 واقع شده‌اند (شکل 1). بنابراین زیاد بودن مقدار عملکرد با وسعت زیاد اراضی دارای کلاس تناسب مناسب (S1) همدیگر را تایید می‌کنند و نشان‌گر دقیق بودن خروجی‌های این مطالعه می‌باشد.

بررسی مقدار عملکرد متوسط در کشت آبی گندم در دشت‌های آبی کشور نشان داد که افزون‌ترین عملکرد در

استان تهران 6/08 تن در هکتار و کمترین آن در استان سیستان و بلوچستان 2/68 تن در هکتار می‌باشد (احمدی و همکاران، 1399). تحلیل مقادیر ویژگی‌های واحدهای خاک تحت کشت آبی دو استان نشان داد که مهم‌ترین محدودیت‌ها در استان تهران مربوط به بافت خاک و شیب می‌باشد در صورتی‌که در استان سیستان و بلوچستان محدودیت‌ها غالباً مربوط به اقلیم (متوسط دما در مرحله سبزینگی)، بافت خاک، زهکشی و افزون از همه مربوط به شوری و قلیائیت خاک است، هم‌چنین در برخی واحدهای خاک که مقدار قلیائیت قابل ملاحظه بوده، مقدار واکنش خاک زیاد شده و جزء عوامل محدودکننده لحاظ شده است. در مجموع با توجه به شدت محدودیت‌های فوق می‌توان اذعان کرد که کلاس‌های مناسب در استان سیستان و بلوچستان کمتر از استان تهران است. نقشه تناسب اراضی این واقعیت را نشان می‌دهد (شکل 1). وسعت اراضی مناسب به‌ویژه کلاس تناسب S1 در استان تهران افزون‌تر از استان سیستان و بلوچستان است. تفاوت مقدار متوسط عملکرد در این دو استان نیز مؤید این مسئله می‌باشد.

رعایت تناسب اراضی گامی مطمئن در عملکرد زیاد همراه با حفظ خاک برای استفاده آیندگان و افزایش توان خاک می‌باشد. ارزیابی اراضی و تهیه نقشه تناسب اراضی بر اساس نقشه‌های خاک مؤثق یکی از ابزارهای تحقق این امر مهم می‌باشد. نقشه تناسب امکان پهنه‌بندی دقیق اراضی مستعد و غیرمستعد برای کشت محصولات مختلف را فراهم آورده و برنامه‌ریزی و مدیریت اراضی را به‌طور قابل ملاحظه‌ای تسهیل می‌نماید. با توجه به این نکته که برآورد صحیح توان و قابلیت واحدهای خاک در فرآیند ارزیابی، شرط اصلی ارائه راهکارها، برنامه پایش و مدیریت کاربردی و اصولی اراضی می‌باشد، بنابراین افزایش اطمینان نسبت به نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل و طبقه‌بندی تناسب اراضی، یکی از مهم‌ترین موضوعات در فرآیند ارزیابی تناسب اراضی است. از طرف دیگر، یکی از مزایای افزایش اطمینان از صحت نتایج تناسب اراضی، کمک به ایجاد تفاهم و کاهش تعارضات در مرحله تصمیم‌گیری در زمینه امکان‌پذیر بودن اجرای طرح تناسب اراضی مورد نیاز از دیدگاه کشاورزی و محیطزیست است تا اراضی به طرز مناسبی مورد بهره‌برداری قرار بگیرند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

شناسایی توان اراضی، ارزیابی استعداد اراضی برای انواع فعالیت‌های کشاورزی سبب جلوگیری از تخریب محیطزیست و منابع طبیعی، آلودگی منابع آب و خاک، شور شدن اراضی و کاهش سفره آب زیرزمینی شده و توسعه پایدار کشاورزی را به دنبال خواهد داشت. برای این منظور تناسب و استعداد اراضی دشت‌های آبی کشور برای کشت آبی گندم با روش پارامتریک ریشه‌دوم مورد ارزیابی قرار گرفت. برای بررسی دقت تفکیک کلاس‌های تناسب اراضی از تجزیه واریانس چندمتغیره استفاده شد. مقدار حدود اطمینان آزمون لامبدای ویلکس نشان داد که تفکیک کلاس‌ها دارای دقت زیادی است. هم‌چنین مقایسه میانگین با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار مقادیر ویژگی‌های خاک و اراضی در کلاس‌های تناسب تفکیک شده را نشان داد که حاکی از دقت زیاد کلاس‌های تفکیک شده است. مهم‌ترین ویژگی‌های محدودکننده در اراضی تحت کشت آبی کشور برای کشت گندم شامل بافت، شوری و قلیائیت، شیب، زهکشی و در برخی مناطق ویژگی‌های اقلیمی می‌باشد.

اطلاعات حاصل از انجام مطالعات تناسب اراضی ضمن تعیین ویژه‌مکانی قابلیت‌ها و محدودیت‌های اراضی برای کاربری‌های مورد نظر، به استفاده بهینه از منابع تولید کمک نموده و می‌تواند به‌عنوان راهنما ملاک تصمیم‌گیری برای کارشناسان و بهره‌برداران درگیر درکار طراحی نحوه بهره‌برداری از اراضی قرار گیرد. توسعه پایدار ایجاب می‌نماید که تا حد امکان برنامه کشت برای واحدهای خاک با کلاس‌های رده مناسب طراحی شده و کشت در بقیه اراضی دارای عوامل محدودکننده به نوع و بزرگای عامل محدودکننده بستگی داشته باشد. بنابراین در اراضی

که شدت محدودیت عوامل محدودکننده نظیر اقلیم، ویژگی‌های فیزیکی خاک از جمله بافت خاک و سیل‌گیری زیاد باشند کشت محصول توصیه نمی‌شود. در مورد عوامل محدودکننده همانند شوری و قلیائیت با انجام عملیات اصلاحی براساس بررسی‌های اقتصادی در صورت وجود منابع آب با کیفیت مناسب می‌تواند کلاس تناسب واحد مورد نظر ترقی یافته و بهبود عملکرد را به‌دنبال داشته باشد. انجام عملیات زهکشی و اصلاح اراضی با محدودیت‌های سیل‌گیری و پستی و بلندی در اراضی که از نظر اقتصادی توجیه داشته باشد، برای بهبود کیفیت اراضی و افزایش عملکرد توصیه می‌شود. هم‌چنین در اراضی نامناسب با محدودیت شدید برای حفاظت از منابع خاک و سرمایه بهتر است کشت انجام نگیرد. با توجه به این‌که ویژگی‌های حاصلخیزی خاک می‌تواند از عوامل مهم محدودکننده باشد، لذا مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاهی بسیار مهم و ضروری بوده و بایستی مورد ملاحظه قرار گیرد. در مجموع می‌توان گفت در صورت به‌کارگیری نتایج به‌دست آمده به‌ویژه نقشه تناسب اراضی برای کاشت، امکان بهره‌برداری درست از اراضی تحت کشت میسر شده و با توجه به متمایز شدن اراضی مناسب از نامناسب، با مدیریت درست، هزینه‌ها کاهش یافته و درآمد زارعین افزایش خواهد یافت. ضمناً این اطلاعات و نتایج، حاوی یکی از لایه‌های اطلاعاتی مهم برای تدوین الگوی کشت بوده که برای تحقق صحیح این موضوع لازم است جنبه‌های دیگر از جمله مسائل اقتصادی نیز مورد توجه قرار گیرد.

فهرست منابع:

1. احمدی، ک.، ح.ر. عبادزاده، ف. حاتمی، ح. عبدشاه، آ. کاظمیان. 1399. آمارنامه کشاورزی. جلد اول: محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، 97 صفحه.
2. باقرزاده، ح.ر.، ع. باقرزاده و ح. معین‌راد. 1391. تحلیل روش‌های پارامتریک در ارزیابی کیفی تناسب اراضی دشت نیشابور برای زراعت گندم. مجله بوم شناسی کشاورزی، جلد 4، شماره 2، صفحه 130-121.
3. بامری، م.، ح. بهرامی و م.ح. مسیح‌آبادی. 1382. ارزیابی کیفی تناسب اراضی دشت چاه شور ایرانشهر برای کشت آبی گندم، جو و یونجه. مجله علوم خاک و آب، جلد 17، شماره 2، صفحه 200-190.
4. جمشیدی، م. 1398. ایجاد لایه‌های اطلاعاتی رقومی منابع خاک اراضی آبی کشور. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، گزارش شماره 57002، 147 صفحه.
5. سیدجلالی، س.ع.، م.ن. نویدی، ع. زین‌الدینی و ز. محمداسماعیل. 1398. نیازهای رویشی گیاهان زراعی. انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب، 262 صفحه.
6. سیدمحمدی، ج.، ع.ا. جعفرزاده، ف. سرمدیان، ف. شهبازی و م.ع. قربانی. 1396. مقایسه کارآیی روش‌های TOPSIS، AHP و ریشه دوم در تعیین اولویت کشت گندم، جو و ذرت تحت آبیاری بارانی در دشت مغان. مجله دانش آب و خاک، جلد 27، شماره 2، صفحه 59-45.
7. صفری، ی.، م.ا. دلاور و ز. نوری. 1396. ارزیابی تناسب اراضی بخشی از دشت زنجان برای کشت گندم آبی با استفاده از راه‌کار امتیازات محدودیتی. مجله آب و خاک، جلد 31، شماره 2، صفحه 532-522.
8. Abdallah, S., M.A. Elmohemen, S. Hemdan, and K. Ibrahem. 2019. Land Assessment for Agricultural Use in Jizan Basin, KSA, After 48 Years of Jizan Dam Construction. J. Indian Soc. Remote Sens. 47:1895-1904.
9. Akpoti, K., A.T. Kabo-bah, and S.J. Zwart. 2019. Agricultural land suitability analysis: State-of-the-art and outlooks for integration of climate change analysis. Agric. Syst., 173:172-208

10. Behera, S.K., R.K. Mathur, A.K. Shukla, K. Suresh, and C. Prakash. 2018. Spatial variability of soil properties and delineation of soil management zones of oil palm plantations grown in a hot and humid tropical region of southern India. Catena. 165:251-259.
11. Bleam, W.F. 2017. Soil and Environmental Chemistry. 2nd edition, Academic Press, 586p.
12. Bonfante, A., G. Langella, P. Mercogliano, E. Bucchignani, P. Manna, and F. Terribile. 2018. A dynamic viticultural zoning to explore the resilience of terroir concept under climate change. Sci.Total Environ. 624:294-308.
13. Davatgar, N., M.R. Neishabouri, and A.R. Sepaskhah. 2012. Delineation of site specific nutrient management zones for a paddy cultivated area based on soil fertility using fuzzy clustering. Geoderma, 173-174:111-118.
14. Esfandiarpoor Borujeni, I., J. Mohammadi, M.H. Salehi, N. Toomanian, and R.M. Poch. 2010. Assessing geopedological soil mapping approach by statistical and geostatistical methods: A case study in the Borujen region, Central Iran. Catena. 82:1-14.
15. FAO. 2007. Land evaluation: Towards a revised framework. Electronic Publishing Policy and Support Branch, 124p.
16. Gashaw, T., T. Tulu, M. Argaw, and A.W. Worqlul. 2018. Modeling the hydrological impacts of land use/land cover changes in the Andassa watershed, Blue Nile Basin, Ethiopia. Sci. Total Environ. 619:1394-1408.
17. Gerland, P., A.E. Raftery, H. Ševčíková, N. Li, D. Gu, T. Spoorenberg, L. Alkema, B.K. Fosdick, J. Chunn, N. Lalic, and G. Bay. 2014. World population stabilization unlikely this century. Science, 346:234-237.
18. Kummu, M., M. Fader, D. Gerten, J.H. Guillaume, M. Jalava, J. Jägermeyr, S, Pfister, M. Porkka, S. Siebert, and O. Varis. 2017. Bringing it all together: linking measures to secure nations' food supply. Current Opinion Environ. Sustainability, 29:98-117.
19. Malczewski, J. 2004. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. Prog. Plan. 62:3-65.
20. Mazahreh, S., M. Bsoul, and D.A. Hamoor. 2019. GIS approach for assessment of land suitability for different land use alternatives in semi arid environment in Jordan: Case study (AlGadeer Alabyad-Mafraq). Inf. Process. Agric. 6:91-108.
21. McKenzie, F.C., and J. Williams. 2015. Sustainable food production: constraints, challenges and choices by 2050. Food Secur. 7(2):221-233.
22. Minta, M., K. Kibret, P. Thorne, T. Nigussie, and L. Nigatu. 2018. Land use and land cover dynamics in Dendi-Jeldu hilly-mountainous areas in the central Ethiopian highlands. Geoderma, 314:27-36.
23. Montgomery, B., S. Dragićević, J. Dujmović, and M. Schmidt. 2016. A GIS-based Logic Scoring of Preference method for evaluation of land capability and suitability for agriculture. Comput. Electron. Agric. 124:340-353.
24. Nijbroek, R.P. and S.J. Andelman. 2016. Regional suitability for agricultural intensification: a spatial analysis of the Southern Agricultural Growth Corridor of Tanzania. Int. J. Agric. Sustain. 14(2):231-247.
25. Pilevar, A.R., H.R. Matinfar, A. Sohrabi, and F. Sarmadian. 2020. Integrated fuzzy, AHP and GIS techniques for land suitability assessment in semi-arid regions for wheat and maize farming. Ecol. Indic. 110:105887.
26. Pretty, J., and Z.P. Bharucha. 2014. Sustainable intensification in agricultural systems. Ann. Bot. 114(8):1571-1596.
27. Rotolo, G.C., S. Montico, C.A. Francis, and S.Ulgiati. 2015. How land allocation and technology innovation affect the sustainability of agriculture in Argentina Pampas: An expanded life cycle analysis. Agric. Syst. 141:79-93.

28. Safwan, M., K. Alsafadi, H. Ali, S.M.N. Mousavi, S. Kiwan, S. Hennawi, E. Harsanyie, Q.B. Pham, N. Thi Thuy Linh, R. Ali, D.T. Anh, and V.N. Thai. 2022. Assessment of land suitability potentials for winter wheat cultivation by using a multi criteria decision Support- Geographic information system (MCDS-GIS) approach in Al-Yarmouk Basin (Syria). Geocarto Int. 37(6):1645-1663.
29. Seyedmohammadi, J., and Navidi, M.N. 2022. Applying fuzzy inference system and analytic network process based on GIS to determine land suitability potential for agricultural. Environ. Monit. Assess. 194: 712.
30. Seyedmohammadi, J., F. Sarmadian, A.A. Jafarzadeh, and R.W. McDowel. 2019a. Integration of ANP and Fuzzy set techniques for land suitability assessment based on remote sensing and GIS for irrigated maize cultivation. Arch. Agron. Soil Sci. 65:1063-1079.
31. Seyedmohammadi, J., F. Sarmadian, A.A. Jafarzadeh, and R.W. McDowel. 2019b. Development of a model using matter element, AHP and GIS techniques to assess the suitability of land for agriculture. Geoderma, 352:80-95.
32. Smith, P. 2013. Delivering food security without increasing pressure on land. Glob. Food Sec. 2(1):18-23.
33. Sparks, D.L. 2003. Environmental Soil Chemistry. 2nd edition, Academic Press, 352p.
34. Sposito, C. 2016. The Chemistry of Soils. 3rd edition, Oxford University Press, 272p.
35. Tilman, D., C. Balzer, J. Hill, and B.L. Befort. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. Proc. Nati. Aca. Sci. 108:20260-20264.
36. Tripathi, R., A.K. Nayak, M. Shahid, B. Lal, P. Gautam, R. Raja, S. Mohanty, A. Kumar, B.B. Panda, and R.N. Sahoo. 2015. Delineation of soil management zones for a rice cultivated area in eastern India using fuzzy clustering. Catena, 133:128-136.
37. Weil, R.R., and N.C. Brady. 2016. The Nature and Properties of Soils. 15th edition, Pearson Education Limited, 1104p.

Assessing Land Suitability for Wheat Cultivation in Irrigated Plains of Iran

M. N. Navidi[1], J. Seyedmohammadi, S. A. R. Seyedjalali, A. Zeinadini, A. Farajnia, G. R. Zareain, N. R. Toomanian, S. Fatehi, M. Eskandari, and B. Delsooz

Assistant Professor., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran; E-mail: n.navidi@areeo.ac.ir
Assistant Professor., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran; E-mail: j.mohammadi@areeo.ac.ir
Assistant Professor., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran; E-mail: ajalali@areeo.ac.ir
Associate Professor., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran; E-mail: a.zeinadini@areeo.ac.ir
Research instructor of Soil and Water Research Department, East Azarbyjan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran; E-mail: farajnia1966@yahoo.com
Assistant Professor., Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zarghan, Iran; E-mail: gh.zareian@areeo.ac.ir
Associate Professor., Soil and Water Research Department, Esfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Esfahan, Iran; E-mail: norairtoomanian@gmail.com
Assistant Professor., Soil and Water Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran; E-mail: sh.fatehi@areeo.ac.ir
Assistant Professor., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran; E-mail: mahnazskandari@yahoo.com
Researcher of Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran; E-mail: b_delsooz@yahoo.com

P:127- 145

Received: May, 2022, and Accepted: August, 2022

Abstract

Land suitability studies of Iran have been scattered and few of them have investigated specifically land suitability for agriculture. Indeed, most of the studies have been conducted locally and, so far, comprehensive studies have not been done at the country level. Determining the suitability of Iran's agricultural lands for production of crops is one of the most important tools for the optimal use of soil resources. For this purpose, by consolidating, preparing and digitizing soil survey and classification studies in the country and according to satellite images and land use maps and considering agro-climatic zones, soil units were identified to determine the potential of land for irrigated wheat in the irrigated plains of the country. Then, by entering the climate, soil and topographic data in the prepared software based on the FAO approach and parametric square root method, the suitability of all soil units was assessed for irrigated wheat. The results show that, in the irrigated plains, 1.4 Mha of land is in S1 class, 2.08 M ha are in S2 class, 1.4 Mha in S3 class, and 524 thousand ha have currently unsuitable class (N1), with 503 thousand ha being permanently unsuitable (N2). Statistical analysis of the data showed that the separation of land suitability classes has acceptable accuracy. The main limiting characteristics of lands are the soil physical properties including texture, salinity and alkalinity, slope, drainage, and in some areas, climatic characteristics. Due to the comprehensive map of land suitability and differentiation of suitable lands from the unsuitable ones, application of the results obtained with ideal management and usage of irrigated lands in the country will lead to the conservation of land resources, especially soil and sustainable production. Notably, the above results are the basic information layer that along with other aspects including economic issues are needed for developing a suitable cropping pattern.

Keywords: Irrigated wheat, Land limitations, Land potential

---

[1]. Corresponding author: Soil and Water Research Institute, Land Evaluation Research Department, Karaj, Iran.