مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی
Management of Natural Ecosystems
دوره ۴، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳، ۱۴-۱
Volume 4, Issue 4, Winter 2025, 1-14
http://emj.ardakan.ac.ir/article_731385.html

تحلیل تناسب اراضی برای کشت خرما بر اساس سناریوهای تغییرات منابع آبی در دشت جیرفت

محسن عادلی ساردوئی[۱]، علی اسدی*[۲]، خلیل کلانتری[۲]، علی اکبر براتی[۳]، حسن خسروی[۴]

CC BY

مقاله پژوهشی

۱. دانش آموخته دکتری، گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران و عضو هیات علمی گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه جیرفت، کرمان، ایران.
mohsen.adelis@ujiroft.ac.ir

۲. استاد، گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
aasadi@ut.ac.ir
* نویسنده مسئول

khkalan@ut.ac.ir

۳. دانشیار، گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
aabarati@uut.ac.ir

۴. استاد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
hakhosravi@ut.ac.ir

شناسه مقاله: ۲۵۱۰-۱۱۲۲
شماره صفحه پیاپی: ۹۰۴-۹۱۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۲۶
انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۰۸/۱۱
زمان پذیرش: ۱۶ روز

استناددهی:
عادلی ساردوئی، م.، اسدی، ع.، کلانتری، خ.، براتی، ع. ا.، و خسروی، ح. (۱۴۰۳). تحلیل تناسب اراضی برای کشت خرما بر اساس سناریوهای تغییرات منابع آبی در دشت جیرفت. مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی، ۴(۴)، ۱۴-۱.

چکیده

تحلیل تناسب اراضی گام مهمی در راستای برنامه‌ریزی کاربری اراضی کشاورزی است و نقش مهمی در شناسایی اراضی با بالاترین درجه تناسب، تخصیص آنها به کشت محصولات کشاورزی و همچنین کاهش اثرات سوء بر محیط زیست به‌عهده دارد. از آنجایی که بیش از ۱۰ درصد خرمای جهان در ایران تولید می‌شود و یک محصول با سهم ارزآوری بالا است در سال‌های اخیر از سوی دولت، توسعه سطح زیر کشت نخیلات در نواحی مساعد برای تولید این محصول در نظر گرفته شده است. دشت جیرفت سهم بالایی از تولید خرما در کشور دارد، لذا در این مطالعه تناسب اراضی دشت جیرفت برای تولید خرما با استفاده از تلفیق دو روش تصمیم‌گیری چند متغیره و سامانه اطلاعات جغرافیایی در زمان حال و آینده (تحت سناریوهای تغییرات آب زیرزمینی در سال ۱۴۱۰) انجام شد که کمتر در مطالعات تناسب اراضی مورد توجه قرار گرفته است. نتایج نشان داد که دشت جیرفت به لحاظ عوامل اقلیمی محدودیت کمی برای تولید خرما دارد اما به لحاظ عوامل مرتبط با آب و خاک محدودیت وجود دارد که در نقاط مختلف دشت درجه محدودیت‌ها متفاوت است. نتایج محاسبه اهمیت ۱۳ فاکتور در نظر گرفته شده برای تولید خرما بر اساس روش مقایسه زوجی نشان داد که اهمیت پارامترهای مرتبط با توپوگرافی و آب در مقایسه با سایر فاکتورها بیشتر است. بر اساس یافته‌های تحقیق مشخص شد سطح بیشتر اراضی دشت جیرفت در کلاس با درجه تناسب نسبتاً مناسب قرار دارند و پیش‌بینی می‌شود تحت سناریوهای بدبینانه در یک دهه آینده بیشتر اراضی به لحاظ تناسب اراضی به درجه تناسب بحرانی تنزل پیدا کنند. همچنین مشخص شد برای افزایش بهره‌وری و مدیریت بهتر اراضی باید در مکان‌یابی اراضی برای توسعه باغات خرما در دشت جیرفت به محدودیت منابع آبی توجه جدی توسط مسئولین و کشاورزان صورت پذیرد. نقشه‌های حاصل از تحقیق می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای توسعه باغ‌های نخیلات در منطق مورد مطالعه به‌کار گرفته شود.

واژگان کلیدی:

تغییرات منابع آب، تناسب اراضی، خرما، سامانه اطلاعات جغرافیایی، دشت جیرفت.

شاپا: ۲۸۲۱-۰۱۸۲
DOI: 10.22034/emj.2025.731385

۱- مقدمه

استفاده منطقی و پایدار از منابع طبیعی تجدیدناپذیر مانند زمین، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های رشد اقتصادی در سطح جهانی شناخته شده است (Akinci et al., 2013؛ Paul et al., 2020). همچنین رشد سریع جمعیت و مهاجرت لزوم شناسایی نواحی جدیدی برای تأمین نیازهای اولیه در دنیا را افزایش داده است (Maleki et al., 2017) این نیاز به توسعه در جوامع مختلف، منابع طبیعی مانند جنگل‌ها، مراتع، تالاب‌ها و زمین‌های کشاورزی را به سکونتگاه یا مناطق صنعتی تبدیل نموده و باعث شده که توسعه کاربری‌های مختلف متناسب با پتانسیل اراضی نباشد (Kazemi and Akinci, 2018). از این‌رو به‌منظور رسیدن به پایداری در منابع آب و خاک، تهیه برنامه‌های کاربری اراضی که بتواند استفاده برنامه‌ریزی شده، صحیح و پایدار از منابع آب و خاک را تنظیم نماید و انتقال منابع طبیعی را به نسل‌های آینده امکان‌پذیر نماید از اهمیت بالایی برخوردار است (Mendas and Delali, 2012؛ Gaál et al., 2014؛ Olaniyi et al., 2015؛ Vasu et al., 2018؛ Paul et al., 2020؛ Abate and Antene, 2024). درایران نیز مطالعات نشان داده است که افزایش جمعیت و انقلاب صنعتی به‌تدریج موجب تخریب منابع شده است (Shirmohammadi et al., 2020). بنابراین، برای اطمینان از پایداری در بهره‌وری زمین و تولید مواد غذایی، توجه به پتانسیل‌ها و محدودیت‌های محلی زمین برای تولید محصولات، به‌ویژه در بخش‌های جنوبی کشور افزایش یافته است (Tashayo et al., 2020). از سوی دیگر بخش کشاورزی به‌عنوان مهم‌ترین مصرف کننده منابع آب با کیفیت مناسب در نظر گرفته شده است (FAO, 2017). این عدد در کشور ایران که بیشتر آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک طبقه‌بندی شده است بیش از ۹۰ درصد برآورد شده است (Savari et al., 2020). کمبود گسترده منابع آب منجر به کاهش سطح تولید محصولات کشاورزی شده که بر امنیت غذایی تأثیر منفی داشته و همچنین به شدت اقتصاد منطقه‌ای، ارزش مزرعه و توسعه اقتصادی– اجتماعی را تحت تأثیر قرار داده است (Paul et al., 2020).

ارزیابی تناسب اراضی، کشاورزان و مدیران را قادر می‌سازد تا بهترین تصمیم را برای سیستم کاربری و مدیریت محصولات زراعی خود بر اساس منابع آب و خاک خود بگیرند (Recatal and Zinck, 2008؛ Fontes et al., 2009). اما تعداد زیاد عوامل محیطی، زراعی و اقتصادی – اجتماعی مرتبط با ارزیابی تناسب اراضی می‌تواند برای استفاده پایدار در بلند مدت در کشاورزی منجر به سردرگمی برای محققین شود و از این‌رو، از برخی روش‌ها برای ایجاد نقشه تناسب اراضی استفاده شده است (Bandyopadhyay et al., 2009؛ Akinci et al., 2013؛ Kılıç et al., 2024). از جمله این روش‌ها می‌توان به روش‌های پارامتریک (Sys et al., 1993) و چارچوب ارائه شده توسط فائو اشاره کرد (Akpoti et al., 2019)، که به‌طور گسترده‌ای در رابطه با خصوصیات خاک، زمین و داده‌های آب و هوا مورد استفاده قرار گرفته‌اند. برای تعیین سهم و نقش فاکتورهای مختلف، فرآیند تحلیلی سلسله مراتبی[1] پیشنهاد شده است که ابعاد مختلفی را در فرآیند تناسب اراضی در بر می‌گیرد (Sahoo et al., 2018؛ Paul et al., 2020). علاوه‌بر این، ادغام روش تحلیل سلسله مراتبی با سیستم اطلاعات جغرافیایی[2] ابزار مناسبی جهت ترسیم تناسب اراضی برای محصولات کشاورزی محسوب می‌شود (Akinci et al., 2013؛ Akpoti et al., 2019؛ Badza et al., 2020).

Sharafi and Noorollahi (۲۰۲۰) با استفاده از شاخص توان اکولوژیک سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور (۱۳۸۷) و مدل حرفی مخدوم به بررسی تناسب اراضی ملی برای توسعه کشاورزان در استان لرستان پرداختند نتایج آن‌ها نشان داد که اراضی ملی در این استان بیشترین تناسب را برای زراعت دیم دارند و برای کاربری باغ تناسب کمی دارند. Dialami and Givi (۲۰۲۰) در پژوهشی به ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای کاشت نخل خرمای کبکاب با استفاده از دو روش فائو و ارزیابی چند معیاره در استان فارس پرداختند. نتایج روش فائو نشان داد که به ترتیب ۱۰ و ۹۰ درصد اراضی در کلاس‌های S2 و S3 قرار دارند و در روش تحلیل سلسله مراتبی به ترتیب ۹۰ و ۱۰ درصد اراضی در کلاس‌های S1 و S2 واقع شده‌اند و بر اساس روش فازی همه اراضی در کلاس با تناسب S2 یا نسبتاً مناسب قرار داشته‌اند. همچنین عملکرد واقعی و شاخص اراضی در روش‌های فوق همبستگی متفاوتی داشته و روش تحلیل سلسله مراتبی فازی روش برتر گزارش شد. وحیدی (۱۳۹۹) با مطالعه اراضی در القورات بیرجند، تناسب این اراضی را برای دو محصول عناب و زرشک با استفاده از روش پارامتریک و تحلیل سلسه مراتبی انجام دادند. در بخش محدودیت اراضی مشخص شد که اقلیم کمترین محدودیت و پارامترهای مربوط به خاک بیشترین محدودیت‌ها را داشته است. نتایج نشان داد که شرایط منطقه برای کشت عناب مناسب‌تر از زرشک است و نتایج تأییدی بر دقت بالای دو روش در ارزیابی تناسب اراضی بوده است. سرمدیان و قوامی (۱۳۹۸) تناسب اراضی بخشی از اراضی قزوین را با استفاده از سه روش (استوری، ریشه دوم و TOPSIS) برای تولید ذرت ارزیابی نمودند. مشخص شد اگر چه هر سه روش توانایی خوبی در ارزیابی اراضی دارند اما روش ریشه دوم نتایج بهتری را حاصل نموده است. عسکری و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از تلفیق تصاویر ماهواره‌ای و سامانه اطلاعات جغرافیایی به بررسی تناسب اراضی کشاورزی در منطقه تاکستان پرداختند. نتایج آنها نشان داد که محدودیت‌های تولید برای محصولات مختلف متفاوت است و عدم تناسب بین محصول تولیدی و قابلیت اراضی مشاهده شده و همچنین لزوم برنامه‌ریزی کاربری اراضی در پهنه‌های مختلف تأیید شد.

1. Analytic Hierarchy Process (AHP)
2. Geographic Information System (GIS)

با مرور در مطالعات انجام شده مشخص شد که تکنیک تصمیم چند متغیره و سامانه اطلاعات جغرافیایی به‌طور گسترده در مطالعات استفاده شده و کارایی آن مورد تأیید قرار گرفته است. در ایران نیز مطالعات تناسب اراضی بسیار صورت گرفته است به گونه‌ای که Akpoti et al. (۲۰۱۹) با استفاده از مرور ساختار یافته نشان دادند که سه کشور آمریکا، چین و ایران بیشترین مطالعات را در زمینه تناسب اراضی بر اساس اطلاعات پایگاه داده WOS انجام داده‌اند. هر چند تناسب اراضی کشاورزی به‌طور گسترده در مطالعات مورد استفاده قرار گرفته و کارایی تکنیک تصمیم‌گیری چند متغیره و سامانه اطلاعات جغرافیایی در نقاط مختلف دنیا تأیید شده است (Akninci et al., 2013؛ Nguyen et al., 2015؛ Zolekar and Bhagat, 2015؛ Memarbashi et al., 2017؛ Sahoo et al., 2018؛ Aldababseh et al., 2018؛ Herzberg et al., 2019) اما در زمینه اثرات پارامترهای اقلیمی و به‌ویژه آب، بر تناسب اراضی به‌صورت زمانی کمتر در مطالعات پرداخته شده است این در حالی است که یکی از راهکارهای مقابله با کم آب در کشور، توسعه الگوی کشت متناسب با منابع آب بیان شده است (Savari et al., 2020). پیش‌بینی تغییرات تناسب اراضی بر اساس تغییرات منابع آب یک بسته اطلاعاتی ارزشمندی برای کشاورزان و تصمیم‌گیران بخش کشاورزی فراهم می‌سازد. از جمله محدود مطالعاتی که در زمینه پیش‌بینی تغییرات تناسب اراضی در آینده بر اساس تغییرات اقلیم صورت گرفته است می‌توان به مطالعه Pauel et al. (۲۰۲۰) و Worqlul et al. (۲۰۱۹) اشاره کرد. در مطالعه اول با استفاده از تکنیک تصمیم چند متغیره و سامانه اطلاعات جغرافیایی با روش‌های مقایسه زوجی به مطالعه تناسب اراضی در کالیفرنیا پرداختند و بیان داشتند که تکنیک تصمیم چند متغیره و سامانه اطلاعات جغرافیایی و تلفیق آن با روش‌های مقایسه زوجی کارایی بسیار خوبی برای ارزیابی تناسب اراضی کشاورزی در مقیاس‌های خیلی بزرگ دارد. در مطالعه دوم سیاست دولت مرکزی غنا برای دستیابی به بهره‌وری بیشتر و اثر آن بر توسعه زمین‌های آب کشاورزی مطالعه شد و در این راستا به مطالعه تاثیر تغییرات اقلیمی بر مناسب بودن اراضی برای آبیاری سطحی و پتانسیل آب زیرزمینی کم عمق پرداخته‌اند. با تلفیق سیستم اطلاعات جغرافیایی و تکنیک ارزیابی چند معیاره توزیع مکانی زمین‌هایی که برای استفاده از آب زیرزمینی کم عمق تناسب دارند را تحت دو سناریوی اقلیمی فعلی و آینده را شناسایی نموده‌اند. نتایج آن‌ها نشان داد که حدود ۹ درصد کاربری اراضی کشور غنا برای توسعه آبیاری سطحی تناسب دارد. از این‌رو در تحقیق حاضر تلاش شده تا اثر تغییر منابع آب بر میزان تناسب اراضی مطالعه گردد که کمتر در مطالعات تاکنون بررسی شده است.

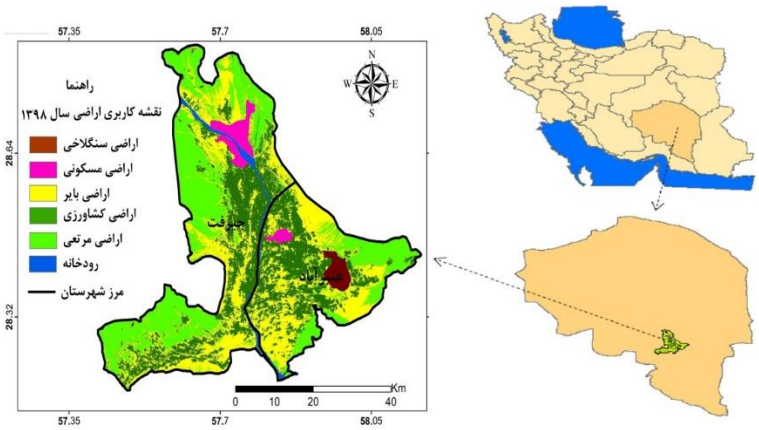
بر اساس آمار گمرک کشور در سال ۱۳۹۷، ارزش صادرات خرما معادل ۳۳۹،۷۸۳،۶۹۷ دلار بوده است که بعد از پسته و زعفران بیشترین ارز آوری را در بین محصولات کشاورزی داشته است (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۹). بر اساس آمار فائو، در سال ۲۰۱۹ ایران با تولید ۱۳۰۷۹۰۸ تن خرما، سومین کشور تولید کننده خرما در سطح جهان بوده است و از این‌رو سیاست توسعه سطح زیر کشت اراضی خرما طی سال‌های اخیر توسط وزارت جهاد کشاورزی قرار گرفته است (Dialami and Givi, 2020). بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۸) جنوب استان کرمان رتبه پنجم از نظر سطح زیرکشت خرما در کشور و رتبه دوم را در میزان عملکرد میوه را داشته است. دشت جیرفت به‌عنوان بخشی از اراضی واقع شده در جنوب استان کرمان، ۴۲/۴ درصد اراضی زیر کشت خرما در این استان را به خود اختصاص داده است که در کل این اراضی، کشت خرما به‌صورت آبی است. مطالعات نشان داده است که سطح آب زیرزمینی طی سال‌های اخیر در حال کاهش بوده که یک تهدید جدی برای کشاورزی در این دشت است (برخوری و همکاران، ۱۳۹۹). از این‌رو در تحقیق حاضر با استفاده از روش تصمیم چند متغیره و سامانه اطلاعات جغرافیایی به بررسی تناسب اراضی دشت جیرفت در زمان حال و تحت سناریوهای تغییرات منابع آب زیرزمینی در سال ۱۴۱۰ پرداخته شده است.

۲- مواد و روش‌ها

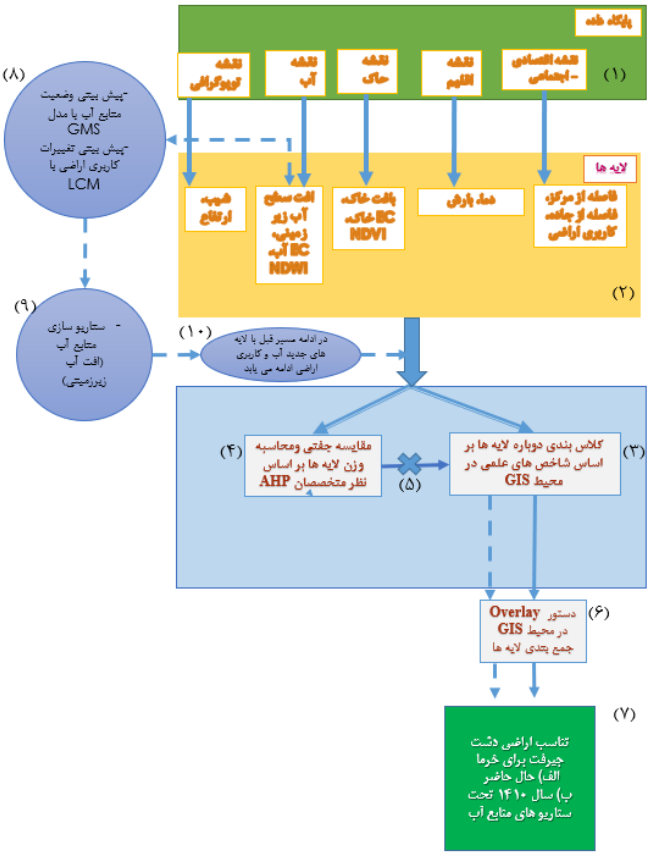
۲-۱- منطقه مورد مطالعه

دشت جیرفت با مساحت ۲۲۳۹۲۰ هکتار در جنوب شرق ایران و در استان کرمان در عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ده دقیقه تا ۲۸ درجه و ۵۵ دقیقه درجه شمالی و طول جغرافیایی قرار گرفته است. متوسط بارش سالانه در دشت جیرفت ۱۷۲/۷ میلی‌متر است. حداقل و حداکثر ارتفاع در این دشت به ترتیب ۴۹۷ و ۱۳۲۶ متر از سطح دریا است. همانطور که در شکل (۱) نقشه کاربری اراضی نشان داده شده دشت جیرفت دارای شش کاربری اراضی شامل اراضی کشاورزی، اراضی بایر، اراضی سنگلاخی، اراضی مرتعی، رودخانه و اراضی مسکونی است. شکل (۱) همچنین موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان کرمان را به‌همراه نقشه کاربری اراضی در سال ۱۳۹۸ نشان می‌دهد.

ماهیت تحقیق حاضر نظر به تقسیم‌بندی‌های انجام گرفته برای انواع تحقیقات علمی در چند طبقه تقسیم‌بندی می‌شود. به‌طور کلی از آنجایی که نتایج تحقیق می‌تواند در طراحی و اجرای برنامه‌های توسعه کشاورزی شهرستان جیرفت با هدف حفاظت از منابع آب به برنامه‌ریزان، سیاست‌گذاران و مجریان کمک نماید این پژوهش در زمره تحقیقات کاربردی است. از لحاظ کنترل متغیرها در دسته تحقیقات غیر آزمایشی و از نظر گردآوری اطلاعات مورد نیاز در دسته تحقیقات میدانی است. در این تحقیق برای به‌دست آوردن تناسب اراضی از روش ارزیابی چند متغیره با سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. در قسمت تعیین وزن لایه‌ها برای محاسبه تناسب اراضی از روش تحلیل سلسله مراتبی بهره گرفته شد. مراحل عملیاتی انجام تحقیق در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل (۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و در استان کرمان و نقشه کاربری اراضی آن



شکل (۲): مراحل عملیاتی انجام تحقیق

۲-۲- تهیه نقشه‌ها و اطلاعات مورد نیاز

نقشه‌های مورد نیاز در چهار دسته کلی شامل نقشه‌های اقتصادی–اجتماعی، نقشه‌های خاک، نقشه‌های اقلیم و توپوگرافی بودند. در این مرحله بر اساس شرایط منطقه و مرور مطالعات و نظر متخصصین در منطقه مورد مطالعه و خبرگان دانشگاهی، داده‌ها و اطلاعاتی مد نظر قرار گرفت که در تعیین تناسب اراضی از کارایی بالا و توجیه فنی خوبی برخوردار بودند که در جدول (۱) ارائه شده‌اند. فاکتورهای مدنظر در بخش تناسب اراضی برای تولید خرما در دشت جیرفت شامل فاکتورهای توپوگرافی (شیب و ارتفاع)، اقلیم (دما و بارش)، خاک (بافت خاک، هدایت الکتریکی خاک و شاخص نرمال شده گیاهی[1])منابع آب (افت آب زیرزمینی، هدایت الکتریکی آب و شاخص اختلاف آب نرمال شده[2]) اقتصادی–اجتماعی و زیرساختی (کاربری اراضی، فاصله از جاده و فاصله از شهر) بوده است.

1. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
2. Normalized Difference Water Index (NDWI)

جدول (۱): اطلاعات فاکتورهای در نظر گرفته شده جهت سنجش ارزیابی تناسب اراضی دشت جیرفت

فاکتورها	توجیه	منابع
شیب زمین	شیب یک عامل مهم در ساختار پوشش گیاهی و فرسایش خاک است. شیب از جنبه‌های مهم سطح و همچنین برای تخلیه داخلی آب خاک است زیرا هر دو ویژگی نقش عمده‌ای در رشد محصول دارند.	Yi and Wang, 2013; Akıncı et al., 2013; Elsheikh et al., 2013; Seyedmohammadi et al., 2016; Sahoo et al., 2018; Herzberg et al., 2019
ارتفاع زمین	تنوع در ارتفاع بر خاک‌ها، اثر میکروکلیما و سایر عواملی که بر تناسب اراضی مهم هستند موثر است.	Yi and Wang, 2013, Worqlul et al., 2017; Aldababseh et al., 2018; Sahoo et al., 2018; Pilevar et al., 2020
هدایت الکتریکی خاک[1]	شوری خاک نشان دهنده غلظت کل نمک‌های محلول در خاک است. در منطقه ریشه، وجود خاک با مقدار قابل توجهی نمک طبیعی منجر به محدود شدن دسترسی گیاه به آب می‌شود همچنین ممکن است باعث عدم تعادل مواد مغذی شود که می‌تواند بر رشد گیاه تأثیر بگذارد و با ایجاد پتانسیل اسمزی پایین محلول خاک، عملکرد محصول را محدود کند.	Seyedmohammadi et al., 2019; Feng et al., 2017; Mandal et al., 2020; Pilevar et al., 2020
بافت خاک	بافت یکی از پارامترهای مهم خاک است. بیشتر خصوصیات فیزیکی خاک به کلاس بافت بستگی دارد. طبقه‌ای از بافت خاک که بیشترین توانایی را برای کشاورزی دارد، خاک لوم است که شامل ترکیبی متعادل از ماسه، سیلت و ذرات رس است. کلاس بافت خاک بر توانایی خاک برای تخلیه آب، هوادهی و نگه داشتن رطوبت تأثیر می‌گذارد.	Nguyen et al., 2015; Seyedmohammadi et al., 2019; Aldababes, et al., 2018; Kazemi and Akinci, 2018; Seyedmohammadi et al., 2019; Herzberg et al., 2019; Pilevar et al., 2020
شاخص نرمال شده گیاهی	در این مطالعه شاخص نرمال شده گیاهی علاوه‌بر شاخص کاربری اراضی استفاده شد چرا که شاخص کاربری اراضی قادر به تفکیک درجه پوشش گیاهی برای نقاط دشت نیست و این شاخص همانطور که در مطالعات قبلی اشاره کردند مقیاسی از قابلیت منابع خاک و تناسب اراضی برای فعالیت کشاورزی است.	Neguyen et al., 2015; Sahoo et al., 2018
هدایت الکتریکی آب[2]	مقادیر هدایت الکتریکی میزان جامدات محلول در نمونه آب را بیان می‌کند و از عوامل اصلی تعیین کننده ارزیابی مناسب بودن آب برای فعالیت کشاورزی است.	Mustafa et al., 2011; Aldababseh et al., 2018; Tiri et al., 2020
افت آب زیرزمینی	با استفاده از داده‌های مشاهداتی اندازه‌گیری شده است. میزان افت سطح آب نسبت به سال قبل که اطلاعات آن از سازمان تماب گردآوری شد.	
شاخص اختلاف آب نرمال شده	رطوبت خاک شاخص خوبی برای کیفیت خاک است و با عملکرد محصول رابطه مثبت دارد و میزان رطوبت خاک بر اساس عمق و بافت خاک مقادیرش تغییر می‌کند.	Bhagat et al., 2009, Zolekar and Bhagat, 2014; Sahoo et al., 2018; Gao et al., 2021; Teng et al., 2021
متوسط دمای سالیانه	بارش و دما دو متغیر عمده هستند که می‌توانند رشد و عملکرد نهایی محصولات کشاورزی و به‌ویژه سیستم کشت دیم را بسیار تحت تأثیر قرار دهند.	Neguyen et al., 2015; Feng et al., 2017; Maleki et al., 2017; Akpoti et al., 2019; Pilevar et al., 2020
متوسط بارش سالیانه		Zabihi et al., 2015; Herzberg et al., 2019; Worqlul et al., 2019, Pilevar et al., 2020; Moisa et al., 2022
فاصله از مرکز شهر	دسترسی به بازارها عامل اصلی در فرآیند توسعه است. مطالعات زیادی نشان داده است که محدودیت نسبی در استفاده از کودهای شیمیایی در صحرای آفریقا اغلب مرتبط به محدودیت دسترسی به بازارها مرتبط است.	Elaalem, 2013; Neguyen et al., 2015; Worqlul et al., 2019
فاصله از جاده/دسترسی	تسهیل در دسترسی به زیر ساخت حمل و نقل بر کاربری زمین را از طریق دسترسی بهتر به نهاده‌ها و انتقال بهتر محصولات تأثیر دارد.	Mendas and Delali, 2012; Elaalem, 2013; Worqlul et al., 2017
کاربری زمین	دانش در مورد کاربری زمین فعلی اطلاعاتی را در مورد موجود بودن زمین فراهم می‌کند. داده‌های کاربری اراضی به شناسایی بهره وری یک منطقه برای یک سیستم محصول خاص کمک می‌کند.	Liu et al., 2008; Yi and Wang, 2013; Neguyen et al., 2015; Vettorazzi et al., 2016; Worqlul et al., 2017

۲-۳- کلاس‌بندی لایه‌های تهیه شده

در این مرحله بر اساس شاخص معرفی شده هر یک از لایه‌های مورد مطالعه در این تحقیق در چهار سطح کلاس‌بندی شدند شامل S1، S2، S3 و N که به ترتیب نشان دهنده سطح مناسب، نسبتاً مناسب، مناسب بحرانی و نامناسب است و به‌منظور تعیین کلاس برای شاخص‌های مورد نظر از اطلاعات منتشر شده موسسه تحقیقات آب و خاک کشور (زین الدینی‌میمند و همکاران، ۱۳۹۸) که برای محصولات باغی برگرفته از ۲۵ منبع معتبر به‌دست آمده است استفاده شد. شایان ذکر است برخی معیارها از قبیل شاخص نرمال شده گیاهی، شاخص نرمال شده آب، افت سطح آب زیرزمینی در این منبع ذکر نشده است و از منابع دیگری استفاده شده است که در جدول (۲) ذکر شده است. بر این اساس نقشه‌های استاندار شده برای هر یک از لایه‌ها تهیه شده است.

به‌منظور تعیین سطح تناسب اراضی دشت جیرفت برای تولید خرما بر اساس مطالعات قبلی و با مشورت با متخصصین کشاورزی در منطقه مورد مطالعه سطح تناسب هر یک از معیارها در چهار سطح مناسب، نسبتاً مناسب، مناسب بحرانی و نامناسب طبقه‌بندی شده‌اند که در جدول (۳) منابع استفاده شده ارائه شده است.

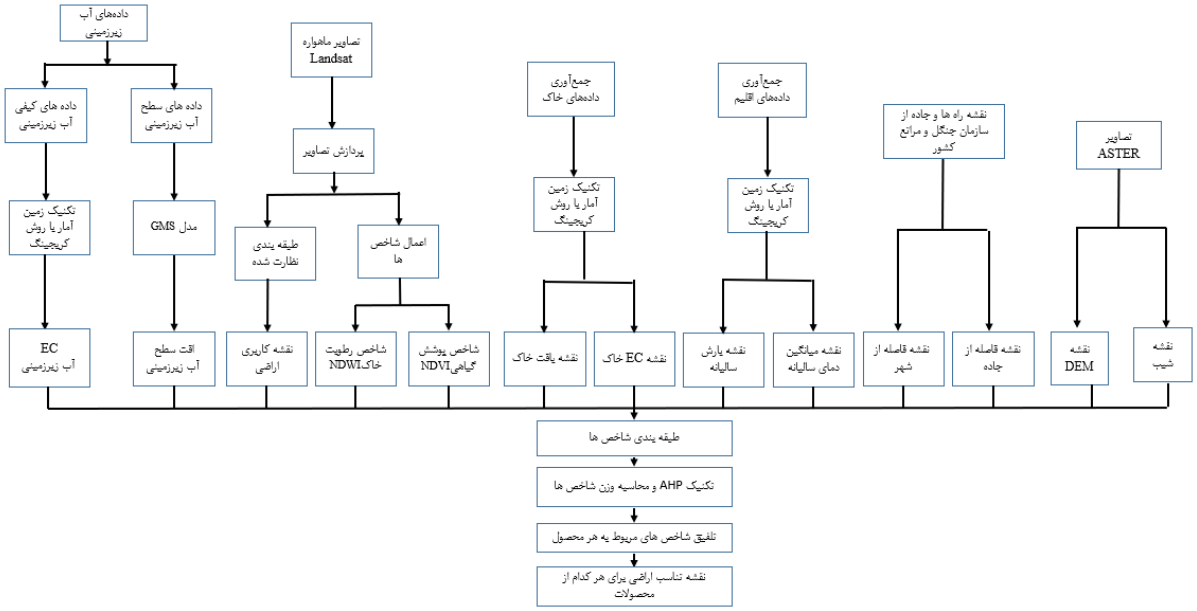
روند کلی انجام تحقیق و نحوه گردآوری داده‌ها در شکل (۳) ارائه شده است. در بخش تحلیل سلسله مراتبی هدف از وزن‌دهی به ۱۳ شاخص در نظر گرفته شده برای بررسی تناسب اراضی بوده است لذا مشابه تحقیقات پیشین (Akinki et al., 2013؛ Zolekar and Bhagat, 2015؛ Worqlul et al., 2019؛ Herzberg et al., 2019) تنها تا سطح معیارها از این روش استفاده شده است تا به این ۱۳ معیار وزن استاندارد تخصیص داده شود.

1. Electrical conductivity
2. Electrical conductivity of groundwater

به‌طور کلی داده‌های مورد نیاز برای تحقیق حاضر بر اساس مطالعات گذشته (در جدول ۱ توضیح داده شده است) و نظر پنل متخصصین در منطقه مورد مطالعه شامل متخصصین دانشگاهی، کارشناسان جهاد کشاورزی و کشاورزان خبره صورت گرفت. همچنین با مصاحبه حضوری از ۱۹ نفر از افراد فوق، وزن ۱۳ لایه در نظر گرفته شده برای سنجش تناسب اراضی با استفاده از مقایسه زوجی معیارها با روش تحلیل سلسله مراتبی تعیین شد.

جدول (۲): منابع مورد استفاده برای کلاس‌بندی فاکتورهای مورد مطالعه جهت سنجش ارزیابی تناسب اراضی دشت جیرفت برای تولید خرما

شاخص	منبع مورد استفاده برای کلاس بندی معیار
شیب، ارتفاع، هدایت الکتریکی خاک، بافت خاک، هدایت الکتریکی آب، دما، بارش	برگرفته از زین‌الدین میمندی و همکاران، ۱۳۹۸، و ۲۵ منبع داخلی و خارجی
شاخص نرمال شده گیاهی[1]	Neguyen et al., 2015; Sahoo et al., 2018
شاخص اختلاف آب نرمال شده	Zolekar and Bhagat, 2015; Teng et al., 2021
افت آب ریزمینی	
کاربری اراضی	Neguyen et al., 2015; Worqlul et al., 2017; Worqlul et al., 2019
فاصله از مرکز شهر	Mendas and Delali, 2012; Elaalem, 2013; Worqlul et al., 2017; Neguyen et al., 2015; Worqlul et al., 2019
فاصله از جاده	



شکل (۳): روند انجام مطالعه و نحوه گردآوری داده‌ها

مقیاس زبانی و عددی برای مقایسه زوجی معیارها بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول (۳): مقیاس زبانی و عددی برای مقایسه زوجی معیارهای تحقیق

مقیاس عددی	پاسخ‌های جایگزین متخصصین
۹	معیار i به شدت مهمتر از معیار j است
۷	معیار i خیلی مهمتر از معیار j است
۵	معیار i مهمتر از معیار j است
۳	معیار i کمی مهمتر از معیار j است
۱	معیار i به اندازه معیار j اهمیت دارد
۱/۳	معیار i کمی کم اهمیت‌تر از معیار j است
۱/۵	معیار i کم اهمیت‌تر از معیار j است
۱/۷	معیار i خیلی کم اهمیت‌تر از معیار j است
۱/۹	معیار i به شدت کم اهمیت‌تر از معیار j است

منبع: (Herzberg et al., 2019)

بیش از ۹۴ درصد منابع آب استفاده شده در دشت جیرفت از منابع آب زیرزمینی است از این‌رو در تحقیق حاضر این منابع آب زیرزمینی مد نظر قرار گرفته است. شایان ذکر است که بررسی پیش‌بینی تغییرات و منابع آب با استفاده از نرم افزار GMS و بر اساس داده‌های سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۷ سازمان

۱. در این مطالعه بر اساس اطلاعات تصاویر ماهواره لند ست ۸ در ماهی از سال که بیشترین فعالیت کشاورزی در دشت جیرفت وجود دارد در سال ۱۳۹۸ شاخص NDVIبرای نقاط دشت در محیط ENVI5.3 محاسبه شده است.

تأمین منابع آب کشور تهیه شده است. در این مطالعه پنج سناریو شامل سناریو ادامه وضعیت حال حاضر و چهار سناریو خوش بینانه و بدبینانه تغییرات منابع آب در سال ۱۴۱۰ در نظر گرفته شد. در سناریوهای بدبینانه ۲۰ و ۴۰ درصد افزایش برداشت از منابع آب را در نظر گرفته است و در دو سناریو خوش بینانه ۲۰ و ۴۰ درصد کاهش برداشت از منابع آب مد نظر قرار گرفت. شایان ذکر است سناریوهای فوق بر اساس مطالعات گذشته (Barati et al., 2019؛ Shirmohammadi et al., 2020) و بر اساس نظر کارشناسان آب و خاک در منطقه مورد مطالعه طراحی شده است (عادلی و همکاران، ۱۴۰۰). همچنین پیش بینی تغییرات کاربری اراضی برای سال ۱۴۱۰ نیز با استفاده از مدلساز LCM صورت پذیرفته است (عادلی و همکاران، ۱۴۰۰).

۳- نتایج

۳-۱- تعین رتبه معیارها

در این مرحله با استفاده از نظر متخصصین در منطقه مورد مطالعه ۱۳ معیار مورد مطالعه رتبه‌بندی شدند. براین اساس مشخص شد که برای تولید خرما در منطقه مورد مطالعه متغیرهای توپوگرافی دارای بیشترین اهمیت هستند و بعد از آن معیارهای مرتبط با منابع آب قرار داشته‌اند که در جدول (۱) نشان داده شده است.

همانطور که در شکل (۲) شرح داده شد ۱۳ فاکتور یا عامل برای مطالعه تناسب اراضی در این مطالعه مد نظر قرار گرفته است. در مرحله اول بر اساس روش مقایسه زوجی و طبق نظر متخصصین این ۱۳ فاکتور برای مطالعه تناسب اراضی دشت جیرفت برای تولید خرما بررسی شد که نتایج مربوط به امتیاز در نظر گرفته شده برای این لایه‌ها در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول (٤): ضرایب اهمیت ۱۳ فاکتور مورد بررسی در تناسب اراضی دشت جیرفت برای کاشت خرما

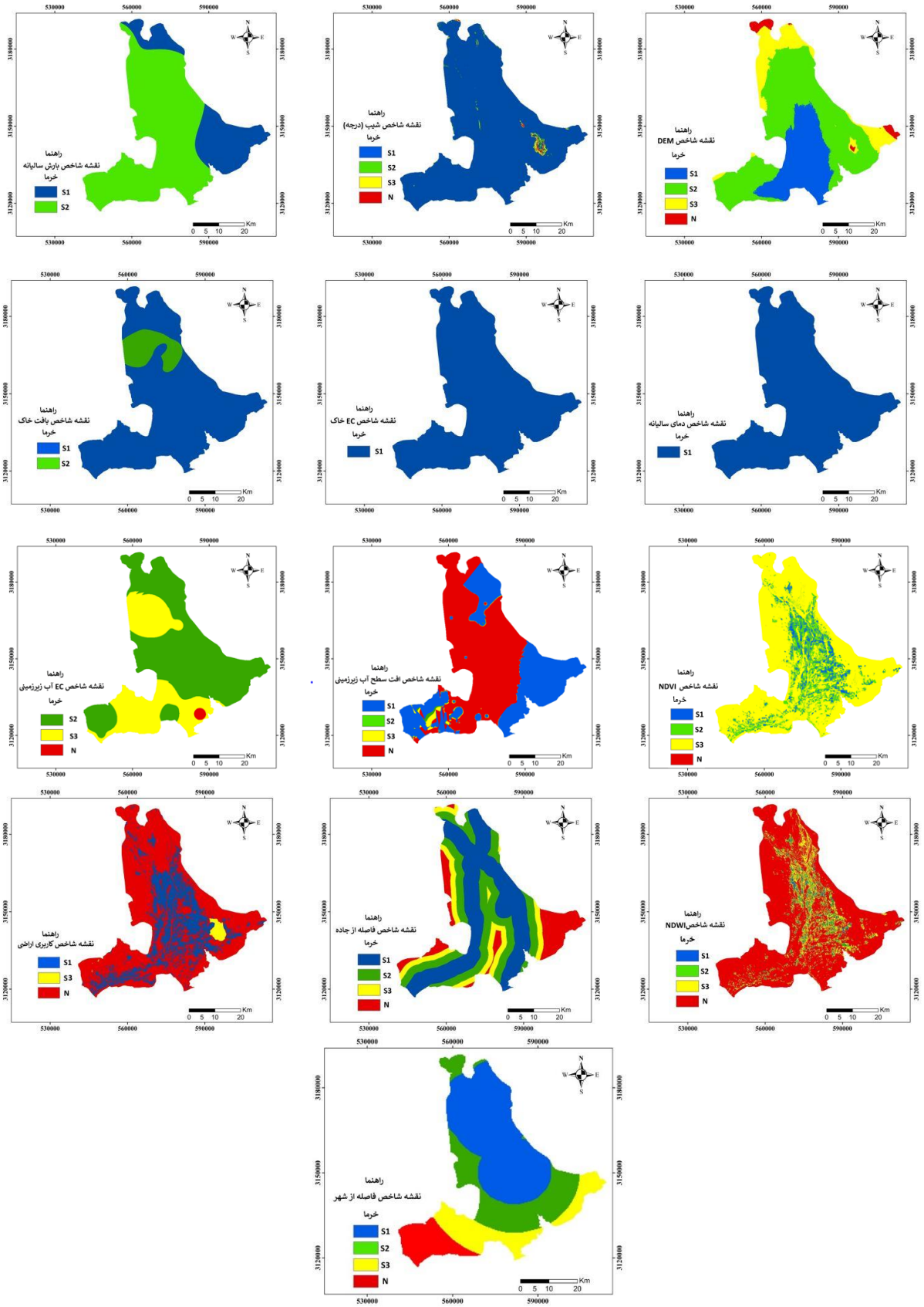
شماره	معیار	ضریب اهمیت	شماره	معیار	ضریب اهمیت
۱	افت سطح آب زیر زمینی	۰/۱	۸	دمای سالیانه	۰/۱
۲	هدایت الکتریکی آب	۰/۰۸	۹	بارش سالیانه	۰/۰۴
۳	شاخص اختلاف آب نرمال شده	۰/۰۹	۱۰	شیب	۰/۱۱
۴	بافت خاک	۰/۰۷	۱۱	تغییرات ارتفاع	۰/۱۸
۵	هدایت الکتریکی خاک	۰/۰۸	۱۲	فاصله از جاده	۰/۰۲
۶	کاربری اراضی	۰/۰۵	۱۳	فاصله از شهر	۰/۰۳
۷	شاخص نرمال شده گیاهی	۰/۰۵	Inconsisty: 0.07		

همانطور که مشخص است پارامترهای مربوط به توپوگرافی و آب سهم بیشتری دارند.

هر یک از ۱۳ لایه درنظر گرفته شده برای سنجش تناسب اراضی برای محصول خرما با لحاظ نمودن دو عامل به‌دست آمده است. عامل اول ضرایب بخش تحلیل سلسله مراتبی هستند که در قسمت قبلی (شکل ۲) توضیح داده شد است و عامل دوم سطح‌بندی هر یک از ۱۳ فاکتور بر اساس درجه تناسب است که بر اساس مطالعات قبل محاسبه شده است. لایه‌های استاندارد شده برای محصول خرما به‌عنوان یکی از محصولات اصلی دشت جیرفت در شکل (۴) آورده شده است. بر این اساس مشخص شد در بین ۱۳ فاکتور در نظر گرفته شده برای تناسب اراضی خرما بیشترین محدودیت در خصوص لایه افت آب زیرزمینی و شاخص رطوبت خاک وجود دارد. بر اساس اطلاعات بیش از ۷۵ درصد اراضی دشت از نظر این دو شاخص در وضعیت نامناسب برای تولید خرما قرار دارند و محدودیت‌ها در سراسر اراضی دشت پراکنده است و بیشترین عدم تناسب در اراضی مرکزی دشت وجود دارد. در زمینه لایه‌های استاندارد شده دما، هدایت الکتریکی خاک خاک و بافت خاک محدودیت قابل توجهی در دشت برای تولید خرما مشاهده نشد و بقیه پارامترها در وضعیت متوسطی قرار دارند که در شکل (۴) نشان داده شده است.

شکل (۵) نقشه پراکنش تناسب اراضی در دشت جیرفت را نشان می‌دهد. بر اساس اطلاعات به‌دست آمده مشخص شد ۸۷/۳۷ کیلومترمربع از مجموع اراضی دشت (۲۲۳۹/۲ کیلومتر مربع) دارای کلاس تناسب اراضی مناسب برای تولید خرما هستند.

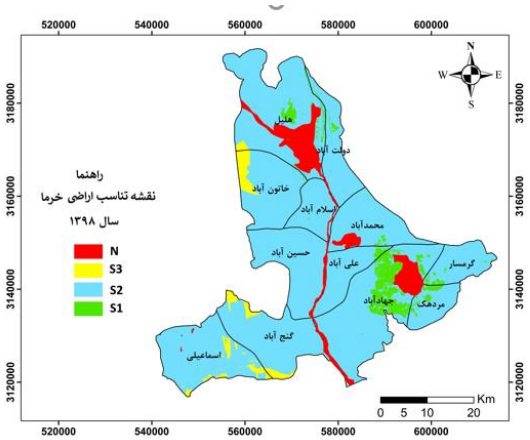
اکثر اراضی مناسب بر اساس تصویر فوق در دهستان جهادآباد و در اراضی میانی متمایل به شرق و شمال دشت در اراضی دهستان هلیل قرار دارند. پراکنش اراضی با درجه مناسب بحرانی به طور لکه‌های پراکنده در قسمت‌های غربی و جنوب دشت قرار دارند و اراضی نامناسب در اراضی با کاربری مسکونی و در حریم رودخانه هلیل قرار دارند. نتایج نشان می‌دهد که ۱۹۲۷/۸ کیلومتر مربع اراضی دشت که بیشترین سطح تناسب را در بین چهار کلاس دارد دارای تناسب نسبتاً مناسب است. همچنین مشخص شد که ۷۹/۰۳ کیلومتر مربع اراضی دشت جیرفت برای تولید خرما دارای درجه تناسب مناسب بحرانی هستند که کمترین سطح را در بین کلاس‌ها دارد. نتایج تحقیق نشان داد که مقدار اراضی که برای تولید خرما در دشت جیرفت دارای درجه تناسب نامناسب هستند حدود ۱۴۵ کیلومتر مربع است که نباید در آن‌ها تولیدی صورت گیرد چرا که محدودیت موجود در این اراضی در حدی است که تولید را حتی با اعمال اصلاحات اساسی، غیر اقتصادی خواهد نمود. اطلاعات جدول (۵) مقدار مساحت تناسب اراضی دشت جیرفت برای تولید خرما را نشان می‌دهد. همچنین سطح محدودیت در سطوح مختلف تناسب اراضی دشت جیرفت در این جدول مشخص است.



شکل (٤): نقشه‌های استاندارد شده لایه‌های در نظر گرفته شده برای تناسب خرما

جدول (۵): کلاس‌های تناسب اراضی برای تولید خرما

سطح تناسب	مساحت		خصوصیات و کیفیت زمین	
	کیلومتر مربع	درصد		
مناسب (S1)	۸۷/۳۷	۳/۹	شیب ۰ تا ۱۰ درجه	افت آب زیر زمینی ۰ تا ۲۰ سانتیمتر
			ارتفاع کمتر از ۶۰۰	خاک با رطوبت بالا
			بارش سالیانه بیشتر از ۲۰۰ میلی‌متر	شاخص پوشش گیاهی بزرگتر از ۰/۲
			دما ۱۷ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد	اراضی کشاورزی
			SL, LS, S, SCL, L	فاصله تا جاده تا ۳ کیلومتر
			هدایت الکتریکی خاک ۱۰– ۰ دسی‌زیمنس‌بر متر	فاصله تا شهر تا ۱۰ کیلومتر
			هدایت الکتریکی آب ۲۵۰> دسی‌زیمنس‌بر متر	
نسبتاً مناسب (S2)	۱۹۲۷/۸	۸۶/۰۹	شیب ۱۰–۱۵ درجه	افت آب زیر زمینی ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر
			ارتفاع ۶۰۰ تا ۸۰۰ متر	خاک با رطوبت متوسط
			بارش سالیانه ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر	شاخص پوشش گیاهی ۰/۱ تا ۰/۲
			دما ۱۲–۱۷ و ۲۸ –۳۳ درجه سانتی‌گراد	
			Sil, Cl, SC	فاصله تا جاده ۳ تا ۶ کیلومتر
			هدایت الکتریکی خاک ۱۵–۱۰ دسی‌زیمنس بر متر	فاصله تا شهر۱۰ تا ۲۰ کیلومتر
			هدایت الکتریکی آب ۱۳۰۰ – ۲۵۰	
مناسب بحرانی (S3)	۷۹/۰۳	۳/۵۳	شیب ۱۵ تا ۳۰ درجه	افت آب زیر زمینی ۳۰ تا ۵۰ سانتیمتر
			ارتفاع ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ متر	خاک با رطوبت کم
			بارش سالیانه ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر	شاخص پوشش گیاهی ۰ تا ۰/۰۱
			دما ۷–۱۲ و ۳۶ – ۳۳درجه سانتی‌گراد	اراضی سنگلاخی
			Si, SiCl	فاصله تا جاده ۶ تا ۹ کیلومتر
			هدایت الکتریکی خاک ۱۵ تا ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر	فاصله تا شهر ۲۰ تا ۳۰ کیلومتر
			هدایت الکتریکی آب ۱۳۰۰ تا ۳۰۰۰ دسی‌زیمنس بر متر	
نا مناسب (N)	۱۴۵	۶/۴۸	شیب ۳۰> درجه	افت آب زیر زمینی بیشتر از ۵۰ سانتیمتر
			ارتفاع بیشتر از ۱۰۰۰ متر	خاک خشک
			بارش سالیانه کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر	شاخص پوشش گیاهی ۰>
			دمای ۷> و ۳۶< درجه سانتی‌گراد	اراضی مرتعی، رودخانه، اراضی شهری، اراضی بایر
			رس،Sic	فاصله تا جاده بیشتر از ۹ کیلومتر
			هدایت الکتریکی خاک بیشتر از ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر	فاصله تا شهر بیشتر از ۳۰ کیلومتر
			هدایت الکتریکی آب بیشتر از ۳۰۰۰ دسی‌زیمنس بر متر	

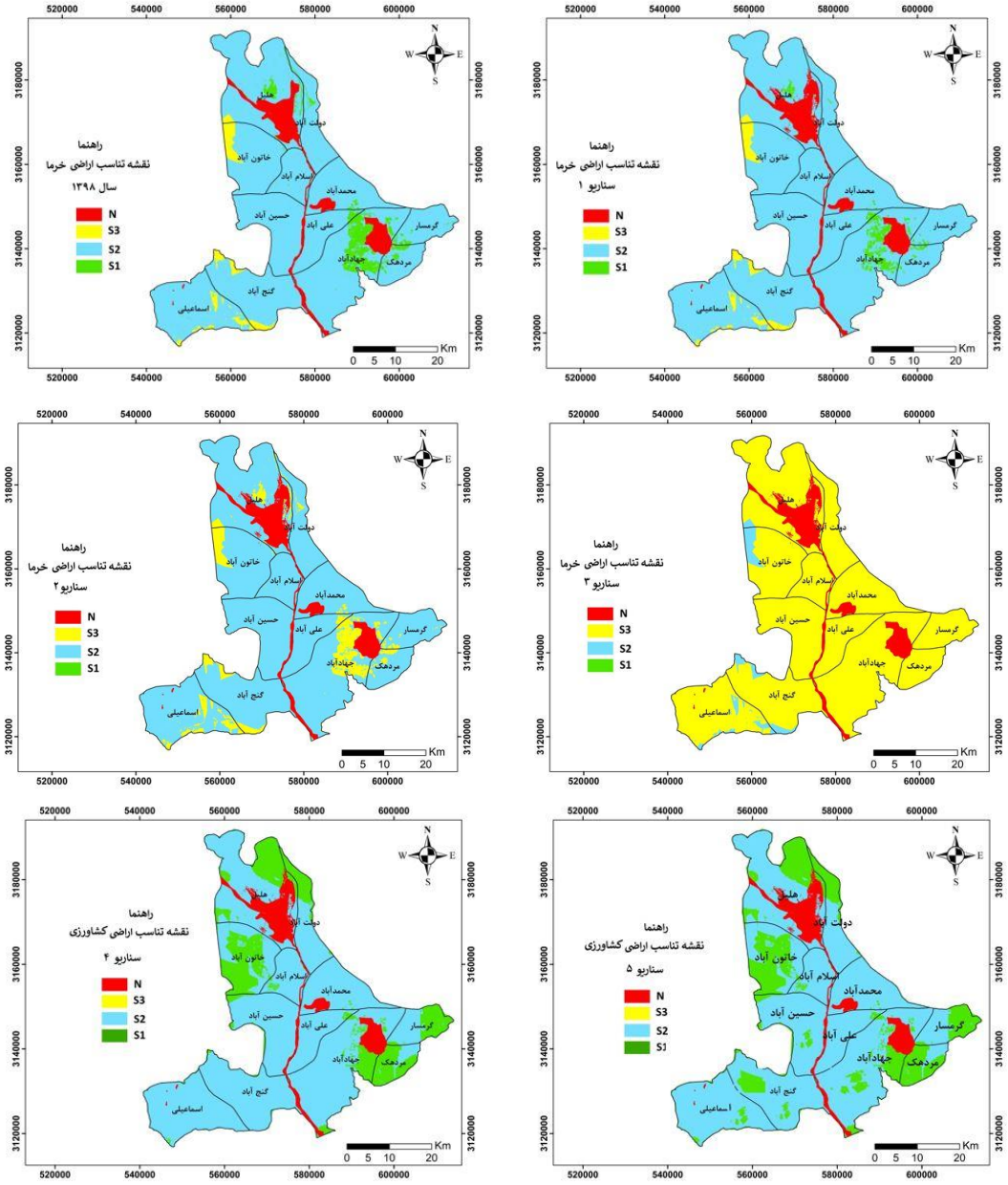


شکل (۵): نقشه تناسب اراضی دشت جیرفت برای تولید خرما

در ادامه تناسب اراضی دشت جیرفت بر اساس ۱۳ فاکتور که توضیح داده شد در شکل (۶) قابل مشاهده است.

همانطور که شکل (۶) نشان می‌دهد در صورت ادامه روند فعلی و تحت سناریو ۱ تحقیق، سطح تناسب اراضی برای تولید خرما در دشت جیرفت کاسته خواهد شد و محدودیت منابع آب تأثیر جدی بر ظرفیت اراضی این دشت برای تولید خرما خواهد داشت. علاوه‌بر شکل (۶)، نتایج جدول (۳) نیز نشان می‌دهد که وضعیت تناسب اراضی دشت جیرفت در حال حاضر و تحت سناریوهای آینده به چه ترتیبی است. بر همین اساس مشخص است که در حال حاضر تنها ۳/۹ درصد اراضی دشت جیرفت برای تولید خرما مناسب هستند و بیشتر سطح اراضی (حدود ۸۶ درصد) در کلاس با درجه نسبتاً مناسب قرار دارند و اراضی با درجه تناسب مناسب بحرانی و نامناسب به ترتیب ۳/۵۳ و ۶/۵۴ درصد را در برگرفته است. بر اساس نتایج مشخص شد

که تحت سناریوهای مدیریتی بدبینانه منابع آب که ۲۰ و ۴۰ درصد افزایش برداشت از منابع آب فرض شده است (سناریو ۲ و ۳) وضعیت تناسب اراضی در دشت جیرفت برای تولید خرما بدتر از وضعیت فعلی اراضی خواهد شد و تناسب اراضی به سمت درجه تناسب بحرانی گرایش داشته است که بدترین وضعیت در سناریو ۳ مشاهده شد که در آن افزایش ۴۰ درصد برداشت منابع آب مد نظر بوده است. با تحلیل نقشه‌های تناسب اراضی (شکل ۶) مشخص گردید که اراضی با درجه تناسب بحرانی در افق ۱۴۱۰ بیش از ۱۴ کیلومتر مربع افزوده خواهند شد.



شکل (٦): نقشه تناسب اراضی خرما بر اساس سناریوهای تحقیق

بر خلاف دو سناریو ۲ و ۳ تغییرات منابع آب، در سناریوهای مدیریتی منابع آب که بهبود وضع مدیریت منابع آب با کاهش برداشت از منابع آب زیرزمینی دشت همراه است (سناریو ۴ و ۵) شاهد بهبود وضعیت تناسب اراضی دشت خواهیم بود به گونه‌ای که در بهترین وضعیت تناسب اراضی در افق ۱۴۱۰ در سناریو پنجم تحقیق مشاهده شده است که در آن سطح تناسب اراضی با درجه مناسب به ۱۷۹/۰۳ کیلومتر مربع افزایش یافته است. نکته قابل توجه آن است که در سناریوهای خوش‌بینانه ۴ و ۵ تناسب اراضی به سمت اراضی با درجه نسبتاً مناسب تغییر داشته است و اراضی با درجه تناسب بحرانی در این سناریوها مشاهده نشده است.

جدول (۳):کلاس‌های تناسب اراضی خرما در حال حاضر و سناریوهای آینده

سطح تناسب	سناریو									
	۱۳۹۸		سناریو ۱ (ادامه وضعیت فعلی)		سناریو ۲ (۲۰ درصد افزایش برداشت آب)		سناریو ۳ (۴۰ درصد افزایش برداشت آب)		سناریو ٤ (۲۰ درصد کاهش برداشت آب)		سناریو ٥ (۴۰ درصد کاهش برداشت آب)	
	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	درصد
مناسب (S1)	۸۷/۳۷	۳/۹	۷۹/۰۳	۳/۵۳	۰	۰	۰	۰	۹۹/۰۳	۴/۴	۱۷۹	۸
نسبتاً مناسب (S2)	۱۹۲۶/۳	۸۶/۰۴	۱۹۱۲/۳	۸۵/۰۴	۱۶۶/۴	۷/۴۳	۸۷/۳۷	۳/۹	۱۹۷۹/۷	۸۸/۴	۱۸۹۹/۷	۸۴/۸
مناسب بحرانی (S3)	۷۹/۰۳	۳/۵۳	۸۷/۳۷	۳/۹	۱۹۱۲/۳۳	۸۵/۴	۱۹۹۱/۳۶	۸۸/۹۳	۰	۰	۰	۰
نامناسب (N)	۱۶۴/۴	۶/۵۴	۱۶۰/۴۷	۷/۱۷	۱۶۰/۴۷	۷/۱۷	۱۶۰/۴۷	۷/۱۷	۱۶۰/۴۷	۷/۱۷	۱۶۰/۴۷	۷/۱۷

٤- بحث و نتیجه‌گیری

انتخاب بهترین اراضی برای تولید محصولات کشاورزی همیشه یکی از نگرانی‌های کشاورزان و مسئولین بخش کشاورزی بوده است. در این مطالعه در دشت جیرفت به‌عنوان یکی از قطب‌های کشاورزی در جنوب کشور با استفاده از ۱۳ فاکتور تناسب اراضی به‌عنوان یکی از محصولات دارای مزیت صادراتی در کشور با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی- سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد ارزیابی قرار گرفت. در این مطالعه از روش تحلیل سلسله مراتبی برای سنجش تناسب اراضی دشت جیرفت برای تولید خرما بهره گرفته شد که مطالعات قبلی قابلیت این روش را در مطالعات تناسب اراضی برای محصولات مختلف نشان داده است (nguyen et al. (۲۰۱۵)در محصول قهوه؛ Qiu et al. (۲۰۱۷)در واحدهای دامی در چین؛ Aldababseh et al. (۲۰۱۸) در خرما در امارات متحده عربی؛ Herzberg et al. (۲۰۱۹) در موز و کاساوا در مرکز ویتنام؛ Dialami and Givi (۲۰۲۰) در خرما در استان فارس؛ وحیدی (۱۳۹۹) در عناب و زرشک در بیرجند). نتایج همچنین نشان داد که اراضی مختلف دشت دارای درجه تناسب اراضی متفاوت برای تولید خرما هستند. نتایج نشان داد که اراضی دشت محدودیت‌های گسترده‌ای از نظر تناسب اراضی برای تولید خرما دارا هستند که با مطالعه سرمدیان و قوامی (۱۳۹۸) مطابقت دارد. بر اساس نتایج مشخص است که تناسب اراضی در حال حاضر در اراضی دشت کمتر در سطح مناسب قرار دارد و محدودیت‌هایی در این زمینه وجود دارد که جهت دستیابی به سطح عملکرد بهینه بر اساس مناطق مختلف در جهت رفع محدودیت‌های تناسب اراضی بایستی برنامه‌ریزی اصلاحی صورت پذیرد. نتایج همچنین مشخص کرد در صورتی که اضافه برداشت از سطح منابع آب دشت با روند فعلی ادامه یابد وضعیت تناسب اراضی برای کشت خرما بدتر خواهد شد و در صورت اعمال اقدامات مدیریتی و کاهش برداشت از سطح اراضی دشت شاهد بهبود وضعیت تناسب اراضی بوده‌ایم که نتایج مطالعات خارجی (Sahoo et al., 2018) در مطالعه اثر تغییرات اقلیمی و کاربری اراضی بر تناسب اراضی در هند؛ Worqlul et al. (۲۰۱۹) در پیش بینی تغییرات تناسب اراضی در اتیوپی در اثر تغییرات اقلیمی؛ Paul et al. (۲۰۲۰) در مطالعه پیش بینی اثر تغییرات منابع آب بر تناسب اراضی در کالیفرنیا در آمریکا) در این زمینه هم‌خوانی داشته است. بر این اساس اهمیت فاکتور آب در منطقه مورد مطالعه مشخص می‌گردد و ضروری است تا در منطقه مورد مطالعه نقشه الگوی کشت مورد بازنگری قرار گیرد برداشت آب از دشت برای محصولاتی که منطقه دارای مزیت تولید نیست خودداری شود. تحقیق حاضر همچنین رویکرد جدیدی در زمینه تلفیق مطالعات آب و تناسب اراضی گشوده است که با توجه به مسئله آب در کل مناطق کشور می‌تواند در مطالعات آتی مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

برخوری، س.، رفیعی ساردوئی، ا.، رمضانی، م. ر.، اذره، ع.، و نصب پور، م. (۱۳۹۹). پیش‌بینی تولید خالص اولیهٔ بیوم‌های مختلف دشت جیرفت در مواجهه با تغییر اقلیم. مرتع و آبخیزداری، (۳)۷۳، ۴۷۱-۴۵۳.

زین الدین میمندی، ع.، تومانیان، ن.، نویدی، م. ن.، فرج نیا، ا.، و سید جلالی، س. ع. (۱۳۹۸). نیازهای رویشی گیاهان باغبانی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب.

سرمدیان، ف.، و قوامی، م. س. (۱۳۹۸). ارزیابی تناسب اراضی با استفاده از روش TOPSIS و مقایسه آن با روش‌های پارامتریک برای محصول ذرت در بخشی از اراضی قزوین. تحقیقات آب و خاک ایران، (۹)۵۰، ۲۲۸۷-۲۲۷۵.

عادلی ساردوئی، م.، اسدی، ع.، کلانتری. خ.، براتی، ع. ا.، و خسروی، ح. (۱۴۰۰). پیش‌بینی نوسانات سطح آب زیرزمینی در دشت جیرفت و ارتباط آن با الگوی توسعه کشت محصولات باغی. آبیاری و آب ایران، (۴)۱۱، ۱۹۴-۱۷۵.

عادلی ساردوئی، م.، اسدی، ع.، کلانتری. خ.، براتی، ع. ا.، و خسروی، ح. (۱۳۹۹). بررسی تغییرات کاربری اراضی دشت جیرفت در دورهٔ حال و آینده (با نگاهی بر تناسب کاربری اراضی کشاورزی). مرتع و آبخیزداری، (۴)۷۳، ۹۱۳-۸۹۳.

عسکری، م. ص.، سرمدیان، ف.، خدادادی، م.، و نوروزی، ع. ا. (۱۳۸۸). پهنه‌بندی اکولوژیکی کشاورزی با استفاده از سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در منطقه تاکستان. تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۰(۲)، ۱۰۴-۹۳.

وحیدی، م. ج. (۱۳۹۹). ارزیابی تناسب اراضی برای زرشک و عناب به روش پارامتریک و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در حوضه القورات بیرجند. تحقیقات آب و خاک ایران، ۵۱(۱۰)، ۲۶۸۰-۲۶۶۵.

وزارت جهاد کشاورزی، (۱۳۹۹). آمارنامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی. در دسترس:.//1.=formandlang=_?www.maj.ir/Index.aspx?page

Akıncı, H., Özalp, A.Y., and Turgut, B. (2013). Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique. Computers and electronics in agriculture, 97, 71-82.

Abate, S.G., and Anteneh, M.B. (2024). Assessment of agricultural land suitability for cereal crops based on the analysis of soil physico-chemical characteristics. Environmental Systems Research, 13(1), 6.

Akpoti, K., Kabo-bah, A.T., and Zwart, S.J. (2019). Agricultural land suitability analysis: State-of-the-art and outlooks for integration of climate change analysis. Agricultural systems, 173, 172-208.

Aldababseh, A., Temimi, M., Maghelal, P., Branch, O., and Wulfmeyer, V. (2018). Multi-criteria evaluation of irrigated agriculture suitability to achieve food security in an arid environment. Sustainability, 10(3), 803.

Elsheikh, R., Shariff, A.R.B.M., Amiri, F., Ahmad, N.B., Balasundram, S.K., and Soom, M.A.M. (2013). Agriculture Land Suitability Evaluator (ALSE): A decision and planning support tool for tropical and subtropical crops. Computers and electronics in agriculture, 93, 98-110.

Badza, T., Tesfamariam, E.H., and Cogger, C.G. (2020). Agricultural use suitability assessment and characterization of municipal liquid sludge: Based on South Africa survey. Science of The Total Environment, 721, 137658.

Bandyopadhyay, S., Jaiswal, R.K., Hegde, V.S., and Jayaraman, V. (2009). Assessment of land suitability potentials for agriculture using a remote sensing and GIS based approach. International journal of remote sensing, 30(4), 879-895.

Barati, A.A., Azadi, H., and Scheffran, J. (2019). A system dynamics model of smart groundwater governance. Agricultural Water Management, 221, 502-518.

Bhagat, R.M., Sharda Singh, C. Sood, R.S. Rana, V. Kalia, S. Pradhan, W. and Shrestha, B. (2009). Land suitability analysis for cereal production in Himachal Pradesh (India) using Geographical Information System. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 37(2), 233-240.

Dialami, H., and Givi, J. (2020). Qualitative land suitability evaluation for date palm (Phoenix dactylifera L. cv Kabkab) cultivation in Fars province. Water and Soil, 34(4), 921-932.

Elaalem, M. (2013). A comparison of parametric and fuzzy multi-criteria methods for evaluating land suitability for olive in Jeffara Plain of Libya. Apcbee Procedia, 5, 405-409.FAO. (2017). Guidelines for Soil Profile Description, 3rd ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Feng, Q., Chaubey, I., Engel, B., Cibin, R., Sudheer, K.P., and Volenec, J. (2017). Marginal land suitability for switchgrass, Miscanthus and hybrid poplar in the Upper Mississippi River Basin (UMRB). Environmental modelling & software, 93, 356-365.

Fontes, M.P., Fontes, R.M., and Carneiro, P.A. (2009). Land suitability, water balance and agricultural technology as a Geographic-Technological Index to support regional planning and economic studies. Land use policy, 26(3), 589-598.

Gaál, M., Quiroga, S., and Fernández-Haddad, Z. (2014). Potential impacts of climate change on agricultural land use suitability of the Hungarian counties. Regional Environmental Change, 14(2), 597-610.

Herzberg, R., Pham, T.G., Kappas, M., Wyss, D., and Tran, C.T.M. (2019). Multi-criteria decision analysis for the land evaluation of potential agricultural land use types in a hilly area of Central Vietnam. Land, 8(6), 90.

Kazemi, H., and Akinci, H. (2018). A land use suitability model for rainfed farming by Multi-Criteria Decision-making Analysis (MCDA) and Geographic Information System (GIS). Ecological engineering, 116, 1-6.

Kazemi, H., Sadeghi, S., and Akinci, H. (2016). Developing a land evaluation model for faba bean cultivation using geographic information system and multi-criteria analysis (A case study: Gonbad-Kavous region, Iran). Ecological indicators, 63, 37-47.

Kılıç, M., Gündoğan, R., and Guenal, H. (2024). An illustration of a sustainable agricultural land suitability assessment system with a land degradation sensitivity. Environment, Development & Sustainability, 26(3).

Maleki, F., Kazemi, H., Siahmarguee, A., and Kamkar, B. (2017). Development of a land use suitability model for saffron (Crocus sativus L.) cultivation by multi-criteria evaluation and spatial analysis. Ecological Engineering, 106, 140-153.

Mandal, V.P., Rehman, S., Ahmed, R., Masroor, M.D., Kumar, P., and Sajjad, H. (2020). Land suitability assessment for optimal cropping sequences in Katihar district of Bihar, India using GIS and AHP. Spatial Information Research, 28(5), 589-599.

Memarbashi, E., Azadi, H., Barati, A.A., Mohajeri, F., Passel, S.V., and Witlox, F. (2017). Land-use suitability in Northeast Iran: Application of AHP-GIS hybrid model. ISPRS International Journal of Geo-Information, 6(12), 396.

Mendas, A., and Delali, A. (2012). Integration of MultiCriteria Decision Analysis in GIS to develop land suitability for agriculture: Application to durum wheat cultivation in the region of Mleta in Algeria. Computers and electronics in agriculture, 83, 117-126.

Moisa, M.B., Merga, B.B., and Gemeda, D.O. (2022). Land suitability evaluation for surface irrigation using geographic information system: a case study in Didessa River Sub-Basin, Western Ethiopia. Sustainable Water Resources Management, 8(3), 82.

Mustafa, A.A., Singh, M., Sahoo, R.N., Ahmed, N., Khanna, M., Sarangi, A., and Mishra, A.K. (2011). Land suitability analysis for different crops: a multi criteria decision making approach using remote sensing and GIS. Researcher, 3(12), 61-84.

Nguyen, T.T., Verdoodt, A., Van Y,T., Delbecque, N., Tran, T.C., and Van Ranst, E. (2015). Design of a GIS and multi- criteria based land evaluation procedure for sustainable land-use planning at the regional level. Agriculture, Ecosystems & Environment, 200, 1-11.

Olaniyi, A.O., Ajiboye, A.J., Abdullah, A.M., Ramli, M.F., and Sood, A.M. (2015). Agricultural land use suitability assessment in Malaysia. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 21(3), 560-572.

Paul, M., Negahban-Azar, M., Shirmohammadi, A., and Montas, H. (2020). Assessment of agricultural land suitability for irrigation with reclaimed water using geospatial multi-criteria decision analysis. Agricultural Water Management, 231, 105987.

Pilevar, A.R., Matinfar, H.R., Sohrabi, A., and Sarmadian, F. (2020). Integrated fuzzy, AHP and GIS techniques for land suitability assessment in semi-arid regions for wheat and maize farming. Ecological Indicators, 110, 105887.

Qiu, L., Zhu, J., Pan, Y., Hu, W., and Amable, G.S. (2017). Multi-criteria land use suitability analysis for livestock development planning in Hangzhou metropolitan area, China. Journal of Cleaner Production, 161, 1011-1019.

Recatalá Boix, L., and Zinck, J. (2008). land-use planning in the Chaco plain (Burruyacú, Argentina). Part 1: evaluating land-use options to support crop diversification in an agricultural frontier area using physical land evaluation. Environmental Management, 42(2), 200-209.

Sahoo, S., Sil, I., Dhar, A., Debsarkar, A., Das, P., and Kar, A. (2018). Future scenarios of land-use suitability modeling for agricultural sustainability in a river basin. Journal of Cleaner Production, 205, 313-328.

Savari, M., Eskandari Damaneh, H., and Damaneh, H.E. (2021). Factors influencing farmers' management behaviors toward coping with drought: evidence from Iran. Journal of Environmental Planning and Management, 64(11), 2021-2046.

Seyedmohammadi, J., Esmaeelnejad, L., and Ramezanpour, H. (2016). Land suitability assessment for optimum management of water consumption in precise agriculture. Modeling Earth Systems and Environment, 2(3), 162.

Sharafi, S., and Noorollahi, D. (2020). Assessing the Agricultural Land Use Potential in National Lands Using Spatial Planning Approach: The Case Study of Chalancholan Basin, East of Lorestan Province. Town and Country Planning, 12(2), 331-357.

Shirmohammadi, B., Malekian, A., Salajegheh, A., Taheri, B., Azarnivand, H., Malek, Z., and Verburg, P.H. (2020). Scenario analysis for integrated water resources management under future land use change in the Urmia Lake region, Iran. Land Use Policy, 90, 104299.

Sys, C. (1993). Land evaluation in the tropics. Pédologie, 43(1), 117-142.

Tashayo, B., Honarbakhsh, A., Azma, A., and Akbari, M. (2020). Combined fuzzy AHP–GIS for agricultural land suitability modeling for a watershed in southern Iran. Environmental Management, 66(3), 364-376.

Teng, J., Xia, S., Liu, Y., Yu, X., Duan, H., Xiao, H., and Zhao, C. (2021). Assessing habitat suitability for wintering geese by using Normalized Difference Water Index (NDWI) in a large floodplain wetland, China. Ecological Indicators, 122, 107260.

Tiri, A., Belkhiri, L., Asma, M., and Mouni, L. (2020). Suitability and assessment of surface water for irrigation purpose. In Water chemistry. IntechOpen.

Vasu, D., Srivastava, R., Patil, N.G., Tiwary, P., Chandran, P., and Singh, S.K. (2018). A comparative assessment of land suitability evaluation methods for agricultural land use planning at village level. Land use policy, 79, 146-163.

Worqlul, A.W., Dile, Y.T., Jeong, J., Adimassu, Z., Lefore, N., Gerik, T., and Clarke, N. (2019). Effect of climate change on land suitability for surface irrigation and irrigation potential of the shallow groundwater in Ghana. Computers and electronics in agriculture, 157, 110-125.

Worqlul, A.W., Jeong, J., Dile, Y.T., Osorio, J., Schmitter, P., Gerik, T., and Clark, N. (2017). Assessing potential land suitable for surface irrigation using groundwater in Ethiopia. Applied geography, 85, 1-13.

Zabihi, H., Ahmad, A., Vogeler, I., Nor-Said, M., Golmohammadi, M., Golein, B., and Nilashi, M. (2015). Land suitability procedure for sustainable citrus planning using the application of the analytical network process approach and GIS. Comput. Electron. Agric. 117, 114–126.

Zolekar, R.B., and Bhagat, V.S. (2015). Multi-criteria land suitability analysis for agriculture in hilly zone: Remote sensing and GIS approach. Computers and Electronics in Agriculture, 118, 300-321.

Management of Natural Ecosystems
Volume 4, Issue 4, Winter 2025, 1-14
http://emj.ardakan.ac.ir/article_731385.html

Land Suitability Analysis for Date Palm Cultivation Based on Water Resource Change Scenarios in the Jiroft Plain

Mohsen Adeli Sardooei[1], Ali Asadi[*2], Khalil Kalantari[2], Ali Akbar Barati[3], Hasan Khosravi[4]

CC BY

Research Article

1. Ph.D. Graduate, Department of Agricultural Management and Development, University of Tehran, Tehran, Iran and Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, University of Jiroft, Kerman, Iran.

mohsen.adelis@gmail.com

2. Professor, Department of Agricultural Management and Development, University of Tehran, Tehran, Iran.

aasadi@ut.ac.ir

* Corresponding author

khkalan@ut.ac.ir

3. Associate Professor, Department of Agricultural Management and Development, University of Tehran, Tehran, Iran.

aabarati@uut.ac.ir

4. Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, University of Tehran, Tehran, Iran.

hakhosravi@ut.ac.ir

Article Code: 2510-1122
Countinus Pagination: 904-917

Received: 03 October 2025
Accepted: 18 October 2025
Online: 02 November 2025
Review speed: 16 days

Citation:
Adeli Sardooei, M., Asadi, A., Kalantari, K., Barati, A. A, and Khosravi, H. (2025). Land Suitability Analysis for Date Palm Cultivation Based on Water Resource Change Scenarios in the Jiroft Plain. Management of Natural Ecosystems, 4(4), 1-14.

Abstract

Land suitability analysis is an important step in agricultural land-use planning and plays an important role in identifyng areas with the highest levels of suitability for crop cultivation, allocating them appropriately, and reduce adverse environmental impacts. Since more than 10% of the world's dates are produced in Iran a crop with significant foreign exchange earnings the government has, in recent years, pursued plans to expand the cultivation area of date palms in regions suitable for its production. The Jiroft Plain holds a significant share of date production in the country; therefore, this study evaluated the land suitability of the Jiroft Plain for date cultivation using a combination of two multivariate decision-making methods and a geographic information system under current conditions and groundwater change scenarios projected for the year 2031 (1410 in the Iranian calendar), an aspect that has received little attentionin land suitability studies. The results showed that the Jiroft Plain has minimal climatic limitations for date production; however, there are constraints related to water and soil factors, which vary across different parts of the plain. the results of the pairwise comparison of the 13 factors considered for date cultivation indicated that parameters related to topography and water resources were more important than the other factors. Based on the findings, most areas of the Jiroft Plain classified as "moderately suitable" for date cultivation, and under pessimistic groundwater scenarios within the next decade, most lands are expected to decline to a "critically suitable" category. The study also revealed that to enhance productivity and improve land management, policymakers and farmers must give serious considerationto the limitations of water resources when selecting sites for the expansion of date palm orchards in the Jiroft Plain. The maps generated by this studyan provide a basis for planning and developingdate palm plantations in the study area.

Key Words:

Date, Water Resources Changes, Jiroft Plain, Land Suitability, AHP-GIS

ISSN: 2821-0182
DOI: 10.22034/emj.2025.731385