

## پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت مرکبات در استان خوزستان با روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در محیط GIS

رضا برنا\*<sup>۱</sup>، مهران شبانکاری<sup>۲</sup>، امیرحسین حلبیان<sup>۳</sup>، افسانه علیزاده<sup>۴</sup>

۱-دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

۲-استادیار آب و هواشناسی، دانشگاه فرهنگیان، اهواز

۳-دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران

۴-کارشناس ارشد آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۸/۱۲

تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۵/۹/۱۴

### چکیده

هدف از این پژوهش پهنه‌بندی نواحی اقلیمی مستعد کشت مرکبات در استان خوزستان است. به این منظور پارامترهای محیطی در قالب یک ساختار سلسله مراتبی چهار سطحی (اهداف، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها)، پایگاه لایه‌های اطلاعات اقلیمی (بارش، دما، رطوبت نسبی، باد و ساعات آفتابی روزانه) در بازه زمانی ۲۰ ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۰) تهیه شد. پس از شناسایی گزینه‌های مرجع و همچنین تعیین رتبه آنها، ضمن در نظر گرفتن همزمان کلیه معیارهای تصمیم‌گیری، ضریب اهمیت (وزن) معیارها و زیر معیارها بر اساس روش استاندارد شده مقایسه زوجی محاسبه گردید. آنگاه بر اساس مدل (AHP) به تخصیص ارزش و تلفیق نقشه‌های حاصله در محیط GIS پرداخته شد و در نهایت بر اساس اعمال وزن نهایی هر یک از زیر معیارهای محیطی و اقلیمی مؤثر در کشت، نقشه پهنه‌بندی نواحی مستعد کشت مرکبات استان تهیه گردید. نتایج نشان داد که روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به دلیل سادگی، انعطاف‌پذیری و به کارگیری همزمان معیارهای کیفی و کمی، با کاربرد مطلوب در برنامه‌ریزی اقلیمی- محیطی، توانایی آشکارسازی و تفکیک مناطق مستعد کشت مرکبات در خوزستان را دارد. بر اساس این پژوهش، نقشه پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت مرکبات خوزستان در ۴ کلاس اهمیت (ضعیف، متوسط، خوب و عالی) طبقه‌بندی می‌شود. مناطق شمالی و شرقی استان از شرایط خوب تا عالی جهت کشت مرکبات برخوردار است و مناطق محدودیت‌دار استان با پتانسیل ضعیف، بخش‌های جنوبی، مرکزی و غربی را در بر می‌گیرند.

**واژه‌های کلیدی:** اقلیم، مرکبات، پهنه‌بندی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، خوزستان.

## مقدمه

شناسایی مناطق مستعد کشاورزی بر پایه شناخت پتانسیل‌های طبیعی، می‌تواند ضمن فراهم‌سازی بسترهای مناسب برای فعالیت‌های انسانی، در امر برنامه‌ریزی محیطی و آمایش سرزمین نقش عمده‌ای ایفا نماید. از آنجا که هر یک از محصولات کشاورزی شرایط اقلیمی و محیطی خاصی را می‌طلبند، محققان منابع طبیعی و اقلیم‌شناسی تلاش دارند تا بر پایه مدل‌های اکولوژیکی-کشاورزی، منابع زمینی را با روش‌های مناسب شناسایی، ارزیابی و قابلیت سنجی نمایند (محمدی، ۱۳۸۵). در این راستا با توجه به ویژگی‌های استان خوزستان چون وسعت زیاد، زمین‌های حاصل-خیز، تنوع آب و هوایی و داشتن توان‌های محیطی قابل بهره‌برداری بسیار در بخش‌های کشاورزی و صنعتی، بررسی و شناخت دقیق پتانسیل‌های اقلیمی-محیطی و روابط بین آنها جهت توسعه برنامه‌ریزی‌های ملی-منطقه‌ای کشاورزی لازم و ضروری به نظر می‌رسد. تاکنون درباره تأثیر شرایط آب و هوایی بر کشاورزی، تحقیقاتی در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف در جهان انجام شده است؛ با این حال در مورد چگونگی تأثیر اقلیم بر کشت مرکبات در خوزستان پژوهش‌های مستقیم چندانی صورت نگرفته است. بازگیر (۱۳۷۸) به منظور تعیین پتانسیل اقلیمی زراعت گندم در استان کردستان از GIS بهره برده است و در نهایت استان کردستان را به پهنه‌بندی خیلی مناسب، مناسب، متوسط و ضعیف از لحاظ کشت گندم تقسیم‌بندی نموده است. فرج زاده و تکلوبیغش (۱۳۸۰) به ناحیه‌بندی آگروکلیمایی استان همدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی با تأکید بر گندم پرداخته‌اند. ایشان با استفاده از توابع سیستم اطلاعات جغرافیایی متناسب با قابلیت کشت گندم داریم، به لایه‌ها ارزش وزنی داده و سپس یک نقشه نهایی ترکیبی ترسیم نمودند و واحدهای همگن آگروکلیماتولوژی منطقه را شناسایی کردند. میرزا بیاتی (۱۳۸۳) با بررسی تشابه اقلیمی دشت نیشابور با نواحی

زعفران خیز، امکان کشت این محصول در منطقه نیشابور را به لحاظ اقلیمی ثابت کرده است. ایشان با تلفیق نقشه-های اقلیم، توپوگرافی، قابلیت اراضی، شبکه زهکشی و کیفیت آب، در نهایت نقشه نواحی مستعد کشت زعفران را در دشت نیشابور ارائه کرده است. فلاحتی (۱۳۸۵) به مکان‌یابی اراضی مستعد باغات میوه با توجه به عوامل اقلیمی و با تأکید بر گردو در استان تهران پرداخت. او آستانه‌های سازگاری گردو از نظر شیب و ارتفاع را در اولویت قرار داده، سپس سایر عوامل تأثیرگذار همچون نیاز سرمایی، دمای مورد نیاز در مراحل مختلف رشد، باد و رطوبت نسبی را مورد توجه قرار داده است. محمدی و همکاران (۱۳۸۶) در تحقیقی با عنوان کاربرد GIS در امکان سنجی کشت زیتون در استان اصفهان، عوامل و عناصر اقلیمی مؤثر بر کشت زیتون منطقه را بررسی نمودند. نتایج حاکی از عدم انطباق مکانی شرایط اقلیمی و محیطی استان جهت کشت زیتون بوده است. خالدی و همکاران (۱۳۸۷) به مکان‌یابی اقلیمی کشت سیب در شهرستان سمیرم با استفاده از مدل‌های سلسله مراتبی (AHP)، بولین و انواع روش‌های مدل‌سازی در محیط GIS پرداختند و دریافتند که بهترین مکان‌های کشت سیب در شهرستان سمیرم در کوهپایه‌های دنا در جنوب شهرستان می‌باشد. کمالی و همکاران (۱۳۸۷) به بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم در استان آذربایجان شرقی پرداخت و با توجه به تاریخ آغاز بارش‌های پاییزی، برای هر منطقه از استان تاریخ کاشت پیشنهاد کرده‌اند. ایشان با استخراج نقشه‌های هم‌ارزش اقلیمی در محیط GIS، نقشه پهنه‌بندی اقلیمی کشت گندم استان را در ۴ کلاس بسیار مناسب، متوسط و ضعیف برای کشت گندم ترسیم کرده‌اند. قلی زاده (۱۳۸۷) در تحقیقی به بررسی پارامترهای اقلیمی مؤثر در کاشت زیتون در استان لرستان پرداخت. ایشان پس از بررسی ایستگاه‌ها و مقایسه آنها با شرایط مورد نیاز کشت زیتون در ایستگاه رودبار، زمان دقیق کاشت و برداشت محصول و زمان‌های حداکثر رشد در مراحل مختلف

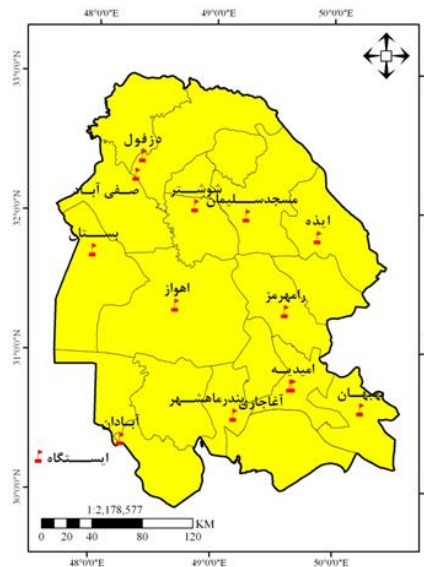
استان خوزستان پرداخته است. وی یافت که در خوزستان شرایط اقلیمی مناسبی جهت کشت نیشکر به خصوص در مناطق شمالی، شهرستان‌های دزفول، شوشتر و شوش وجود دارد. بادینی (۱۹۹۷) با استفاده از مدل سازی و GIS اقدام به تعیین آگروکلیماتیک مناطق مختلف بورکینافاسو (Borkina Faso) از نظر کشت ارزن نمودند و براساس نقشه GIS حاصله کاهش تولید ارزن از ناحیه جنوبی کشور به سمت شمال و در تناسب با خطوط بارندگی و نوع خاک را تأیید کردند. بیگ بابایی و مبارکی (۲۰۱۲) ضمن مکانیابی سایت مناسب کشت کلزای پاییزه بر اساس پتانسیل‌های اقلیمی با روش AHP در محیط GIS، چهار پهنه (دارای محدودیت زیاد، محدودیت متوسط، محدودیت کم و بدون محدودیت) را در استان اردبیل شناسایی نمودند. آکنچی و اوزالپ (۲۰۱۳) در تحلیل پایداری کاربری اراضی کشاورزی با استفاده از GIS و مدل AHP در مناطق روستایی ترکیه یافتند که ۱۸۸ هکتار دارای شرایط بسیار مناسب، ۳۵۷۸ هکتار شرایط متوسط و ۱۴۵۷۵ هکتار دارای محدودیت اندک برای توسعه و کشت محصول گندم می‌باشند. از آنجا که آگاهی از چگونگی تناسب و انطباق فعالیت‌های کشاورزی هر منطقه با شرایط آب و هوایی و فاکتورهای محیطی آن در قلمروهای جغرافیایی برای دستیابی به برنامه‌ریزی و توسعه کشاورزی ضروری است؛ در پژوهش حاضر سعی شده است تا در غالب رویکردی سیستمی، قابلیت کشت مرکبات در اراضی استان خوزستان شناسایی و پهنه‌بندی گردد.

#### مواد و روش‌ها

استان خوزستان با وسعتی در حدود ۶۴۰۵۷ کیلومتر مربع در جنوب غربی ایران به مختصات ۴۷ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی از خط استوا قرار گرفته است. خوزستان از شمال به استان لرستان، از شمال شرقی با استان چهار محال و بختیاری، از شمال غربی به استان ایلام، از شرق

فولولژیکی را مشخص نمود. در تمام ایستگاه‌ها زمان کاشت از اوایل اسفند و زمان برداشت در نیمه دوم مهر پیشنهاد گردید. عظیمی و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای اقلیم کشاورزی جنوب و جنوب غرب ایران را پهنه‌بندی نمودند و یافتند که ۳ مولفه حرارت، بارش و رطوبت شامل ۱۱ متغیر توجیه کننده (PCA) به عنوان موثرترین پارامترهای اقلیمی-کشاورزی شناخته شدند. ایشان روش تجزیه خوشه ای همبستگی (Average linkage) و برش دندروگرام، ۹ پهنه اقلیمی متمایز را آشکار نمودند. وطن خواه سادات (۱۳۸۸) در پژوهشی با عنوان امکان سنجی اقلیمی کشت مرکبات در پارس آباد مغان یافته است که تجزیه و تحلیل عناصر اقلیمی و تطبیق آن با نیازهای اقلیمی مرکبات با توسل به روش‌های آماری به ویژه آزمون کای دو نشان می‌دهد که بسیاری از ارقام مرکبات، مخصوصاً ارقام حساس به سرما مانند گروه لیموها، با شرایط آب و هوایی پارس آباد مغان سازگاری ندارد. دماوندی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی مناطق مناسب کشت گندم دیم در استان زنجان با استفاده از GIS، گستره استان را براساس پتانسیل جهت کشت گندم دیم به چهار پهنه کاملاً مناسب، مناسب، تناسب ضعیف و نامناسب پهنه‌بندی نمود. ضیائی‌ان فیروزآبادی و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی به پهنه‌بندی آگروکلیمایی مرکبات در استان لرستان با استفاده از مدل همپوشانی شاخص و منطق فازی پرداخته‌اند و سه پهنه (بسیار مناسب، دارای قابلیت متوسط و نامناسب) برای کشت مرکبات در لرستان شناسایی کردند. محمدی (۱۳۹۰) ضمن ارزیابی پتانسیل‌های اقلیمی کشت زعفران در شهرستان مرودشت یافت که از نظر دما و نوسانات روزانه دما، شهرستان مرودشت با شهرستان‌های زعفران خیز ایران مانند: قائن و تربت حیدریه به‌طور نسبی دارای مشابهت است و از این نظر برای کشت زعفران محدودیتی وجود ندارد. آل کثیر (۱۳۹۰) به بررسی شرایط اقلیمی موثر بر کشت نیشکر با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در

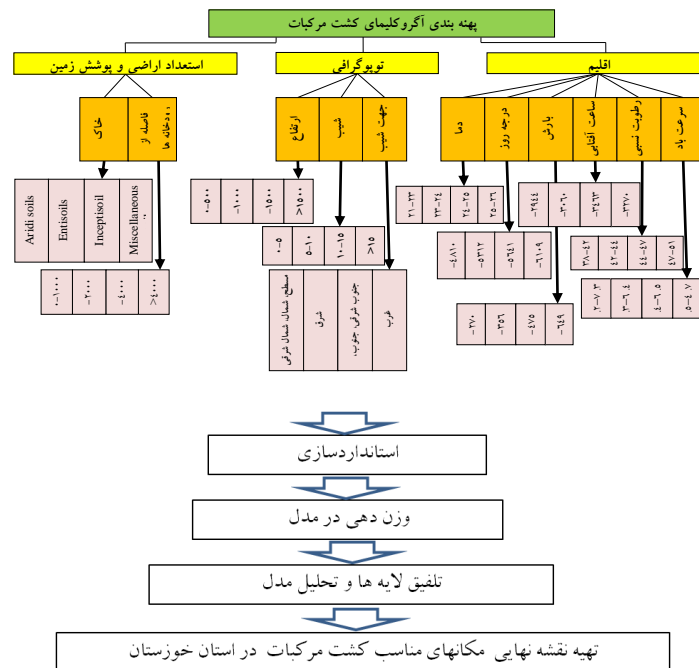
به استان کهگیلویه و بویراحمد، از جنوب به خلیج فارس و از غرب با کشور عراق هم مرز است (استانداری خوزستان، ۱۳۹۲) (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت استان خوزستان و ایستگاه‌های همدید

در این پژوهش در پایگاه داده اقلیمی، داده‌های بارش، دما، رطوبت نسبی، باد و ساعات آفتابی روزانه ایستگاه‌های آبادان، امیدیه (پایگاه)، اهواز، بستان، ماهشهر، دزفول، رامهرمز، مسجدسلیمان، صفی‌آباد، امیدیه (آغاچاری) در یک دوره زمانی ۲۰ ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۰) مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۱) و در بخش پایگاه داده محیطی، لایه-های مختلف اطلاعات توپوگرافی، استعداد اراضی و پوشش زمینی از سازمان‌های منابع طبیعی، جهاد کشاورزی و نقشه‌برداری استان تهیه گردید. به منظور تهیه نقشه زیر معیارهای اقلیمی، پس از استخراج داده‌ها ابتدا تم نقطه‌ای ایستگاه‌ها در محیط GIS ایجاد گردید؛ سپس به وسیله اکستنشن Spatial Analyst و با استفاده از روش میان‌یابی وزن‌دهی معکوس فاصله (IDW) با اندازه سلول

۲۵۰×۲۵۰ متر مربع، عملیات میان‌یابی انجام شد. برای تهیه نقشه زیر معیارهای توپوگرافی، استعداد اراضی و پوشش زمینی نیز از مدل رقومی ارتفاع (DEM) منطقه به کمک اکستنشن Spatial Analyst در محیط GIS استفاده گردید. در ادامه با هدف شناخت و پهنه‌بندی نواحی مستعد کشت مرکبات در خوزستان از نظر شرایط اقلیمی و محیطی، پس از محاسبه وزن نهایی هر یک از لایه‌ها (زیر معیارها) در قالب مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، از قابلیت‌های نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به منظور تلفیق و هم‌پوشانی نقشه‌ها استفاده شد؛ و در نهایت نقشه پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت مرکبات استان تهیه گردید (شکل ۲).



شکل ۲: مراحل انجام تحقیق و نمودار چگونگی تصمیم‌گیری برای اولویت‌بندی مکان‌های مناسب کشت مرکبات

مسئله مورد بررسی به ساختاری سلسله مراتبی چهار سطحی، شامل هدف‌ها، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها اولین و مهم‌ترین قسمت فرآیند تحلیل سلسله مراتبی محسوب می‌شود (سیمرن، ۲۰۰۷) (شکل ۲). بعد از ایجاد ساختار سلسله مراتبی، اولویت عناصر در هر سطح تعیین می‌گردد (ساعتی، ۱۹۸۰). سپس ضریب اهمیت (وزن) معیارها و زیرمعیارها بر اساس روش مقایسه زوجی محاسبه می‌شود. در این روش، معیارها و زیرمعیارها دو به دو با یکدیگر مقایسه می‌شوند و درجه اهمیت هر معیار، نسبت به دیگری مشخص می‌شود. برای این کار، می‌توان از یک روش استاندارد ارائه شده توسط ساعتی استفاده کرد. روش کار به این ترتیب است که، به هر مقایسه دودویی، یک عدد از ۱ تا ۹ نسبت داده می‌شود. در جدول ۱ معنی هر عدد مشخص شده است. قبل از وزن دهی، باید وزن‌ها را نرمالیزه کرد. به منظور نرمالیزه کردن، می‌توان از روش‌های مختلفی استفاده کرد. در این مدل، از تقسیم هر وزن بر مجموع وزن‌های همان ستون استفاده شده است (سیمرن، ۲۰۰۷).

#### فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری‌های چند معیاره است که برای اولین بار توسط توماس ال ساعتی در سال ۱۹۸۰ مطرح شد (ساعتی، ۱۹۸۰). این تکنیک با در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی در حل مسائل، دخالت دادن گزینه‌های مختلف در تصمیم‌گیری و توانایی تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها، امکان فرموله کردن مسئله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند (راجو، ۲۰۰۶). علاوه بر این بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده، قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد (قدسی پور، ۱۳۸۸). هدف استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، شناسایی گزینه‌های مرجح و همچنین تعیین رتبه گزینه‌ها با در نظر گرفتن همزمان کلیه معیارهای تصمیم‌گیری است (ساعتی، ۲۰۰۰). تبدیل موضوع یا

جدول ۱: مقایسه ۹ کمیته ساعتی برای مقایسه دودویی معیارها (برتولینی، ۲۰۰۶)

امتیاز (شدت)	تعریف	توضیح
۱	اهمیت مساوی	در تحقق هدف دو معیار اهمیت مساوی دارند.
۳	اهمیت اندکی بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که برای تحقق هدف اهمیت ۱ بیشتر از ۳ است.
۵	اهمیت بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که اهمیت ۱ خیلی بیشتر از ۳ است.
۷	اهمیت خیلی بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که اهمیت ۱ خیلی بیشتر از ۳ است.
۹	اهمیت مطلق	اهمیت خیلی بیشتر ۱ نسبت به ۳ به طور قطعی به اثبات رسیده است.
۲ و ۴ و ۸	.....	هنگامی که حالت‌های میانه وجود دارد.

$W_i$  ضریب اهمیت زیر معیار  $i$

$g_{ij}$  امتیاز گزینه  $j$  در ارتباط با زیر معیار  $i$

به عبارت ساده‌تر از ضرب هر یک از پارامترها (معیارها) در زیر معیار مربوط به آن و از ضرب عدد به دست آمده در امتیاز گزینه مربوطه، امتیاز نهایی هر یک از گزینه‌ها بدست می‌آید (مالسزوسکی، ۲۰۰۰). در ادامه برای بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده جهت تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها از ضریب ناسازگاری (Incompability Ratio) ساعتی استفاده شده است که از تقسیم شاخص ناسازگاری (I.I) به شاخص تصادفی بودن (R.I) حاصل می‌شود. چنانچه این ضریب کوچکتر یا مساوی ۰/۱ باشد؛ سازگاری در قضاوت‌ها مورد قبول است وگرنه باید در قضاوت‌ها تجدید نظر شود. شاخص ناسازگاری (I.I) به صورت رابطه ۲ تعریف می‌گردد (ساعتی، ۱۹۸۰):

رابطه ۲)

$$I.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

$\lambda_{\max}$  بزرگترین مقدار ویژه ماتریس،  $n$  طول ماتریس و (I.I) شاخص ناسازگاری است. شاخص تصادفی (R.I) به صورت رابطه ۳ تعریف می‌گردد (ساعتی، ۱۹۸۰):

رابطه ۳)

$$I.R = \frac{CI}{RI}$$

بعد از تعیین ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها، ضریب اهمیت گزینه‌ها تعیین می‌گردد. در این مرحله، ارجحیت هر گزینه در ارتباط با هر یک از زیرمعیارها و اگر معیاری، زیرمعیار نداشته باشد مستقیماً با خود آن معیار، مورد قضاوت و داوری قرار می‌گیرد. در این حالت، قضاوت‌ها بر مبنای مقایسه دودویی و براساس مقیاس ۹ کمیته ساعتی صورت گرفته و نتیجه در ماتریس مقایسه دودویی معیارها، یا گزینه‌ها ثبت می‌شود و از طریق نرمالیزه کردن میانگین هندسی ردیف‌های این ماتریس‌ها، ضرایب اهمیت مورد نظر به دست می‌آید؛ با این حال، باید به تفاوتی عمده در این مقایسه‌ها اشاره شود (بوون، ۱۹۹۰). مقایسه گزینه‌های مختلف، نسبت به زیرمعیارها و یا معیارها صورت می‌پذیرد؛ در صورتی که مقایسه معیارها با یکدیگر، نسبت به هدف مطالعه صورت می‌پذیرد. در ادامه با استفاده از «اصل ترکیب سلسله مراتبی» ساعتی که منجر به ایجاد یک «بردار اولویت» با در نظر گرفتن همه قضاوت‌ها در تمامی سطوح سلسله مراتبی می‌شود، از تلفیق ضرایب اهمیت گزینه‌ها، «امتیاز نهایی» یا (اولویت) هر یک از گزینه‌ها با رابطه ۱ تعیین می‌گردد (مورنو، ۲۰۰۵). امتیاز نهایی گزینه  $j$  که در آن:

رابطه ۱)

$$j = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m W_k W_i (g_{ij})$$

امتیاز نهایی (اولویت) گزینه  $j$  که در آن:

$$W_k \text{ ضریب اهمیت معیار } K$$

مقادیر این شاخص برای ماتریس‌های n بعدی مطابق جدول ۲ است.

جدول ۲: شاخص ناسازگاری برای ماتریس‌های تصادفی (R.I) برای ماتریس مقایسه با ابعاد n (بوون، ۱۹۹۰)

N	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
R.I	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹

## بحث و نتایج

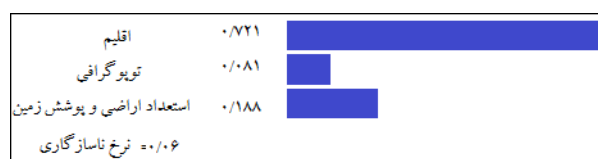
### وزن معیارها

با توجه به اهمیت معیارها در مقابل یکدیگر نسبت به هدف، مقایسه زوجی معیارهای اصلی در پهنه‌بندی آگروکلیمای کشت مرکبات انجام گرفت و وزن معیارها تعیین گردید جدول ۳ و شکل ۳. بر این اساس معیار اقلیم با وزن ۰/۷۳۱، مهمترین معیار موثر در پهنه‌بندی کشت مرکبات می‌باشد. اهمیت و تأثیرگذاری اقلیم در قالب

زیرمعیارهای دما، درجه روز، بارش، ساعات آفتابی، رطوبت نسبی و سرعت باد مورد بررسی قرار می‌گیرد. دومین معیار تأثیرگذار در پهنه‌بندی، استعداد اراضی و پوشش زمین با وزن ۰/۱۸۸ است که شامل زیرمعیارهای خاک و فاصله از رودخانه‌ها می‌باشد. معیار توپوگرافی با وزن ۰/۰۸۱ دارای زیرمعیارهای ارتفاع، شیب و جهت شیب می‌باشد که پس از وزن دهی، در محیط GIS مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرند.

جدول ۳: مقایسه زوجی معیارهای لایه‌های اصلی در پهنه‌بندی آگروکلیمای کشت مرکبات

معیارها	اقلیم	توپوگرافی	استعداد اراضی و پوشش زمین	وزن
اقلیم	۱	۰/۷	۰/۵	۰/۷۳۱
توپوگرافی	-	۱	۰/۳	۰/۰۸۱
استعداد اراضی و پوشش زمین	-	-	۱	۰/۱۸۸



شکل ۳: وزن محاسبه شده معیارها

وزن زیرمعیارها و گزینه‌ها: پس از مقایسه معیارهای اصلی اقلیم، توپوگرافی، استعداد اراضی و پوشش زمین، در ادامه ابتدا برای هر معیار، زیرمعیارهای آن و برای هر زیرمعیار گزینه‌های آن با یکدیگر مقایسه زوجی شدند و پس از وزن دهی به وسیله نرم‌افزار Expert Choice، در محیط GIS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

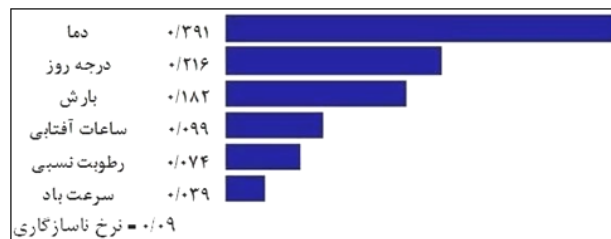
### زیرمعیارهای اقلیم

محاسبه و بررسی وزن زیر معیارهای اقلیمی (دما، درجه روز، بارش، ساعات آفتابی، رطوبت نسبی و سرعت باد) نشان داد که دما با وزن ۰/۳۹۱ مهمترین و سرعت باد با وزن ۰/۰۳۹ کم‌اهمیت ترین زیرمعیارها محسوب می‌شوند و به ترتیب بیشترین و کمترین تأثیر اقلیم را در

پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت مرکبات استان خوزستان  
 آشکار می‌سازند جدول ۴ و شکل ۴.

جدول ۴: مقایسه زوجی زیرمعیارهای، معیار اقلیم

وزن	سرعت باد	رطوبت نسبی	ساعات آفتابی	بارش	درجه روز	دما	زیرمعیارهای اقلیمی
۰/۳۹۱	۰/۵	۰/۳	۰/۴	۰/۴	۰/۳	۱	دما
۰/۲۱۶	۰/۵	۰/۳	۰/۳	۰/۲	۱	-	درجه روز
۰/۱۸۲	۰/۵	۰/۳	۰/۴	۱	-	-	بارش
۰/۰۹۹	۰/۳	۰/۳	۱	-	-	-	ساعات آفتابی
۰/۰۷۴	۰/۳	۱	-	-	-	-	رطوبت نسبی
۰/۰۳۹	۱	-	-	-	-	-	سرعت باد



شکل ۴: وزن محاسبه شده زیرمعیارهای اقلیم

ماهانه نیاز به ۱۸۰ ساعت مجموعه حرارتی دارد. دماهای بین ۹ تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد نقش موثری در جوانه زنی بذرهای مرکبات دارد. مفهوم فیزیولوژی سازگاری به سرما در مرکبات به‌عنوان یک اصل مهم مورد بررسی قرار گرفته است. درختان مرکبات مقاوم به یخبندان نیستند و میوه‌های مرکبات در دمای ۲- الی ۳/۹- درجه سانتی‌گراد به مدت چند ساعت صدمه می‌بیند (تاجور، ۱۳۸۴) (جدول ۵).

دما: پاره‌ای از فرآیندهای گیاهی مانند تنفس، فتوسنتز، رسیدن میوه و بلوغ تحت تأثیر مستقیم دما قرار دارند. هر گیاهی در یک دامنه دمایی ویژه بهترین رشد را دارد. دامنه دمایی پهنه برای درخت مرکبات بین ۱۸ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد است. مناسب‌ترین دما جهت رشد مطلوب مرکبات ۱۸/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و حداقل حرارت مورد نیاز برای شروع رشد مرکبات (صفر فیزیولوژی) ۱۲ درجه سانتی‌گراد است. مرکبات به طور

جدول ۵: مقایسه زوجی و وزن محاسبه شده گزینه‌های دما

نرخ ناسازگاری	وزن	-۲۶ ۲۵	۲۴-۲۵	۲۳-۲۴	۲۱-۲۳	گزینه‌های دما
۰/۰۹	۰/۴۷۵	۰/۵	۰/۲	۰/۳	۱	۲۱-۲۳
	۰/۲۹۸	۰/۵	۰/۳	۱	-	۲۳-۲۴
	۰/۱۶۳	۰/۳	۱	-	-	۲۴-۲۵
	۰/۰۶۴	۱	-	-	-	۲۵-۲۶

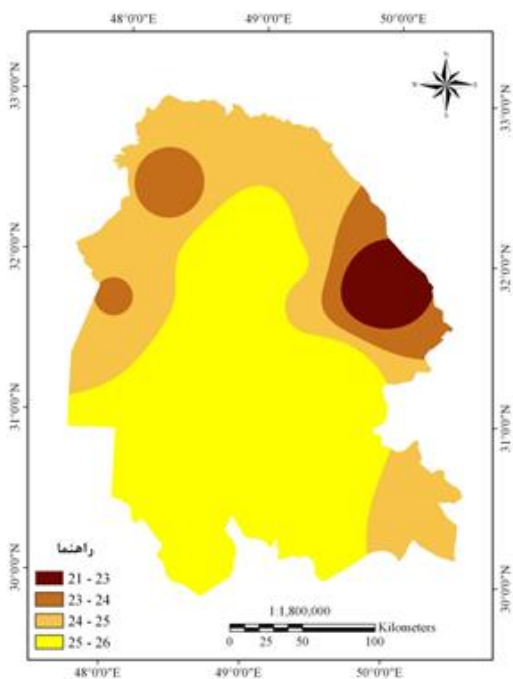


بیشترین وزن (۰/۱۳۶) را دارد و کلاس ۴ کمترین وزن (۰/۰۱۸) را به خود اختصاص داده است. بر این اساس مناطق شرقی استان شرایط دمایی مناسب‌تری برای کشت مرکبات دارند. (شکل ۵).

دامنه دمایی استان خوزستان بین ۲۱ تا ۲۶ درجه سانتی-گراد است. با توجه به دامنه دمایی مناسب برای کاشت مرکبات، این لایه به ۴ کلاس طبقه‌بندی شد و وزن هر طبقه محاسبه شد (جدول ۶). بر این اساس کلاس ۱

جدول ۶: مشخصات وزن‌های لایه دمایی استان خوزستان با روش AHP

ردیف	کلاس	وزن نرمال	مساحت (هکتار)	درصد به سطح استان
۱	۲۱-۲۳	۰/۱۳۶	۲۸۴۸۲۲/۸۲	۴/۴۳
۲	۲۳-۲۴	۰/۰۸۵	۵۴۸۶۵۶/۱۸	۸/۵۴
۳	۲۴-۲۵	۰/۰۴۷	۲۰۳۷۷۸۱/۱۲	۳۱/۷۳
۴	۲۵-۲۶	۰/۰۱۸	۳۵۵۰۸۶۵/۲۳	۵۵/۲۹



شکل ۵: نقشه طبقه‌بندی دمایی استان خوزستان به روش AHP

طبقه وزنی اختصاص یافت. با توجه به جدول ۸، کلاس ۱ با میزان ۴۰۰۴-۴۸۱۰ درجه روز دارای بیشترین وزن (۰/۰۹۳) و کلاس ۴ با ۶۱۰۹-۵۶۴۱ درجه روز دارای کمترین وزن (۰/۰۱۱) می‌باشد (شکل ۶).

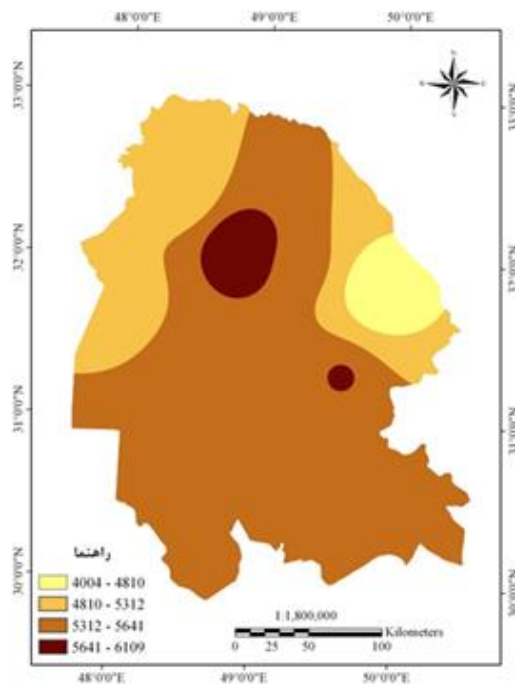
درجه-روز: این پارامتر با توجه به ویژگی‌هایی که دارد متأثر از عنصر دما می‌باشد و با افزایش میزان دما بر مقدار آن افزوده شده و با کاهش دما از میزان آن کاسته می‌شود - (جدول ۷). بر اساس مطالعات انجام شده و نظرات کارشناسان، این لایه به ۴ کلاس طبقه‌بندی شد و به هر

جدول ۷: مقایسه زوجی و وزن محاسبه شده گزینه‌های درجه روز دما

گزینه‌های درجه روز	۴۰۰۴-۴۸۱۰	۴۸۱۰-۵۳۱۲	۵۳۱۲-۵۶۴۱	۵۶۴۱-۶۱۰۹	وزن	نرخ ناسازگاری
۴۰۰۴-۴۸۱۰	۱	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۰/۵۸۸	۰/۰۷
۴۸۱۰-۵۳۱۲	-	۱	۰/۴	۰/۵	۰/۲۶۰	
۵۳۱۲-۵۶۴۱	-	-	۱	۰/۱	۰/۰۸۰	
۵۶۴۱-۶۱۰۹	-	-	-	۱	۰/۰۷۲	

جدول ۸: مشخصات وزن‌های لایه درجه روز استان خوزستان با روش AHP

ردیف	کلاس	وزن نرمال	مساحت (هکتار)	درصد به سطح
۱	-۴۸۱۰	۰/۰۹۳	۳۲۷۷۸۹/۰۶	۵/۱
۲	-۵۳۱۲	۰/۰۴۱	۱۵۲۵۷۱۶/۵۱	۲۳/۷۵
۳	-۵۶۴۱	۰/۰۱۳	۴۲۹۷۰۴۱/۳۹	۶۶/۹۱
۴	-۶۱۰۹	۰/۰۱۱	۲۷۱۵۶۷/۸۶	۴/۲۳



شکل ۶: نقشه طبقه‌بندی درجه روز خوزستان به روش AHP

مرکبات مورد توجه قرار دارند. لایه بارش در ۴ کلاس مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۹). با توجه به جدول ۱۰، کلاس ۳ با بارندگی ۳۵۶-۴۷۵ میلی‌متر دارای بیشترین وزن (۰/۰۷۵) و کلاس ۱ با بارش ۱۶۴-۲۷۰ میلی‌متر دارای کمترین وزن (۰/۰۱۰) می‌باشد. بر این اساس شرایط بارشی

بارش: از نظر بارندگی بهترین میوه مرکبات در مناطق نیمه خشک نواحی گرمسیری که بیشتر از ۴۰۰ میلی‌متر بارندگی داشته و یا تحت شرایط آبیاری است به دست می‌آید. بارش به همراه دما به‌عنوان دو عامل اقلیمی مهم و تأثیرگذار در فرآیند کشت محصولات زراعی و باغی از جمله

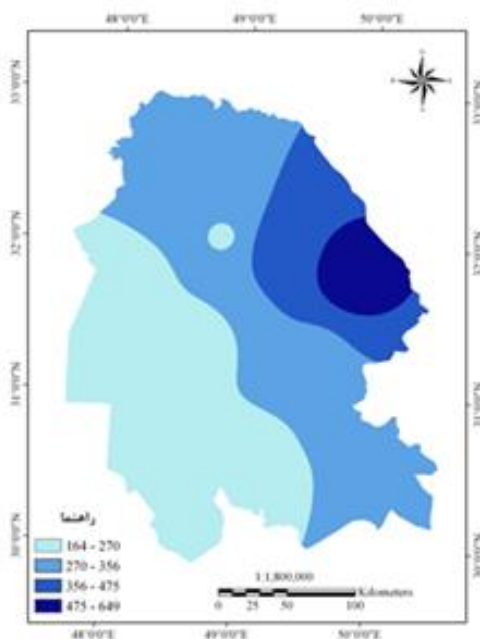
مناسب کشت مرکبات در شرق و شمال استان فراهم است (شکل ۷).

جدول ۹: مقایسه زوجی و وزن محاسبه شده گزینه‌های بارش

نخ نسل‌گری	وزن	۴۷۵-۶۴۹	۳۵۶-۴۷۵	۲۷۰-۳۵۶	۱۶۴-۲۷۰	گزینه‌های بارش
۰/۰۷	۰/۰۷۳	۰/۴	۰/۵	۰/۲	۱	۱۶۴-۲۷۰
	۰/۱۱۶	۰/۳	۰/۴	۱	-	۲۷۰-۳۵۶
	۰/۵۶۷	۰/۴	۱	-	-	۳۵۶-۴۷۵
	۰/۳۴۵	۱	-	-	-	۴۷۵-۶۴۹

جدول ۱۰: مشخصات وزن‌های لایه بارش استان خوزستان با روش AHP

ردیف	کلاس	وزن نرمال	مساحت (هکتار)	درصد به سطح استان
۱	۱۶۴-۲۷۰	۰/۰۱۰	۲۵۰۱۴۱۷/۳۴	۳۸/۹۵
۲	۲۷۰-۳۵۶	۰/۰۱۵	۲۷۲۶۷۶۹/۴۳	۴۲/۴۵
۳	۳۵۶-۴۷۵	۰/۰۷۵	۸۴۲۶۳۰/۲۳	۱۳/۱۲
۴	۴۷۵-۶۴۹	۰/۰۳۳	۳۵۱۳۵۳/۸۶	۵/۴۷



شکل ۷: نقشه طبقه‌بندی بارش خوزستان به روش AHP

است که شدت نور آن ملایم باشد در اصطلاح نیم‌سایه باشد. لایه ساعات آفتابی منطقه به ۴ کلاس طبقه‌بندی شد (جدول ۱۱). بررسی‌ها نشان داد که کلاس ۱ با مجموع ساعات آفتابی ۲۷۹۴-۲۷۹۸، بیشترین وزن

ساعات آفتابی: این پارامتر نشان دهنده میزان انرژی دریافتی مناطق از خورشید می‌باشد و خود تحت تأثیر زاویه و مدت تابش، میزان ابرناکی و غبار آلودگی هوا قرار دارد. بهترین منطقه برای کشت مرکبات منطقه‌ای

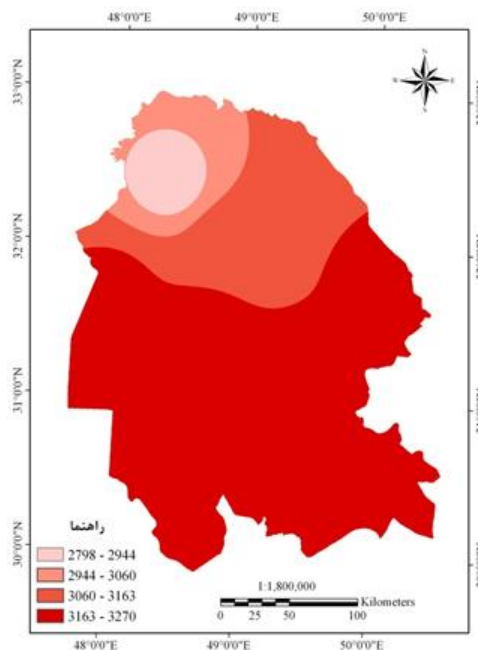
(۰/۰۳۸) و کلاس ۴ با مجموع ساعات آفتابی ۳۲۷۰- داده‌اند (جدول ۱۲). مناسب‌ترین شرایط آفتابی کشت مرکبات در شمال استان فراهم است (شکل ۸).

جدول ۱۱: مقایسه زوجی و وزن محاسبه شده گزینه‌های ساعات آفتابی

نخ‌نسل‌گذاری	وزن	۳۱۶۲-۳۲۷۰	۳۰۶۰-۳۱۶۲	۲۹۴۴-۳۰۶۰	۲۷۹۸-۲۹۴۴	گزینه‌های ساعات آفتابی
۰/۰۷	۰/۵۲۵	۰/۵	۰/۴	۰/۳	۱	۲۷۹۸-۲۹۴۴
	۰/۳۹۹	۰/۵	۰/۴	۱	-	۲۹۴۴-۳۰۶۰
	۰/۱۰۸	۰/۲	۱	-	-	۳۰۶۰-۳۱۶۲
	۰/۰۶۹	۱	-	-	-	۳۱۶۲-۳۲۷۰

جدول ۱۲: مشخصات وزن‌های لایه ساعات آفتابی استان خوزستان با روش AHP

ردیف	کلاس	وزن نرمال	مساحت (هکتار)	درصد به سطح استان
۱	۲۷۹۸-۲۹۴۴	۰/۰۳۸	۲۸۷۰۷۸/۴۶	۴/۴۷
۲	۲۹۴۴-۳۰۶۰	۰/۰۲۲	۴۷۱۸۴۵/۳۱	۷/۳۴
۳	۳۰۶۰-۳۱۶۲	۰/۰۰۸	۱۳۳۹۹۸۱/۶۰	۲۰/۸۶
۴	۳۱۶۲-۳۲۷۰	۰/۰۰۵	۴۳۲۲۳۳/۶۳	۶۷/۳۲



شکل ۸: نقشه طبقه‌بندی ساعات آفتابی خوزستان به روش AHP

وزنی داده شد (جدول ۱۳). با توجه به جدول ۱۴، کلاس ۴ با رطوبت نسبی ۴۷-۵۱ درصد بیشترین وزن (۰/۰۲۵) و کلاس ۱ با رطوبت ۳۸-۴۲ درصد کمترین وزن (۰/۰۰۵) را به خود اختصاص داده‌اند. بر این اساس بهترین شرایط رطوبتی مورد نیاز مرکبات در شمال و جنوب استان فراهم است (شکل ۹).

رطوبت نسبی: مقدار رطوبت نسبی برای مرکبات اهمیت زیادی دارد. بهترین مقدار رطوبت برای مرکبات بین ۵۶ تا ۱۰۰ درصد می‌باشد. رطوبت نسبی پایین مشکلات فراوانی را برای تأمین آب کافی درخت فراهم می‌کند و خسارت زیادی را به مرکبات وارد می‌سازد (راجا، ۱۹۹۹). لایه رطوبت نسبی استان در ۴ کلاس طبقه‌بندی شد و به هر طبقه بر اساس روش AHP

جدول ۱۳: مقایسه زوجی و وزن محاسبه شده گزینه‌های رطوبت نسبی

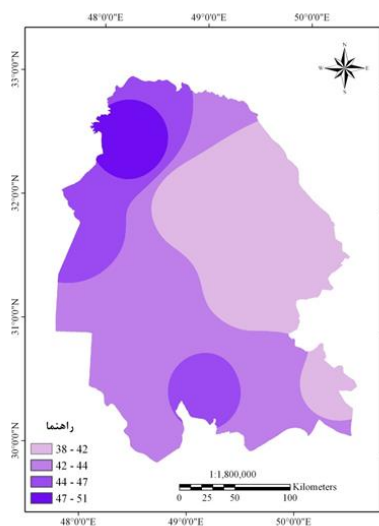
نرخ ناسازگاری	وزن	۴۷-۵۱	۴۴-۴۷	۴۲-۴۴	۳۸-۴۲	گزینه‌های رطوبت نسبی
۰/۰۱	۰/۰۹۵	۰/۴	۰/۳	۰/۲	۱	۳۸-۴۲
	۰/۱۶۰	۰/۳	۰/۲	۱	-	۴۲-۴۴
	۰/۲۷۷	۰/۲	۱	-	-	۴۴-۴۷
	۰/۴۶۷	۱	-	-	-	۴۷-۵۱

جدول ۱۴: مشخصات وزن‌های لایه رطوبت نسبی استان خوزستان با روش AHP

ردیف	کلاس	وزن نرمال	مساحت (هکتار)	درصد به سطح استان
۱	۳۸-۴۲	۰/۰۰۵	۲۲۸۴۸۱۴/۷۳	۳۵/۵۷
۲	۴۲-۴۴	۰/۰۰۹	۲۷۱۲۴۴۹/۹۷	۴۲/۲۳
۳	۴۴-۴۷	۰/۰۱۵	۱۰۵۹۳۷۲/۷۹	۱۶/۴۹
۴	۴۷-۵۱	۰/۰۲۵	۳۶۵۴۸۷/۰۱	۵/۷

برای درختان مرکبات می‌باشد (بایلی، ۱۹۷۳). لایه سرعت باد خوزستان به ۴ کلاس طبقه‌بندی گردید. هر چه سرعت باد بیشتر باشد وزن کمتری را به خود اختصاص می‌دهد (جدول ۱۵). جدول ۱۶ نشان می‌دهد که کلاس ۱ با سرعت باد ۳/۷-۲/۵ نات بیشترین وزن (۰/۰۱۵) را دارد و کلاس ۴ با سرعت باد ۷/۴-۵/۶ نات کمترین وزن (۰/۰۰۳) را به خود اختصاص داده است (شکل ۱۰).

سرعت باد: باد یکی از دشمنان طبیعی مرکبات محسوب می‌شود، بنابراین در نقاطی که در معرض وزش باد هستند به خصوص در دامنه‌ها نسبت به احداث باغ مرکبات باید اجتناب کرد. بادهای سرد رشد مرکبات را متوقف می‌سازد و بادهای شدید خسارت و آسیب‌های جدی به میوه‌ها می‌زند. بادهای سرد در گل‌دهی و تشکیل میوه اثر می‌گذارد. بادهای گرم موجب ریزش میوه‌های نارس می‌شود و بادهای گرم و مرطوب نیز زمینه‌ساز بیماری‌های قارچی



شکل ۹: نقشه طبقه‌بندی رطوبت نسبی خوزستان به روش AHP

جدول ۱۵: مقایسه زوجی و وزن محاسبه شده گزینه‌های سرعت باد

گزینه‌های سرعت باد	-۳/۷	-۴/۶	-۵/۶	-۷/۴	وزن	نرخ ناسازگاری
۲/۵-۳/۷	۱	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۵۳۸	
۳/۷-۴/۶	-	۱	۰/۳	۰/۴	۰/۳۷۱	
۴/۶-۵/۶	-	-	۱	۰/۱	۰/۱۰۱	
۵/۶-۷/۴	-	-	-	۱	۰/۰۸۹	

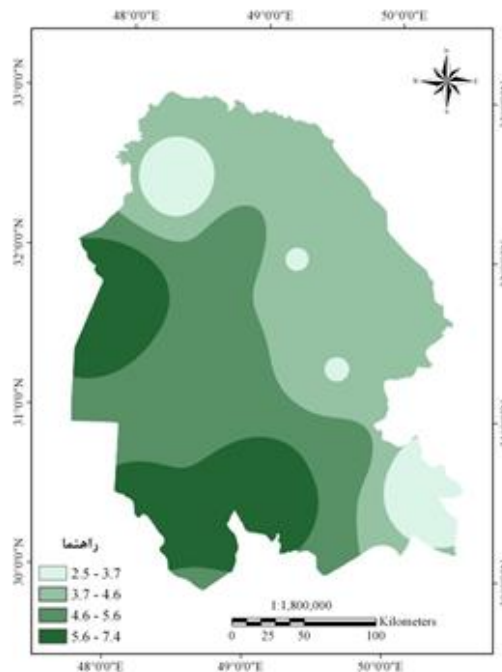
جدول ۱۶: مشخصات وزن‌های لایه سرعت باد استان خوزستان با روش AHP

ردیف	کلاس	وزن نرمال	مساحت (هکتار)	درصد به سطح استان
۱	۲/۵-۳/۷	۰/۰۱۵	۵۳۳۸۸۴/۰۶	۸/۳۱
۲	۳/۷-۴/۶	۰/۰۰۸	۲۵۴۹۷۴۵/۳۸	۳۹/۷۰
۳	۴/۶-۵/۶	۰/۰۰۴	۲۰۴۸۲۶۹/۱۸	۳۱/۸۹
۴	۵/۶-۷/۴	۰/۰۰۳	۱۲۹۰۲۶۳/۷۶	۲۰/۱

#### زیرمعیارهای توپوگرافی

زیر معیارها محسوب می‌شوند و به ترتیب بیشترین و کم-ترین تأثیر معیار توپوگرافی را در پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت مرکبات خوزستان دارند (جدول ۱۷) (شکل ۱۱).

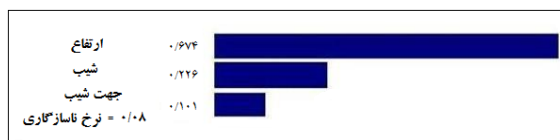
محاسبه و بررسی وزن زیر معیارهای توپوگرافی (ارتفاع، شیب و جهت شیب) نشان داد که ارتفاع با وزن ۰/۶۷۴ مهم‌ترین و جهت شیب با وزن ۰/۱۰۱ کم‌اهمیت‌ترین



شکل ۱۰: نقشه طبقه‌بندی باد خوزستان به روش AHP

جدول ۱۷: مقایسه زوجی زیرمعیارهای معیار توپوگرافی

زیرمعیارهای توپوگرافی	ارتفاع	شیب	جهت شیب	وزن
ارتفاع	۱	۰/۴	۰/۵	۰/۶۷۴
شیب	-	۱	۰/۳	۰/۲۲۶
جهت شیب	-	-	۱	۰/۱۰۱



شکل ۱۱: نمودار وزن محاسبه شده زیرمعیارهای توپوگرافی

هر کلاس وزنی اختصاص داده شد (جدول ۱۸). بررسی-ها نشان داد که کلاس ۱ با ارتفاع ۵۰۰-۰ متر بیشترین وزن (۰/۰۲۴) را دارد و کلاس ۴ با ارتفاع بیش از ۱۵۰۰ متر کمترین وزن (۰/۰۰۳) را به خود اختصاص داده است (جدول ۱۹). بر این اساس به غیر از مناطق کوهستانی مرتفع زاگرس، اکثر مناطق استان برای کشت مرکبات مساعد است (شکل ۱۲).

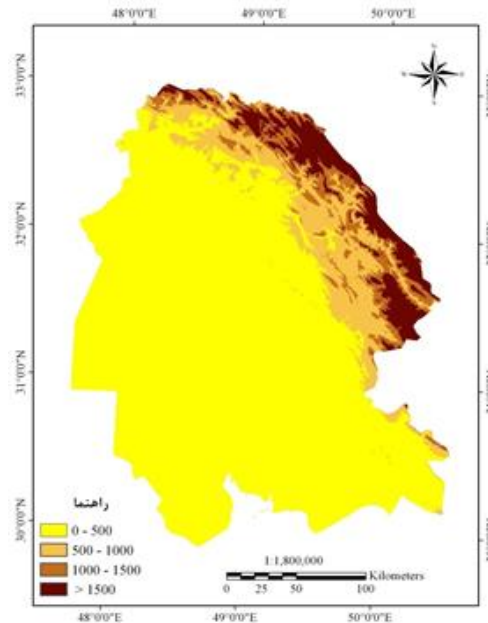
ارتفاع: ارتفاع از سطح دریا در مکان‌یابی باغات مرکبات فاکتور مهمی می‌باشد، زیرا بسیاری از عوامل دیگر نظیر دما، بارش، شدت نور و ... را تحت تأثیر قرار می‌دهد بر این اساس اولین قدم در مکان‌یابی اولیه برای یافتن مناطق مستعد کشت، دخیل کردن عامل ارتفاع است. ارتفاع مناسب برای کشت مرکبات کمتر از ۱۵۰۰ متر می‌باشد. لایه ارتفاع به ۴ کلاس طبقه‌بندی گردید و به

جدول ۱۸: مقایسه زوجی و وزن محاسبه شده گزینه‌های ارتفاع

نرخ ناسازگاری	وزن	> ۱۵۰۰	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۰-۵۰۰	گزینه‌های ارتفاع
۰/۰۹	۰/۴۴۹	۰/۶	۰/۳	۰/۲	۱	۰-۵۰۰
	۰/۳۴۹	۰/۶	۰/۴	۱	-	۵۰۰-۱۰۰۰
	۰/۱۵۱	۰/۵	۱	-	-	۱۰۰۰-۱۵۰۰
	۰/۰۵۰	۱	-	-	-	> ۱۵۰۰

جدول ۱۹: مشخصات وزن‌های لایه ارتفاع استان خوزستان با روش AHP

ردیف	کلاس	وزن نرمال	مساحت (هکتار)	درصد به سطح استان
۱	۰-۵۰۰	۰/۰۲۴	۳۸۰۱۱۱/۵۳	۰/۶۳
۲	۵۰۰-۱۰۰۰	۰/۰۱۹	۳۶۸۸۵۹/۷۲	۶/۱۲
۳	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۰/۰۰۸	۷۰۳۳۴۷/۷۷	۱۱/۶۷
۴	> ۱۵۰۰	۰/۰۰۳	۴۹۱۶۲۲۸/۳۱	۸۱/۵۸



شکل ۱۲: نقشه طبقه‌بندی ارتفاع خوزستان به روش AHP

بررسی‌ها نشان داد که کلاس ۲ با شیب ۵-۱۰ درصد بیشترین وزن (۰/۰۰۳) و کلاس ۴ با شیب بیش از ۱۵ درصد کمترین وزن (۰/۰۰۱) را به خود اختصاص داده است (جدول ۲۱) (شکل ۱۳).

لایه شیب: درختان میوه بر روی شیب‌های مختلفی کاشته می‌شوند، اما مناسب‌ترین شیب برای کشت درختان مرکبات، شیب کمتر از ۳۰ درصد می‌باشد. این لایه با توجه به اهمیتی که در کشت مرکبات دارد. نقشه شیب منطقه به ۴ کلاس طبقه‌بندی شد (جدول ۲۰).

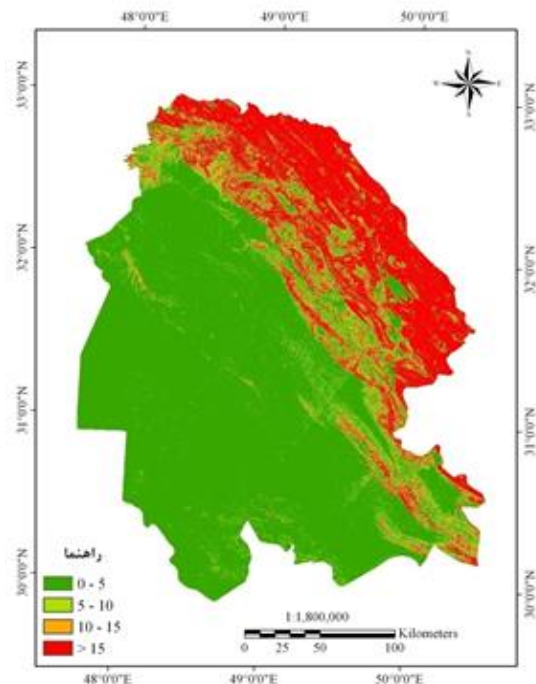
جدول ۲۰: مقایسه زوجی و وزن محاسبه شده گزینه‌های شیب

نرخ ناسازگاری	وزن	> ۱۵	۱۰-۱۵	۵-۱۰	۰-۵	گزینه‌های شیب
۰/۰۹	۰/۱۷۱	۰/۳	۰/۳	۰/۲	۱	۰-۵
	۰/۴۷۷	۰/۵	۰/۳	۱	-	۵-۱۰
	۰/۲۷۷	۰/۳	۱	-	-	۱۰-۱۵
	۰/۰۷۵	۱	-	-	-	> ۱۵

جدول ۲۱: مشخصات وزن‌های لایه شیب استان خوزستان با روش AHP

ردیف	کلاس	وزن نرمال	مساحت (هکتار)	درصد به سطح استان
۱	۰-۵	۰/۰۰۳	۴۲۱۹۰۹۷/۰۷	۶۶/۰۱
۲	۵-۱۰	۰/۰۰۹	۵۵۲۱۱۳/۷۲	۸/۶۴
۳	۱۰-۱۵	۰/۰۰۵	۲۹۸۶۸۵/۱۷	۴/۶۷
۴	> ۱۵	۰/۰۰۱	۱۳۲۱۷۶۸/۷۸	۲۰/۶۸





شکل ۱۳: نقشه طبقه‌بندی شیب خوزستان به روش AHP

خوزستان در ۴ کلاس انجام شد (جدول ۲۲). کلاس ۳ با جهت شیب جنوب شرقی، جنوب، جنوب غربی بیشترین وزن (۰/۰۰۴) و کلاس‌های ۲ و ۴ با جهت شیب شرقی و غربی کم‌ترین وزن (۰/۰۰۱) را به خود اختصاص داده و بهترین شرایط را برای کشت مرکبات فراهم می‌سازند (جدول ۲۳) (شکل ۱۴).

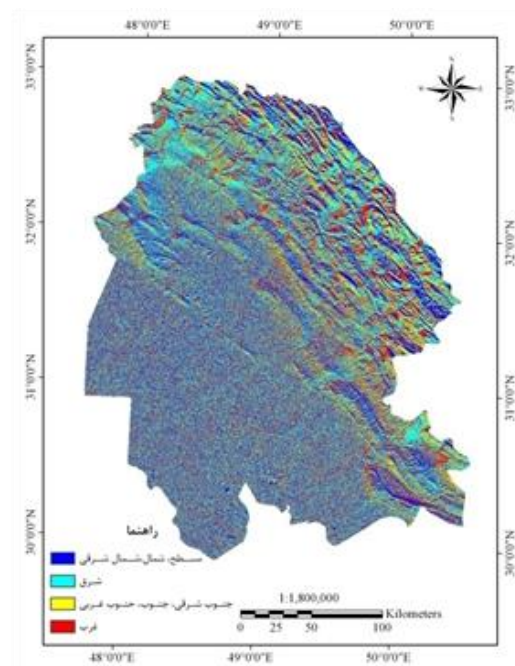
لایه جهت شیب: جهت شیب نیز یک عامل بسیار مهم در تعیین مکان‌های مناسب کشت مرکبات به حساب می‌آید. با توجه به این که در عرض‌های میانی نیمکره شمالی، دامنه‌های جنوب شرقی تا جنوب غربی، گرم‌ترین دامنه‌ها و بهترین جهت از نظر دریافت بیشتر انرژی خورشیدی است، به همین جهت نیز دارای شرایط مطلوب‌تری می‌باشند. طبقه‌بندی جهت شیب

جدول ۲۲: مقایسه زوجی و وزن محاسبه شده گزینه‌های جهت شیب

نرخ ناسازگاری	وزن	غرب	جنوب شرقی، جنوب، جنوب غربی	شرق	مسطح، شمال، شمال شرقی	گزینه‌های شیب
۰/۰۶	۰/۲۲۶	۰/۲	۰/۴	۰/۳	۱	مسطح، شمال، شمال شرقی
	۰/۱۱۷	۰/۱	۰/۳	۱	-	شرق
	۰/۵۴۱	۰/۴	۱	-	-	جنوب شرقی، جنوب، جنوب غربی
	۰/۱۱۵	۱	-	-	-	غرب

جدول ۲۳: مشخصات وزن‌های لایه جهت شیب استان خوزستان با روش AHP

ردیف	کلاس	وزن نرمال	مساحت (هکتار)	درصد به سطح استان
۱	مسطح، شمال، شمال شرقی	۰/۰۰۲	۱۵۲۰۶۲۲/۷۳	۲۳/۷۹
۲	شرق	۰/۰۰۱	۲۲۷۵۲۳۸/۳۷	۳۵/۵۹
۳	جنوب شرقی، جنوب غربی	۰/۰۰۴	۱۰۱۸۹۲۳/۹۷	۱۵/۹۴
۴	غرب	۰/۰۰۱	۱۵۷۶۷۶۰/۵۸	۲۴/۶۷



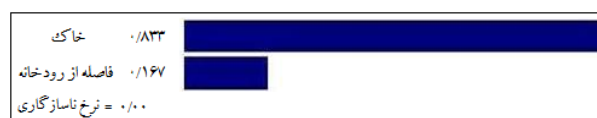
شکل ۱۴: نقشه طبقه‌بندی جهت شیب استان خوزستان به روش AHP

وزن ۰/۸۳۳ نسبت به زیر معیار فاصله از رودخانه‌ها با وزن ۰/۱۶۷ تأثیر بیشتری در کشت مرکبات خوزستان دارد (جدول ۲۴) (شکل ۱۵).

زیرمعیارهای استعداد اراضی و پوشش زمین: محاسبه و بررسی وزن زیر معیارهای استعداد اراضی و پوشش زمین (خاک و فاصله از رودخانه‌ها) نشان داد که خاک با

جدول ۲۴: مقایسه زوجی زیرمعیارهای معیار استعداد اراضی و پوشش زمین

وزن	فاصله از رودخانه‌ها	خاک	زیرمعیارهای استعداد اراضی و پوشش زمین
۰/۸۳۳	۰/۵	۱	خاک
۰/۱۶۷	۱	-	فاصله از رودخانه‌ها



شکل ۱۵: نمودار وزن محاسبه شده زیرمعیارهای استعداد اراضی و پوشش زمین

(جدول ۲۵). در جدول ۲۶ مشخصات وزن انواع خاک استان نسبت به کشت مرکبات آمده است. بر این اساس خاک‌های رده Inceptisoil با وزن (۰/۰۸۱) مرغوب‌ترین خاک برای کشت مرکبات می‌باشد و خاک‌های Aridi soils با وزن (۰/۰۱۳) دارای کمترین ارزش می‌باشند (شکل ۱۶).

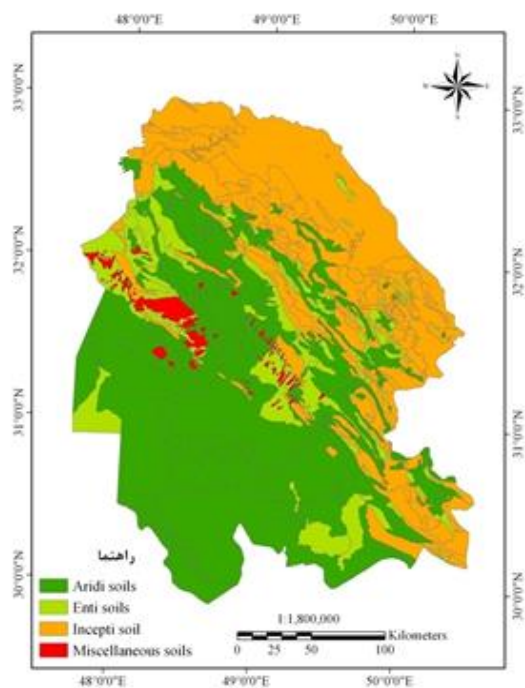
لایه خاک: خاک در پرورش مرکبات از نظر فعالیت‌های ریشه‌ای و جذب مواد غذایی نقش مهمی ایفا می‌کند. بهترین خاک برای مرکبات خاکی است که PH آن ۵ تا ۷ باشد. خاک‌های سبک (شنی-رسی) همراه با کود گیاهی، مناسب‌ترین خاک جهت احداث باغ مرکبات می‌باشد. طبقه‌بندی خاک‌های استان در ۴ کلاس انجام شد

جدول ۲۵: مقایسه زوجی و وزن محاسبه شده گزینه‌های خاک

نرخ ناسازگاری	وزن	Miscellaneous soils	Inceptisoil	Entisoils	Aridi soils	گزینه‌های خاک
۰/۰۵	۰/۰۸۳	۰/۲	۰/۵	۰/۳	۱	Aridi soils
	۰/۲۶۵	۰/۳	۰/۳	۱	-	Entisoils
	۰/۵۱۶	۰/۳	۱	-	-	Inceptisoil
	۰/۱۳۶	۱	-	-	-	Miscellaneous soils

جدول ۲۶: مشخصات وزن‌های لایه خاک استان خوزستان با روش AHP

ردیف	کلاس	وزن نرمال	مساحت (هکتار)	درصد به سطح استان
۱	Aridi soils	۰/۰۱۳	۳۳۲۷۳۳۱/۹۱	۵۱/۹۴
۲	Entisoils	۰/۰۴۱	۱۲۲۵۳۸/۶۱	۱/۹۱
۳	Inceptisoil	۰/۰۸۱	۷۸۴۶۷۱/۷۶	۱۲/۲۴
۴	Miscellaneous soils	۰/۰۲۱	۲۱۷۱۵۰۹/۱۰	۳۳/۹۰



شکل ۱۶: نقشه طبقه‌بندی خاک خوزستان به روش AHP

می‌باشند می‌تواند کمک شایانی هم در افزایش بازدهی و هم در کاهش هزینه‌های آبیاری کند. طبقه‌بندی فاصله از رودخانه‌های استان در ۴ کلاس انجام شد (جدول ۲۷). بررسی‌ها نشان داد که ارتفاع ۰-۱۰۰۰ متر دارای بیشترین وزن و در کلاس ۱ جای دارند، ارتفاع بالای ۴۰۰۰ متر کمترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۲۸) (شکل ۱۷).

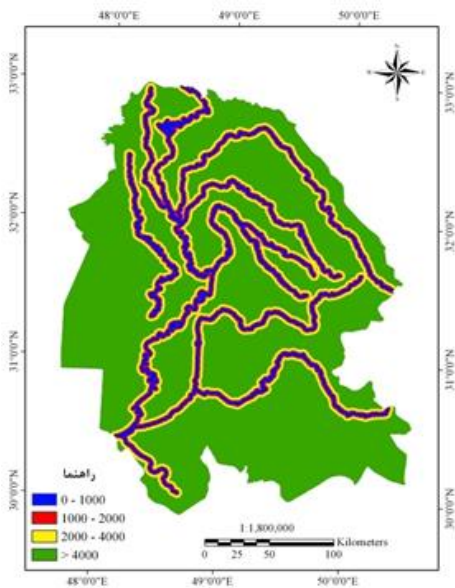
لایه فاصله از رودخانه‌ها: مرکبات در تمامی مراحل رشد و نمو علاوه بر بهره‌گیری از بارش‌های جوی نیاز مبرم به آبیاری دارند در نتیجه باید در مکان‌هایی کشت شوند که اولاً دسترسی به آب‌های سطحی ممکن باشد و ثانیاً سطح آب‌های زیرزمینی به اندازه کافی بالا باشد (امانی، ۱۳۷۸). نزدیکی مکان کشت این محصولات به آب‌های سطحی از جمله رودخانه‌های خوزستان که بخش اعظم آنها دائمی

جدول ۲۷: مقایسه زوجی و وزن محاسبه شده گزینه‌های فاصله از رودخانه‌ها

نرخ ناسازگاری	وزن	>۴۰۰۰	۲۰۰۰-۴۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۰-۱۰۰۰	گزینه‌های فاصله از رودخانه‌ها
۰/۰۷	۰/۵۲۹	۰/۵	۰/۴	۰/۳	۱	۰-۱۰۰۰
	۰/۲۶۸	۰/۴	۰/۳	۱	-	۱۰۰۰-۲۰۰۰
	۰/۱۳۴	۰/۳	۱	-	-	۲۰۰۰-۴۰۰۰
	۰/۰۶۸	۱	-	-	-	>۴۰۰۰

جدول ۲۸: مشخصات وزن‌های لایه فاصله از رودخانه‌های استان خوزستان با روش AHP

درصد به سطح استان	مساحت (هکتار)	وزن نرمال	کلاس	ردیف
۸/۳۶	۵۳۶۳۲۷/۲۰	۰/۰۱۷	۰-۱۰۰۰	۱
۶/۷	۴۲۹۸۷۷/۶۸	۰/۰۰۸	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲
۱۲/۳۶	۷۹۲۷۶۱/۲۴	۰/۰۰۴	۲۰۰۰-۴۰۰۰	۳
۷۲/۵۶	۴۶۵۲۵۸۲/۰۴	۰/۰۰۲	>۴۰۰۰	۴



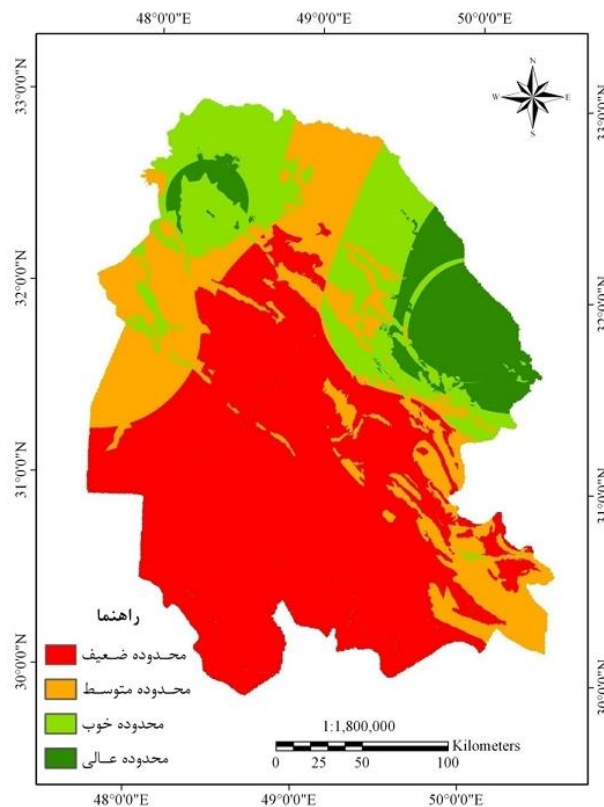
شکل ۱۷: نقشه طبقه‌بندی فاصله از رودخانه‌های خوزستان

مرکبات در مناطق شمال، شمال شرقی و شرق استان خوزستان، با مساحتی بالغ بر ۶۱۴۲۲۸/۳۳ هکتار و مناطق محدودیت دار استان با پتانسیل ضعیف در محدوده‌های جنوب، جنوب غربی و جنوب شرقی و مرکز با مساحتی بالغ بر ۳۲۳۷۳۹۲/۹۲ هکتار قرار می‌گیرند (جدول ۲۹) (شکل ۱۸).

تلفیق لایه‌های اطلاعاتی: تلفیق و هم پوشانی نقشه‌های لایه‌های اطلاعاتی زیرمعیارهای مؤثر در پهنه‌بندی آگروکلیمای کشت مرکبات خوزستان به کمک GIS نشان داد که نقشه حاصله در ۴ کلاس اهمیت (محدوده ضعیف، محدوده متوسط، محدوده خوب و محدوده عالی) طبقه‌بندی می‌شود. محدوده عالی برای کشت

جدول ۲۹: میزان استعداد اراضی استان خوزستان برای کشت مرکبات با روش AHP

ردیف	قابلیت اراضی کشت مرکبات	مساحت (هکتار)	درصد به سطح استان
۱	محدوده ضعیف	۳۲۳۷۳۹۲/۹۲	۱۵/۸۵
۲	محدوده متوسط	۱۴۶۲۸۹۱/۶۳	۱۰/۸۴
۳	محدوده خوب	۱۰۶۶۴۸۴/۹۲	۱۵/۹۲
۴	محدوده عالی	۶۱۴۲۲۸/۳۳	۵۷/۳۷



شکل ۱۸: نقشه مناطق مستعد کشت مرکبات استان خوزستان به روش AHP

### نتیجه‌گیری

داده‌های بارش، دما، رطوبت نسبی، باد و ساعات آفتابی روزانه ایستگاه‌های سینوپتیک خوزستان در یک دوره زمانی ۲۰ ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۰)، نقشه‌های

در این پژوهش که با هدف پتانسیل سنجی نواحی اقلیمی مستعد کشت مرکبات در خوزستان انجام گرفت؛ ضمن بهره‌گیری از پایگاه داده اقلیمی،

تحلیل سلسله مراتبی به عنوان ابزاری سودمند، توانایی شناسایی و تفکیک مناطق مستعد کشت مرکبات استان خوزستان را دارد. اجرای این روش آشکار نمود که اقلیم با وزن ۰/۷۳۱، مهم‌ترین معیار در پهنه‌بندی کشت مرکبات خوزستان است و دما، بارش، درجه روز، ارتفاع و خاک نیز مهم‌ترین زیرمعیارها هستند. هم‌چنین آگروکلیمای کشت مرکبات خوزستان می‌تواند در ۴ کلاس اهمیت (ضعیف، متوسط، خوب و عالی) پهنه‌بندی شود. مناطق شمالی و شرقی استان از شرایط خوب تا عالی جهت کشت مرکبات برخوردار است و مناطق محدودیت‌دار استان با پتانسیل ضعیف، بخش‌های جنوبی، مرکزی و غربی را در بر می‌گیرند.

زیر معیارهای اقلیمی با تکیه بر روش میان‌یابی وزن دهی معکوس فاصله (IDW) با اندازه سلول ۲۵۰×۲۵۰ متر مربع و در بخش پایگاه داده‌های محیطی، نقشه‌های زیر معیارهای توپوگرافی، استعداد اراضی و پوشش زمینی با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DEM) در محیط GIS تهیه و ترسیم شد. در ادامه، از مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده و بر اساس اعمال وزن نهایی هر یک از زیر معیارهای محیطی و اقلیمی مؤثر در کشت مرکبات و بهره‌گیری از قابلیت‌های نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی به منظور تلفیق و هم‌پوشانی نقشه‌ها، پهنه‌بندی نواحی مستعد استان خوزستان از حیث این محصول انجام گردید. این پژوهش نشان داد که روش فرآیند

## منابع

-دماوندی، ع.ع.، طاهری، م.، اسماعیلی، م. و خلفی، ج.، ۱۳۸۹. پهنه‌بندی مناطق مناسب کشت گندم دیم در استان زنجان با استفاده از GIS، فصلنامه فن‌آوری‌های نوین کشاورزی، شماره ۱، ص ۸۱-۱۰۲.

-ضیائی‌ان فیروزآبادی، پ.، خالدی، ش.، خندان، س. و علیزاده، ا.، ۱۳۸۹. پهنه‌بندی آگروکلیمای مرکبات در استان لرستان با استفاده از مدل هم‌پوشانی شاخص و منطق فازی و مقایسه مدل‌ها، فصل‌نامه آمایش محیط، شماره ۸، ص ۲۱-۵۴.

-عظیمی، ف.، شکیب، ع.ر. و سعیدی، ن.، ۱۳۸۸. پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی جنوب و جنوب غرب ایران با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴، ص ۴۷-۵۸.

-فرج زاده، م. و تکلوییغش، ع.، ۱۳۸۰. ناحیه‌بندی آگروکلیمای استان همدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی با تاکید بر گندم دیم، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۱، ص ۹۳-۱۰۵.

-آل‌کثیر، ا.، ۱۳۹۰. مطالعه و بررسی شرایط اقلیمی مؤثر بر کشت نیشکر با استفاده از تکنیک GIS در استان خوزستان، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه آزاد واحد اهواز.

-امانی، ح.، ۱۳۷۸. اقلیم کشاورزی گندم دیم مطالعه موردی شهرستان مریوان، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد جغرافیای طبیعی (اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی)، دانشگاه شهید بهشتی.

-بازگیر، س.، ۱۳۷۸. بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم (مطالعه موردی استان کردستان)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه تهران.

-تاجور، ی. و حیات بخشی، ع.، ۱۳۸۴. کشت و پرورش مرکبات، موسسه تحقیقات مرکبات کشاورزی.

-خالدی، ش.، محمدی، ا. و کرمی، م.، ۱۳۸۷. مکان‌یابی اقلیمی کشت سیب در شهرستان سمیرم با استفاده از مدل‌های سلسله مراتبی (AHP)، بولین و انواع روش‌های مدل فازی در محیط GIS، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۱۱، ص ۵۵-۷۲.

-محمدی، ح. و مقتدری، ق.، ۱۳۸۳. ارزیابی پتانسیل‌های اقلیمی کشت نخل در استان گلستان، پژوهش‌های جغرافیایی شماره ۴۹، ص ۱۶۳-۱۷۸.

-محمدی، ح.، کاظمی، م. و گودرزی، ن.، ۱۳۸۶. کاربرد GIS در امکان‌سنجی کشت زیتون در استان اصفهان، پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۷۴، ص ۱۲۳-۱۳۳.

-میرزاییاتی، ر.، ۱۳۸۳. بررسی نواحی مستعد کشت زعفران در دشت نیشابور با استفاده از GIS&RS، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس.

-وطن‌خواه سادات، ا.، ۱۳۸۸. امکان‌سنجی اقلیمی کشت مرکبات در پارس‌آباد مغان، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر.

-فلاحتی، ف.، ۱۳۸۵. مکان‌یابی اراضی مستعد باغات میوه با تاکید بر فاکتورهای اقلیمی با رویکرد GIS&RS (مطالعه موردی: گردو استان تهران)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه تربیت معلم تهران.

-قدسی پور، ح.، ۱۳۸۸. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP، انتشارات دانشگاه امیرکبیر، ۲۲۴ ص.

-قلی‌زاده، م.، ۱۳۸۷. بررسی پارامترهای اقلیمی موثر در کاشت زیتون استان لرستان، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه تربیت معلم تهران.

-کمالی، غ.، صدقیانی پور، ع.، صداقت کردار، ع. و عسگری، ا.، ۱۳۸۷. بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان شرقی، مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی، دوره ۲۲، شماره ۲، ص ۴۶۷-۴۸۳).

-محمدی، ح.، ۱۳۸۵. آب و هواشناسی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ۲۵۹ ص.

-Akinci, H., Özalp, A. and Turgut, B., 2013. Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique: Journal of Computers and Electronics in Agriculture, v. 97, p. 71-82

-Badini, O., Stocle, C.O. and Franz, E.H., 1997. Application of CropSimulation Modeling and GIS to Agro climatic Assessment in BurkinaFaso: Agriculture Ecosystems & Environment, v. 64(3), p. 233-244.

-Beigbabayi, B. and Azadi Mobaraki, M., 2012. Using AHP Modeling and GIS to Evaluate the Suitability of Site with ClimaticPotential for Cultivation of Autumn Canola in Ardabil Province:

Annals of Biological Research, v. 3(5), p. 2307-2317

-Malczewski, J., 2000. On the use of weighted linear combination method in GIS: Common and Best Practice Approaches, Transactions in GIS, v. 4(1), p. 5-22.

-Moreno, J., 2005. A spreadsheet module for consistent consensus building in AHP-group decision making: Group Decision and Negotiation, v. 14, p. 89-108.

-Saaty, T. L., 1980. The Analytical Hierarchy Process, McGraw Hill, New York, 350 p.

-Saaty, T.L., 2000. Fundamentals of decision making and priority theory, 2nd Ed., PA: RWS Pub, Pittsburgh.