

## دینامیک فضایی عرصه های کشت گیاه دارویی آلوئه ورا در سناریوهای حدی تغییر اقلیم در استان هرمزگان

دریافت مقاله: ۹۸/۳/۴ پذیرش نهایی: ۹۸/۸/۴

صفحات: ۳۰۷-۳۲۴

شهربانو قنبری عدیوی: دانشجوی دکترا آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران.  
مرتضی خدافل: دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.  
امیرگندمکار: دانشیار مرکز تحقیقات گردشگری گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران.<sup>۱</sup>

### چکیده

هدف اساسی این تحقیق توان سنجی آگروکلیمایی استان هرمزگان برای توسعه و ایجاد مزارع کشت و پرورش گیاه دارویی آلوئه ورا در دوره پایه و دوره تغییر اقلیم میباشد. در این راستا، داده‌های تأثیرگذار در مراحل مختلف فنولوژیکی گیاه آلوئه‌ورا شامل دمای کمینه و بیشینه و بارش، به‌عنوان عوامل اقلیمی طی دوره آماری ۱۹۹۰-۲۰۱۵ (به عنوان دوره پایه) برای ۷ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک و متغیرهای ارتفاع، شیب، جهت شیب، خاک، به‌عنوان عناصر پایدار در ارزیابی نواحی مستعد کشت گیاه آلوئه‌ورا، استفاده گردید. از تکنیک سیستم تصمیم‌گیری چندمعیار در محیط GIS، با استفاده از تابع گامای فازی (Fuzzy Gama) برای برهم‌نهی و در نهایت مشخص کردن عرصه‌های مناسب کشت گیاه آلوئه‌ورا استفاده گردید. نقش تغییرات اقلیمی در دو سناریوی حدی تغییر اقلیم یعنی B1 و A2 برای ارزیابی تغییرات عرصه‌های آگروکلیمایی کشت آلوئه‌ورا در استان هرمزگان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از اجرای تابع تلفیق Fuzzy Gama در استان هرمزگان نشان داد که در اقلیم دوره پایه، ۳۵٪ از مساحت استان دارای قابلیت کشت خوب و عالی برای این گیاه هستند. این نواحی عموماً منطبق بر نواحی کم‌شیب و گرم بخش‌های جنوبی استان بوده و منطبق بر خاک‌های با بافت و عمق و زهکشی مناسب، یعنی خاک‌های آریدی سویل و آنتی سویل هستند، در حالی که در بخش‌های شمالی استان عامل شیب، تأمین نشدن نیاز گرمایشی گیاه آلوئه‌ورا، تولرنس دمایی درون‌سالی و شبانه‌روزی، عملکرد محصول را بسیار ضعیف کرده و توسعه مزارع پرورش آلوئه‌ورا در این نواحی توصیه نمیشود. در شرایط اقلیمی شبیه‌سازی شده برای سال ۲۰۷۰ تحت ۲ سناریوی حدی تغییر اقلیم، عرصه‌های آگروکلیمایی قابلیت کشت گیاه آلوئه‌ورا تغییرات نسبتاً بارزی را نسبت به اقلیم دوره پایه خواهند داشت به طوری که بیشترین تغییرات مربوط به سناریوی A2 که در آن طبقات قابلیت ضعیف، فاقد قابلیت و قابلیت کشت متوسط، با کاهش مساحتی بین ۳۰ تا ۴۰ درصد روبرو بوده‌اند در حالی که دو طبقه آگروکلیمایی قابلیت کشت بالا و قابلیت کشت خوب، تحت سناریوی مذکور افزایشی در حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد نشان خواهند داد.

کلید واژگان: گیاه آلوئه‌ورا، قابلیت سنجی آگروکلیمایی، سیستم تصمیم‌گیری چندمعیاره، استان هرمزگان

۱. نویسنده مسئول: مرکز تحقیقات گردشگری گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

## مقدمه

اقلیم کره زمین از زمان پیدایش جو بر روی این سیاره تغییر کرده، اما سرعت آن هیچگاه به اندازه عصر حاضر نبوده است. از نظر پژوهشگران، این مقدار شدت در تغییرات اقلیمی به دلیل افزایش گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر است که غالباً منشأ انسانی دارند. غلظت این گازها، رابطه مستقیمی با افزایش دمای جهانی هوا داشت (بحری و زاهدی، ۱۳۹۵: ۱۰۹). براساس مشاهدات هیأت بین الدول تغییر اقلیم در سال ۲۰۰۱ میانگین دمای جهان در قرن بیستم با در نظر گرفتن عدم قطعیت‌ها برابر ۰/۲ تا ۰/۶ درجه سانتیگراد افزایش یافته است با اینکه افزایش ۰/۶ درجه سلسیوس در متوسط دمای جهانی از آغاز قرن بیستم به نظر کوچک می‌رسد، شواهد نشان می‌دهد که تغییرات آب و هوایی هم اکنون بر انواع سیستم‌های فیزیکی و بیولوژیکی تأثیر داشته‌اند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۸۸). اگرچه بخش‌های مختلف اقتصادی اعم از کشاورزی، جنگلداری، آب، صنعت، گردشگری، انرژی و حتی بازارهای مالی و بیمه از تغییرات اقلیم متأثرند (هوپ<sup>۱</sup>، ۲۰۰۵: ۱۲۸؛ تول<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۴: ۲۶۳؛ کمفرت<sup>۳</sup>، ۲۰۰۹: ۵۶). از تأثیرات درجه سوم و چهارم تغییرات آب و هوایی بحران‌های سیاسی، امنیتی و درگیری-های محلی، منطقه‌ای و بین‌کشوری می‌باشد (چانگ<sup>۴</sup>، ۲۰۰۳: ۶۲). روندهای خشک‌تر شدن و کمبود منابع آب، فرسایش شدید و کاهش حاصل‌خیزی خاک و به دنبال آن بحران و ناامنی‌های غذایی، همگی می‌توانند منجر به مناقشات امنیتی و سیاسی شوند که نمونه آن‌ها در خاورمیانه و در برخی از کشورهای آفریقای مرکزی، در حال مشاهده است (بانی دمی<sup>۵</sup>، ۲۰۰۶: ۱۷). در این میان بخش کشاورزی وابسته‌ترین بخش به اقلیم است و اقلیم تعیین‌کننده اصلی مکان، منابع تولید و بهره‌وری فعالیت‌های کشاورزی است (ریلی<sup>۶</sup>، ۱۹۹۹: ۲۹۸). افزون بر این، بخش کشاورزی سهم بالایی در اقتصاد کشورهای در حال توسعه دارد و از ارتباطات گسترده‌ای با دیگر بخش‌های اقتصادی برخوردار است؛ ضمن اینکه خود یکی از منابع تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای است. اثر تغییر اقلیم در بسیاری از نقاط دنیا برای گیاهان زراعی مختلف مشخص شده است (ردزما و همکاران، ۲۰۰۹: ۴۱). آلوئه‌ورا گیاهی از راسته مارچوبه‌ها، تیره سوسن‌ها، سرده آلوئه و گونه‌ها که بومی شبه جزیره عربستان و نواحی نیمه حاره ای آفریقا می‌باشد (وگا<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۰۷: ۷۰۱). در مناطق آفریقایی این گیاه را به نام‌های زنبق بیابانی گیاه سوختگی، گیاه جاودانگی و گیاه دارویی می‌شناسد. متابولیسم اسید کراسولاسه گیاه آلوئه‌ورا را قادر می‌سازد تا در شرایط کم آبی مقاومت داشته باشد (کاتل<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۰۸: ۱۱۸۰). طبق آزمایشات مختلف، این گیاه می‌تواند در تنش آبی مقاوم باشد. توان تحمل گیاه از ۵ تا ۶۰ درصد تبخیر و تعرق است (سیلوا<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۱۰: ۲۴). در صورتی که گیاه آلوئه‌ورا کشت در فضای باز کشت شود میزان بارش مورد نیاز برای این گیاه بین ۵۰ تا ۳۰۰ میلیمتر است که با کاهش بارش از این مقدار نیاز به آبیاری دارد، اما در صورت افزایش

۱ Hope

۲ Tol

۳ Kemfert

۴ Chang

۵ Bani-Domi

۶ Reilly

۷ Vega

۸ Cuttle

۹ Silva

بارش از این محدوده رشد گیاه کاهشی خواهد بود (منتیائونگ<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۳: ۷۱۵). آلوئه ورا در شرایط تابش مستقیم بین ۹ تا ۱۰ ساعت در روز بهینه‌ی رشد را دارد، اما سایه کم نیز برای رشد آن مناسب است. میانگین کمینه دمای هوا در محیط رشد این گیاه تقریباً ۱۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این گیاه به لحاظ تحمل دماهای بالا تا حدود ۸ درجه سانتی‌گراد مقاوم می‌باشد بگونه‌ای که مناسب‌ترین دما برای افزایش شیره گیاه ۴۰ درجه سلسیوس می‌باشد (سیمال<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۰: ۱۱۳). دماهای پایین محدودیت شدیدی را برای گیاه آلوئه ورا به دنبال دارد است با کاهش میانگین کمینه دمای هوا فعالیت و رشد گیاه کاهشی بوده و با نزدیک شدن میانگین کمینه دمای هوا به صفر درجه سانتی‌گراد علائم مرگ در این گیاه دیده می‌شود. از طرفی این گیاه در مقابل شوری آسیب‌پذیری بالایی دارد (جین<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۷: ۷۱۰). در این راستا، با توجه به پتانسیل‌های بالای مناطق جنوبی کشور و به ویژه استان هرمزگان، به دلیل شرایط مناسب آب‌وهوایی برای کشت این گونه گیاهی ارزشمند، و با توجه به این که کشت آلوئه ورا به عنوان یک وارسته جدید می‌تواند به عنوان یک مولفه اقتصادی در استان هرمزگان (و حتی کشور) مطرح می‌گردد. تاثیرگذاری شرایط اقلیم شناختی و به تبع آن تغییر و تنوع آب و هوایی بر روی گیاه آلوئه ورا از ابعاد مختلفی قابل بررسی است. نه تنها پهنه های آگروکلیمایی مستعد کشت گیاه آلوئه ورا تحت تاثیر شرایط آب و هوایی تعیین میشود (محمدی و ماهفروزی، ۱۳۹۱: ۱۴) بلکه شرایط آب و هوایی می‌تواند ترکیبات شیمیایی عصاره گیاه آلوده ورا را تحت تاثیر قرار دهد سندپ<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۷) نمونه‌های آلوئه ورا در نواحی اقلیمی مختلف هند گرد آوری کرده و نشان دادند که عناصری مانند محتوای فنلیک عصاره و مقدار آنتی اکسیدان آن، در شرایط اقلیمی متفاوت، به صورت معنی-داری متفاوتند و این تفاوت در سایر فاکتورهای گیاه آلوئه ورا در اقلیم های مختلف معنی دار نبوده است.

در زمینه تاثیر گذاری شرایط آگروکلیمایی این گیاه مطالعاتی صورت گرفته است که در ادامه به آنها پرداخته می‌شود. میرموسوی و میریان (۱۳۹۲)، در زمینه ارزیابی آگروکلیمایی کشت پسته در استان زنجان، امیدوار و همکاران (۱۳۹۳) در زمینه ارزیابی آگروکلیمایی کشت کلزا در استان کرمانشاه، فال سلمان و همکاران (۱۳۹۶) در زمینه ذرت اشاره کرد که وجه مشترک این تحقیقات این است که با شناسایی عناصر و مولفه های اقلیمی و غیراقلیمی موثر در کشت این محصولات، و به کارگیری روش‌های تلفیق مبتنی بر تحلیل سلسله مراتبی، منطق بولین و منطق فازی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، نواحی مساعد و نامساعد کشت این محصولات را شناسایی کرده‌اند. خروجی این تحقیقات و تحقیقات مشابه ارائه نقشه های کاربردی نواحی مستعد و نامستعد کشت محصولات مذکور می‌باشد.

اما این تحقیقات دینامیک و جابجایی این پهنه های آگروکلیمایی را در سناریوهای مختلف تغییر اقلیم در دوره آینده ارائه نکرده اند. در این پژوهش به امکان سنجی کشت گونه آلوئه ورا در استان هرمزگان پرداخته و این استان بر حسب معیارهای مختلف اقلیم‌شناسی، خاک‌شناسی و مشخصات فیزیوگرافیک بررسی می‌شود. سپس به پهنه‌بندی استان هرمزگان برای تعیین مناطق مستعد کشت گیاه آلوئه ورا پرداخته می‌شود. در نهایت تغییرات

1 Maenthaisong

2 Simal

3 Jin

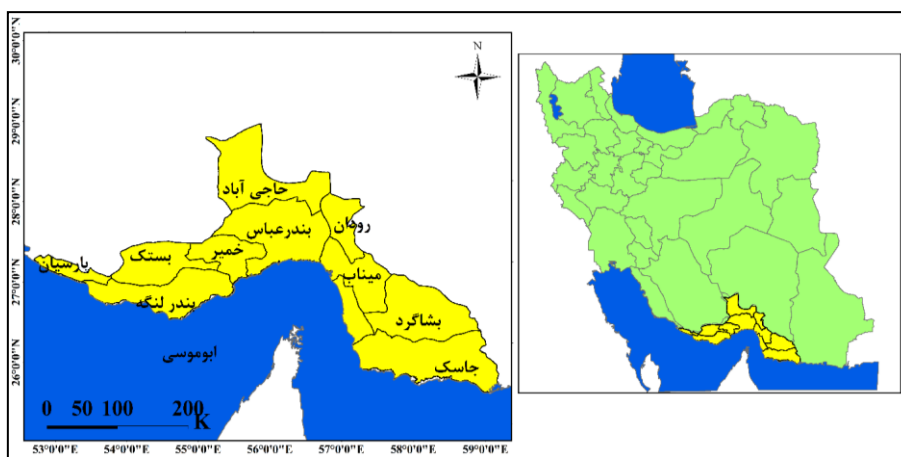
4 Sandip

عرصه های آگروکلیمایی مساعد کشت این محصول در استان هرمزگان تحت ۲ سناروی حدی تغییر اقلیم یعنی A2 و B1 برای سال ۲۰۷۰ شبیه سازی شده و مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

## روش تحقیق

### منطقه مورد مطالعه

استان هرمزگان در حد فاصل بین مختصات جغرافیایی ۲۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. این استان حدود ۶۸ هزار کیلومتر مربع مساحت دارد که از این نظر هشتمین استان کشور می باشد. استان هرمزگان از مناطق گرم و خشک ایران است و اقلیم آن تحت تأثیر آب و هوای نیمه بیابانی و بیابانی قرار دارد. هوای نوار ساحلی در تابستان ها، بسیار گرم و مرطوب است و گاهی نیز دمای آن از ۵۲ درجه سانتیگراد تجاوز می کند. دمای متوسط سالانه این منطقه در حدود ۲۷ درجه سانتیگراد است. از ویژگی های آب و هوایی استان هرمزگان، یک فصل طولانی گرم و یک فصل کوتاه خنک است. فصل تابستان از اوایل اسفندماه شروع می شود؛ و دمای هوا به تدریج بالا رفته تا و در تیر ماه به مقادیر بیشینه سالانه میرسد. فصل سرد آن همراه با خشکی نسبی هوا، در حدود سه ماه طول می کشد. این فصل از اوایل آذرماه شروع می شود و تحت تأثیر توده های هوای خنک غربی قرار می گیرد. دمای هوای این استان، در سردترین شب های سال، به ندرت به صفر درجه میرسد و در روزهای زمستانی، دمای آن معمولاً از ده درجه سانتیگراد بالای صفر پایین تر نمی آید. میزان رطوبت نسبی در سواحل خلیج فارس عمدتاً بالا است و بین ۰/۳۵ تا ۰/۱۰۰ نوسان دارد. شکل (۱).



شکل (۱). موقعیت جغرافیایی استان هرمزگان

### داده و روش کار

عوامل اقلیمی و غیر اقلیمی دخیل در کشت و فنولوژی گیاه آلوئه‌ورا در مطالعات محققین مختلف (وگا و همکاران، ۲۰۰۷؛ سندپ و همکاران، ۲۰۱۷؛ سیمال و همکاران، ۲۰۰۰؛ سیلوا و همکاران، ۲۰۱۰) شناسایی گردید که در ادامه معرفی می گردد ( میرموسوی و میریان، متغیرهای کمینه و بیشینه دما، بارش، شیب و جهت شیب، ارتفاع و نوع خاک و نیز پراکنش گندهای نمکی به عنوان منبع شوری خاک منطقه به عنوان داده‌های ورودی



Rmax: مقدار بیشینه متغیر

Standardized Range: دامنه تغییرات استاندارد سازی می باشد. جدول (۲).

جدول (۲). مولفه های اقلیم‌شناختی و محیطی مناسب جهت کاشت گیاه دارویی آلوئه ورا و شکل توابع فازی آن ها

شکل تابع فازی	ارزش تابع عضویت فازی				لایه ها
	۰	کمتر از ۰/۳	بیش از ۰/۵	۱	
گسسته	کمتر از ۱۰۰	بیش از ۲۰۰	۱۵۰-۲۰۰	۱۰۰-۱۵۰	میزان بارش (میلی متر در سال)
گسسته	سایر کلاس‌ها	رسی سیلتی، رسی	لومی رسی، لومی سیلتی، لومی رسی سیلتی	لومی، شنی لومی، لومی شنی	بافت خاک
گسسته	> ۱۵۰۰	۱۰۰۰-۱۵۰۰۰	۷۰۰-۱۰۰۰	۷۰۰-۱۰۰	ارتفاع از سطح دریا (متر)
گسسته	> ۱۰	۵-۱۰	۳-۵	۳-۰	درصد شیب
گسسته	جنوبی، جنوب غربی	جنوب شرقی، غربی	شرقی، شمال غربی، بدون جهت	شمالی، شمال شرقی	جهت شیب

### بررسی اثرات تغییر اقلیم

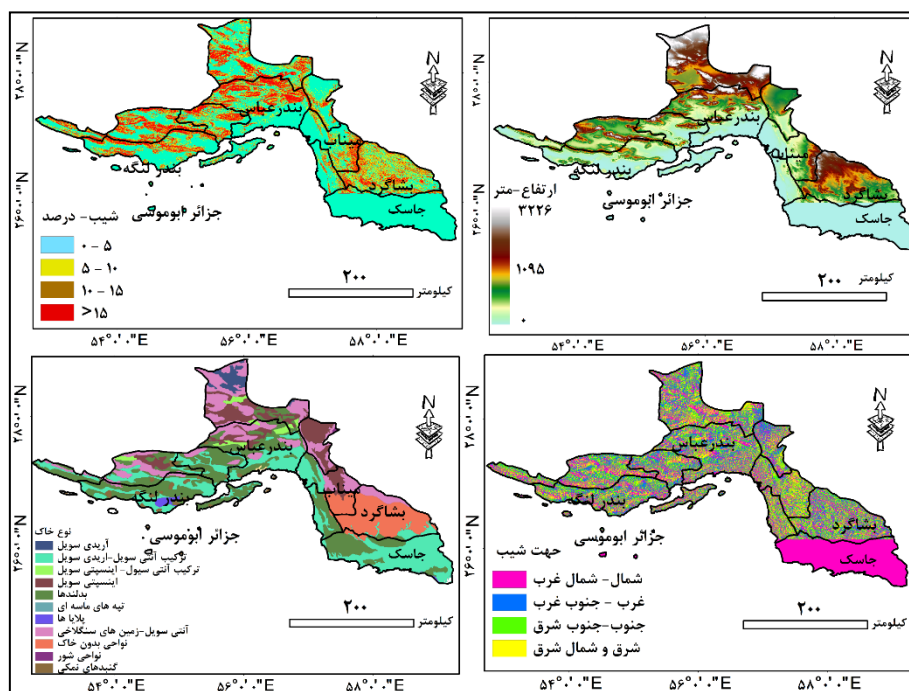
برای بررسی تاثیر تغییر اقلیم بر تغییرپذیری عرصه های کشت گیاه آلوئه ورا، از خروجی مدل گردش عمومی جو HADCM3، تحت دو سناریوی حدی A2 و B1، استفاده شد. خروجی مقادیر شبیه سازی شده دمای کمینه، بیشینه در مقیاس روزانه، بارش و تابش روزانه، برای سال ۲۰۷۰ برای موقعیت ایستگاه های سینوپتیک ۷ گانه مورد بررسی در استان هرمزگان، از پایگاه تغییر اقلیم MARKSIM که توسط Willby و همکاران در سال ۲۰۰۹ و سپس Jonse و Throne در سال ۲۰۱۳، توسعه داده شده است، شبیه سازی گردید. در خانواده سناریوهای A2 تقویت نیروهای جمعیتی منطقه‌ای با تأکید بر ارزش خانواده‌ها و رسوم خانوادگی، رشد زیاد جمعیت و وابستگی کم‌تر به پیشرفت سریع اقتصادی، مد نظر قرار گرفته است. وضعیت جمعیت در خانواده سناریوهای B1 شبیه به A1 می‌باشد، با این تفاوت که در این سناریو تأکید بر استفاده از انرژی‌های پاک و محیط زیست می‌باشد (آشفته و مساح‌بوانی، ۱۳۸۶). در این خانواده، پایداری اقتصادی، محیط زیست و اقتصاد در سطح جهانی حائز اهمیت می‌باشد. در جدول (۳) خصوصیات اصلی برای دو سناریوی شاخص A2 و B1 در سال ۲۰۷۰ ارائه شده است.

جدول (۳). خلاصه‌ی از برآوردهای سناریوهای اقلیمی در سال ۲۰۷۰

B1	A2	سال مبنا (۱۹۹۰)	سناریو خصوصیات
۷/۰	۱۵/۱	۵/۲۵۲	جمعیت (میلیارد نفر)
۵۴۷	۸۳۴	۳۵۴	غلظت CO2 (ppmv)
۲/۰ (۱/۳-۴/۰)	۳/۱ (۲/۴-۱/۴)	-	تغییر متوسط دمای زمین (درجه سانتی‌گراد)
۵۰ (۹۰-۱۹)	۶۲ (۱۰۷-۲۷)	-	افزایش سطح آبهای آزاد (cm)

نتایج

توزیع فضایی عوامل محیطی موثر در پتانسیل آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه ورا در استان هرمزگان که شامل شیب، جهت شیب، نوع خاک و ارتفاع می باشد در نقشه های شکل (۲) ارائه شده است. همان طور که مشاهده می گردد، توزیع ارتفاعی ناهمواری ها در استان هرمزگان به گونه ای است که نواحی شمالی استان و برخی از نواحی شمال شرق استان، بیشترین ارتفاعات منطقه را به خود اختصاص داده است. میانگین ارتفاع نواحی شمالی استان بیش از ۱۵۰۰ متر می باشد در حالی که در نواحی جنوبی استان در بخش وسیعی از استان ارتفاع به کمتر از ۵۰۰ متر و حتی در برخی مناطق ارتفاع به صفر هم می رسد. نقشه شیب منطقه نیز که با استفاده از مدل ارتفاع رقومی زمین با رزولوشن فضایی ۳۰ متر تهیه گردید نشان می دهد که کمترین شیب در قسمت های جنوبی و نزدیک ساحل دیده می شود، در واقع کمینه شیب در بخش های کم ارتفاع ساحلی مشاهده می شود. بیشینه شیب نیز در بخش های شمالی استان واقع شده است.

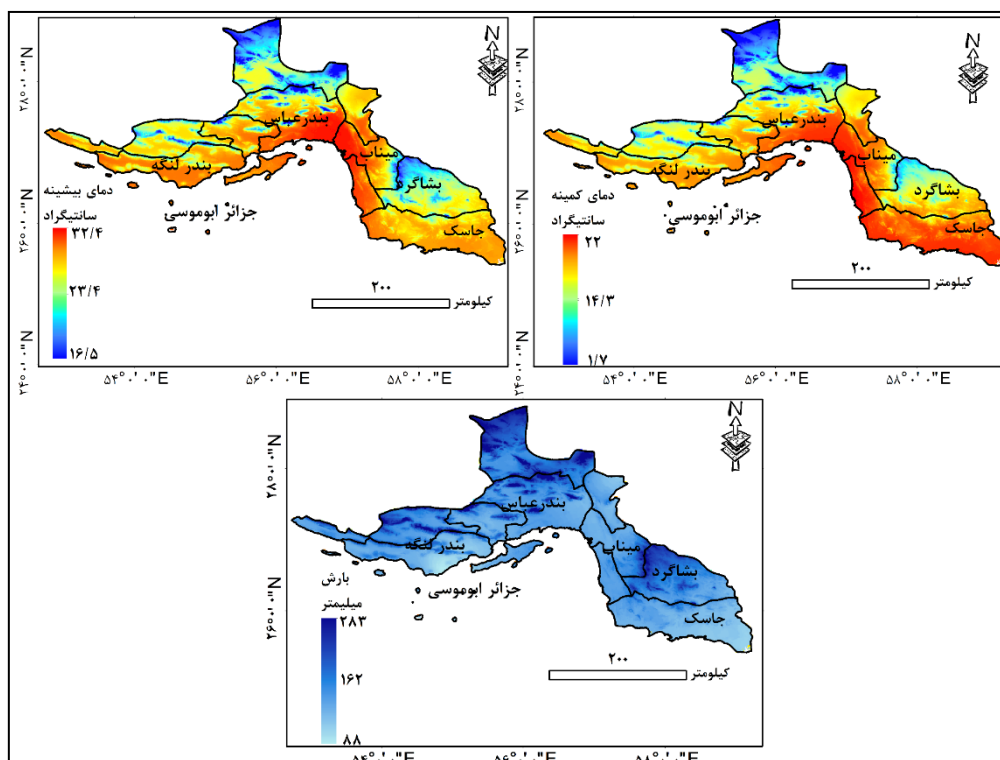


شکل(۲). عوامل محیطی دخیل در پهنه بندی کشت آلوئه ورا (عوامل پایدار)

میانگین بلندمدت توزیع فضایی عناصر اقلیمی دخیل در تعیین شرایط آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه ورا، که شامل دمای بیشینه و کمینه و بارش منطقه مورد مطالعه می باشد، با استفاده از داده های پایگاه اقلیمی ورد کلایم<sup>۱</sup>، ارائه شده است (شکل ۳). همان طور که مشاهده می گردد، نواحی جنوبی استان از لحاظ میانگین دمای کمینه به ۲۳ درجه سانتی گراد رسیده اند در حالی که نواحی شمالی منطقه از لحاظ میانگین کمینه دما به ۱/۷ درجه سانتی گراد رسیده اند. از لحاظ توزیع دمای بیشینه نیز الگوی فضایی مشابهی مانند دمای کمینه مشاهده

<sup>1</sup> Worldclime

گردید که نواحی جنوبی استان دارای دمای بیشینه حدود ۳۲/۵ درجه سانتی‌گراد در سال هستند در حالی که نواحی شمالی دارای دمای کمتر از ۱۷ درجه سانتی‌گراد بوده‌اند. از لحاظ توزیع فضایی بارش نیز همانطور که مشاهده می‌گردد، نواحی شمالی منطقه بارش بیشتری از نواحی جنوبی دریافت می‌کنند. به طور متوسط میانگین بارش نواحی شمالی منطقه بین ۲۰۰ تا ۲۸۰ میلی‌متر است در حالی که در نواحی جنوبی منطقه بارش به کمتر از ۱۳۰ میلی‌متر و در برخی نواحی به زیر ۱۰۰ میلی‌متر هم می‌رسد.



شکل (۳). توزیع فضایی عناصر اقلیمی دخیل در کشت آلوئه‌ورا در استان هرمزگان

ماتریس مقایسه زوجی هرکدام از متغیرهای دخیل در پهنه بندی آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا با استفاده از پرسشنامه‌های نظرسنجی از کارشناسان تکمیل گردید جدول (۴). براساس این ماتریس، با استفاده از الگوریتم وزن دهی سلسله مراتبی وزن هرکدام از متغیرها و عوامل دخیل در تعیین توان آگروکلیمایی کشت آلوئه‌ورا ارائه گردید. براساس ماتریس مقایسه زوجی ارائه شده، شاخص ناسازگاری یا تناقض وزن دهی محاسبه شده برابر ۰/۰۴۳ بوده است که کمتر از میزان آستانه مجاز (۰/۱) بوده است و لذا ماتریس مقایسه زوجی قابلیت استفاده برای وزن دهی نهایی عناصر دخیل در پهنه بندی کشت آلوئه‌ورا دارد.



جدول (۴). ماتریس مقایسه زوجی هر کدام از متغیرهای دخیل در پهنه بندی آگروکلیماتیک آلوئه ورا

	ارتفاع	شیب	جهت شیب	نوع خاک	گنبد های نمکی	بارش	دمای کمینه	دمای بیشینه
ارتفاع	۱	۱	۱	۰/۲۵	۰/۵	۲	۰/۱۴	۲
شیب		۱	۲	۰/۲۵	۰/۵	۳	۰/۱۴	۳
جهت شیب			۱	۰/۱۴	۰/۲۵	۱	۰/۱۴	۱
نوع خاک				۱	۲	۵	۱	۷
گنبد های نمکی					۱	۳	۰/۵	۶
بارش						۱	۰/۲۵	۱
دمای کمینه							۱	۵
دمای بیشینه								۱
شاخص ناسازگاری	۰/۰۴۳							

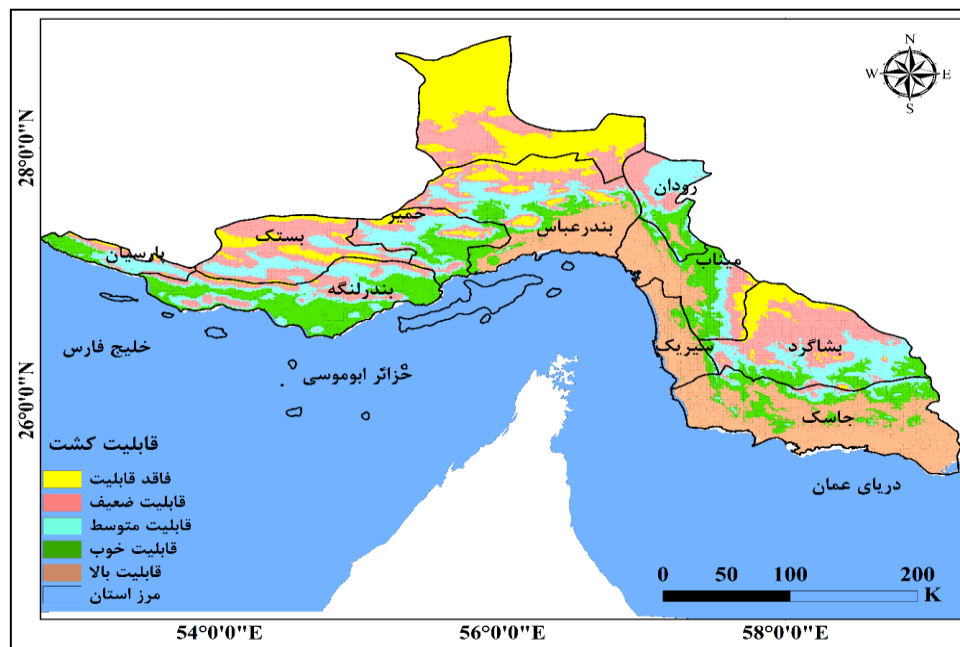
وزن های نهایی هر کدام از عناصر دخیل در پهنه بندی کشت گیاه آلوئه ورا به صورت جدول ۵ ارائه شده است که براساس آن میانگین کمینه دما و جنس خاک بیشترین وزن را دارند در حالی که بارش و بیشینه دما وزن های کمتری را به خود اختصاص داده اند.

جدول (۵). ماتریس وزن دهی نهایی هر کدام از متغیرهای دخیل در پهنه بندی آگروکلیماتیک آلوئه ورا

وزن	متغیر	وزن
۰/۲۸	میانگین کمینه دما	عوامل اقلیم شناختی
۰/۰۳۷	میانگین بیشینه دما	
۰/۰۳۳	بارش	
۰/۰۴	جهت شیب	عوامل محیطی
۰/۰۹۸	شیب	
۰/۱۷۲	جنس خاک	
۰/۰۷	ارتفاع	

برای برهم نهی وزن دار عوامل موثر در پهنه بندی آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه ورا، از ابزار جبر نقشه<sup>۲۱</sup> سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده گردید و رابطه خطی ۳ در محیط نرم افزار مذکور برای برهم نهی لایه ها و تولید نقشه آگروکلیمایی کشت آلوئه ورا در استان هرمزگان اعمال گردید و نقشه تلفیق فازی نهایی به صورت شکل (۴) تولید گردید: رابطه (۳) ترکیب خطی تولید نقشه پتانسیل آگروکلیماتیک کشت گیاه آلوئه ورا (پ.آ.ک.آ):

$$(ارتفاع) ۰/۰۷ + (خاک) ۰/۱۷۲ + (شیب) ۰/۰۹۸ + (جهت شیب) ۰/۰۴ + (بارش) ۰/۰۳۳ + (دمای کمینه) ۰/۲۸ + (دمای حداکثر) ۰/۳۷ = پ.آ.ک.آ$$



شکل (۴). نقشه نهایی مناطق استعداد آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه ورا در استان هرمزگان در شرایط اقلیم کنونی

در جدول (۵) مساحت هر کدام از طبقات قابلیت کشت آگروکلیمایی گیاه آلوئه ورا در استان هرمزگان ارائه شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌گردد، طبقه آگروکلیمایی با قابلیت کشت عالی برای گیاه آلوئه ورا در استان هرمزگان، حدود ۰/۱۸ از مساحت کل استان هرمزگان را به خود اختصاص داده است. همانطور که در نقشه آگروکلیمایی کشت ارائه شده، مشاهده می‌گردد، این طبقه آگروکلیمایی در بخش‌های جنوبی و به ویژه جنوب شرق استان قرار دارد. بخش‌های جنوبی شهرستان‌های بندرعباس، میناب، سیراب و جاسک، در این طبقه قرار گرفته‌اند. در نوار حاشیه شمالی طبقه با قابلیت کشت عالی و همچنین در بخش‌های جنوب شرق استان هرمزگان، یعنی شهرستان‌های بندرلنگه، بخش جنوبی شهرستان خمیر، و پارسیان، طبقه با قابلیت کشت خوب به چشم می‌خورد. همانطور که در نمودار شکل (۶) مشاهده می‌گردد، این طبقه ۰/۱۷ از مساحت استان هرمزگان را به خود اختصاص داده است. همانطور که در نمودار شکل (۶) مشاهده می‌گردد، دو طبقه با قابلیت کشت خوب و کشت عالی ۰/۳۷ از مساحت کل استان هرمزگان که برابر ۲۶۳۹۵ کیلومتر مربع از مساحت استان می‌باشد را به خود اختصاص داده‌اند. این دو طبقه آگروکلیمایی که مساعد کشت آلوئه‌ورا هستند، منطبق بر دامنه دمای کمینه ۲۰ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد بوده است و از لحاظ دمای بیشینه نیز در دامنه دمای بین ۲۷ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد واقع شده است، اما از لحاظ بارش، این طبقه آگروکلیمایی در نواحی کم‌بارش استان یعنی بخش‌های جنوبی که کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر بارش دریافت می‌کند، گسترده شده است. از لحاظ عناصر پایدار محیطی نیز همان‌طور که مشاهده می‌شود، پهنه مساعد کشت آلوئه‌ورا غالباً منطبق بر خاک‌های بدلدنی و ترکیب آریدی سویل و آنتی سویل است. در نواحی هموار و کم‌ارتفاع استان توزیع شده است. در این طبقه شیب کم و دارای بافت‌های آبرفتی ساحلی هستند و لذا دارای زهکشی نسبتاً مناسبی که از مهمترین نیازهای کشت گیاه آلوئه ورا است، می‌باشند.

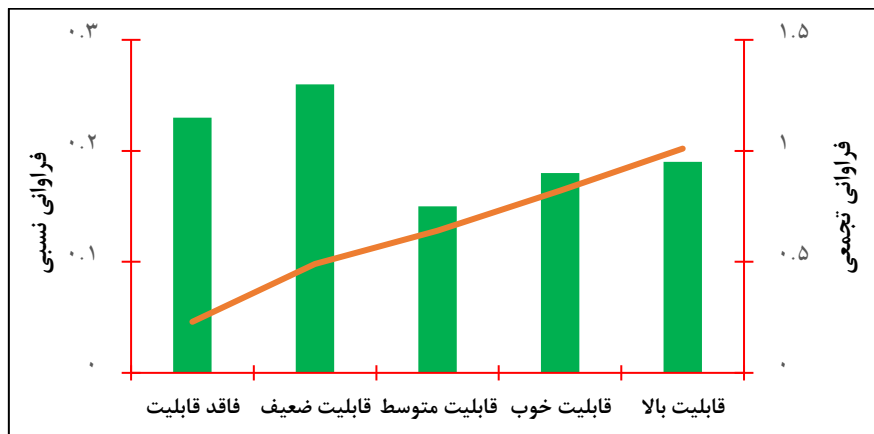
تولرنس یا تغییرات شبانه روزی و نیز ماهانه دما در این طبقه به دلیل برخورداری از اقلیم دریا بسیار کم است به نحوی که اختلاف دمای شبانه روزی در این طبقه در فصل گرم برابر ۳ درجه سانتی گراد و در فصل سرد برابر ۶ درجه سانتی گراد است. در مقیاس درون سالی احتمال رخدادهای حرارتی فرین از جمله امواج گرم و سرد که از محدودیت های اصلی کشت گیاه آلوئه ورا در این منطقه میباشد، بسیار پایین است و تولرنس درون سالی دما به کمتر از ۱۰ درجه سانتی گراد میرسد.

جدول (۶). مساحت طبقات آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه ورا در استان منبع: یافته های تحقیق، ۱۳۹۷

قابلیت	مساحت کیلومتر مربع	مساحت نسبی درصد	مساحت تجمعی درصد
فاقد قابلیت	۱۶۴۰۸	۰/۲۳	۰/۲۳
قابلیت ضعیف	۱۸۵۴۸	۰/۲۶	۰/۴۹
قابلیت متوسط	۱۰۷۰۱	۰/۱۵	۰/۶۴
قابلیت خوب	۱۲۸۴۱	۰/۱۷	۰/۸۲
قابلیت بالا	۱۳۵۵۴	۰/۱۸	۱

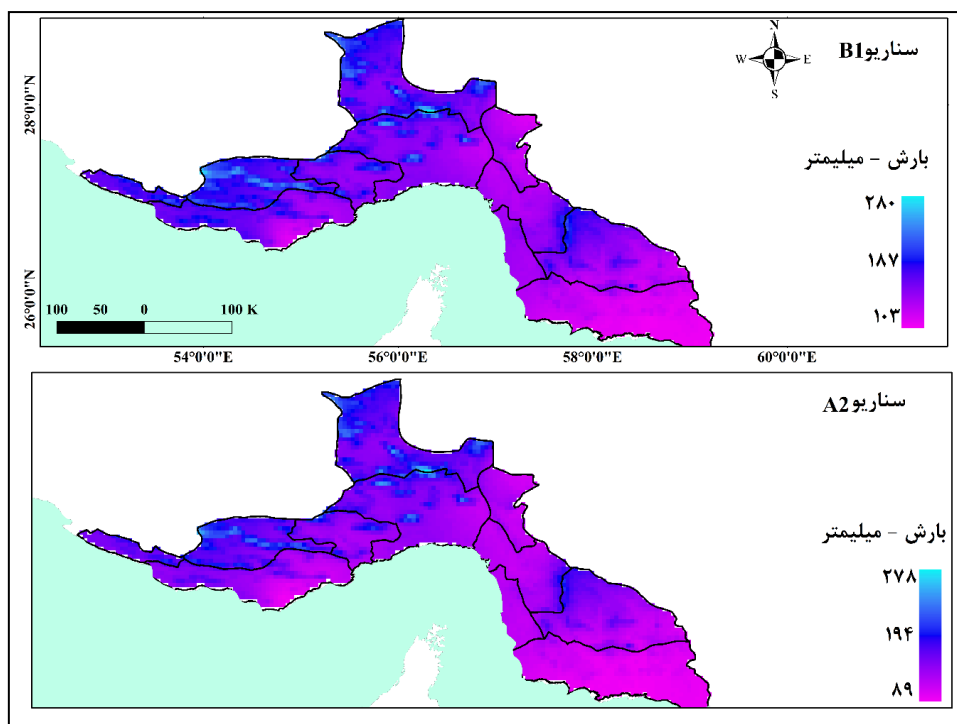
طبقه با قابلیت کشت متوسط، به صورت نواحی محدود در بخش های پایکوهی و مرکزی استان مشاهده می شود، این طبقه، دارای میانگین دمایی کمینه بین ۱۷ تا ۲۰ درجه سانتی گراد است و خاک های این منطقه نیز بیشتر بدلدنی و آبرفتی است. این پهنه، حدود ۰/۱۵ از مساحت کل استان را به خود اختصاص داده است. شیب متوسط این طبقه بین ۵ تا ۷ درجه بوده که بالاتر از دو طبقه آگروکلیمایی مساعد کشت گیاه آلوئه ورا است. زهکشی خاک در این منطقه، نیز بسیار مناسب بوده و نسبت بارزی از خاک آبرفت های با زهکشی مناسب هستند. تولرنس دمایی شبانه روزی و ماهانه نیز در این طبقه نسبتا کم است، اختلاف دمای شبانه روزی در فصل گرم و سرد به ترتیب به طور متوسط ۴ و ۷ درجه سانتی گراد می باشد. همانطور که در نقشه شکل ۶ مشاهده میگردد، این طبقه، در شهرستان های رودان، بخش های مرکزی شهرستان بندرعباس و خمیر و بخش های مرکزی و شرقی شهرستان بشارگرد، مشاهده میگردد.

دو طبقه فاقد قابلیت و قابلیت ضعیف در مجموع حدود ۰/۴۹ از مساحت استان هرمزگان را که برابر ۳۴۹۵۶ کیلومتر مربع است، را به خود اختصاص داده اند. محدودیت های اقلیم شناختی از قبیل پایین بودن دمای کمینه (کمتر از ۱۶ درجه سانتی گراد) شیب زیاد، خاک های تکامل نیافته و سنگلاخی، از محدودیت ها و موانع اصلی پایین بودن قابلیت آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه ورا در این طبقه است. همانطور که در نقشه شکل ۴ مشاهده میگردد، این دو طبقه منطبق بر ناهمواری های استان هرمزگان هستند.

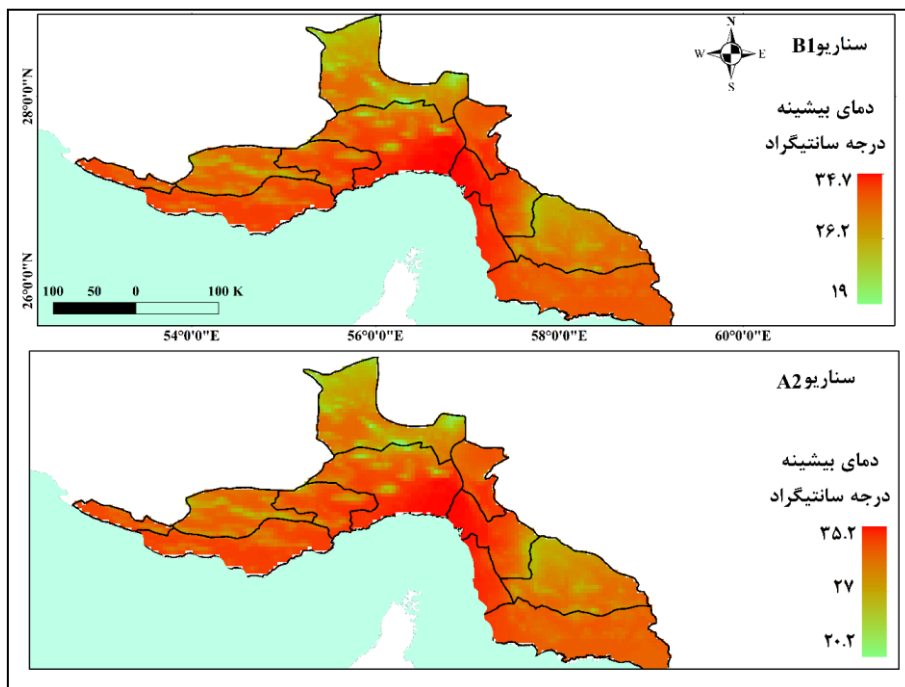


شکل (۵). نمودار پارتوی مساحت طبقات آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه ورا در استان هرمزگان

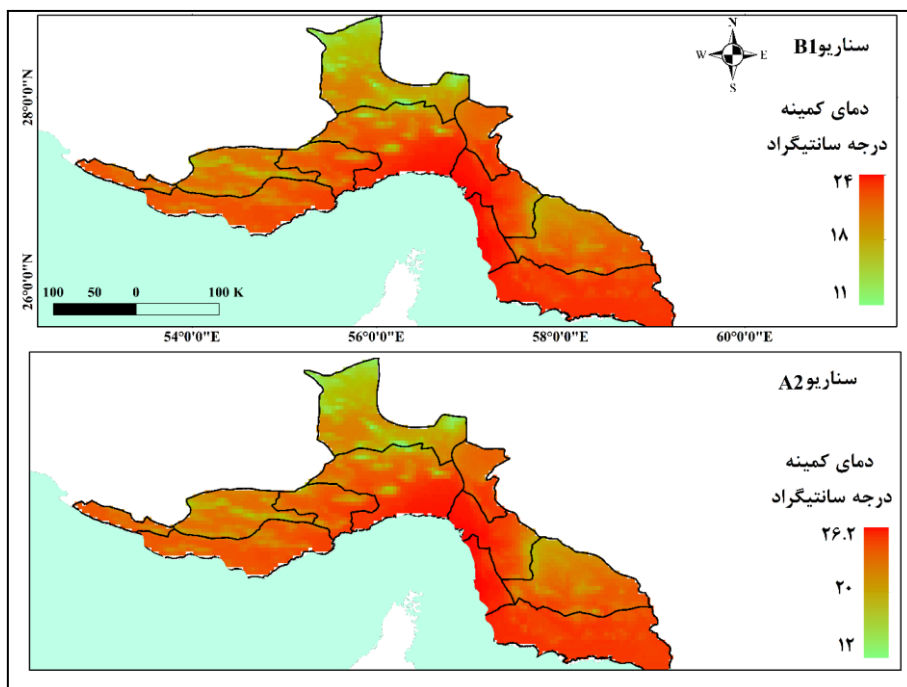
برای تحلیل تغییرات فضایی پهنه‌های آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا، در شرایط اقلیمی سال ۲۰۷۰ تحت ۲ خط سناریوی حدی A2 و B1، فاکتورهای اقلیم شناختی دخیل در پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت این گیاه، برای سال مذکور شبیه‌سازی گردید. شکل (۶ تا ۸).



شکل (۶). مجموع سالانه بارش شبیه سازی شده سال ۲۰۷۰ تحت دو سناریوی حدی A2 و B1

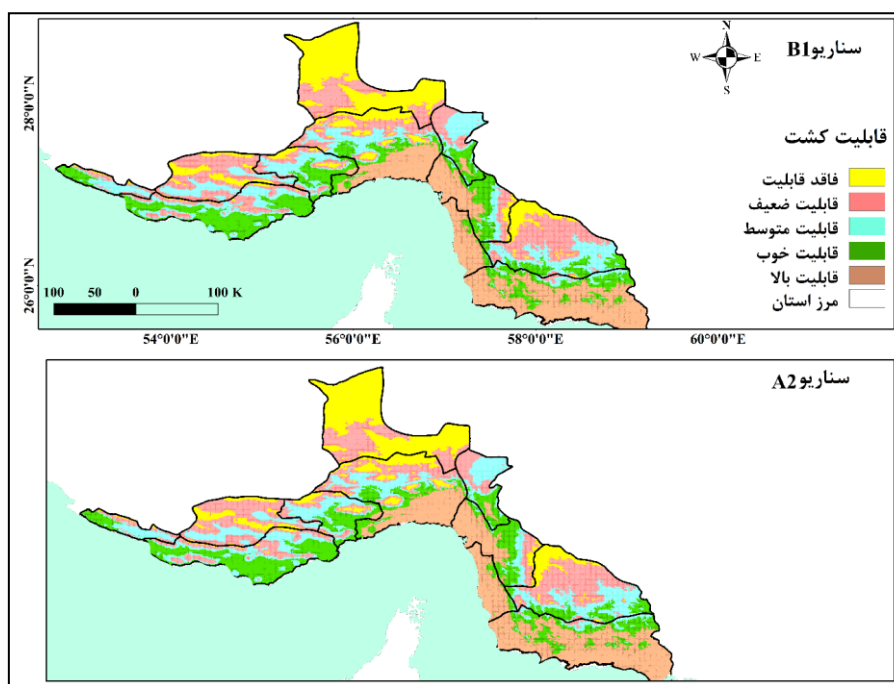


شکل (۷). میانگین سالانه دمای بیشینه شبیه سازی شده سال ۲۰۷۰ تحت دو سناریوی حدی A2 و B1



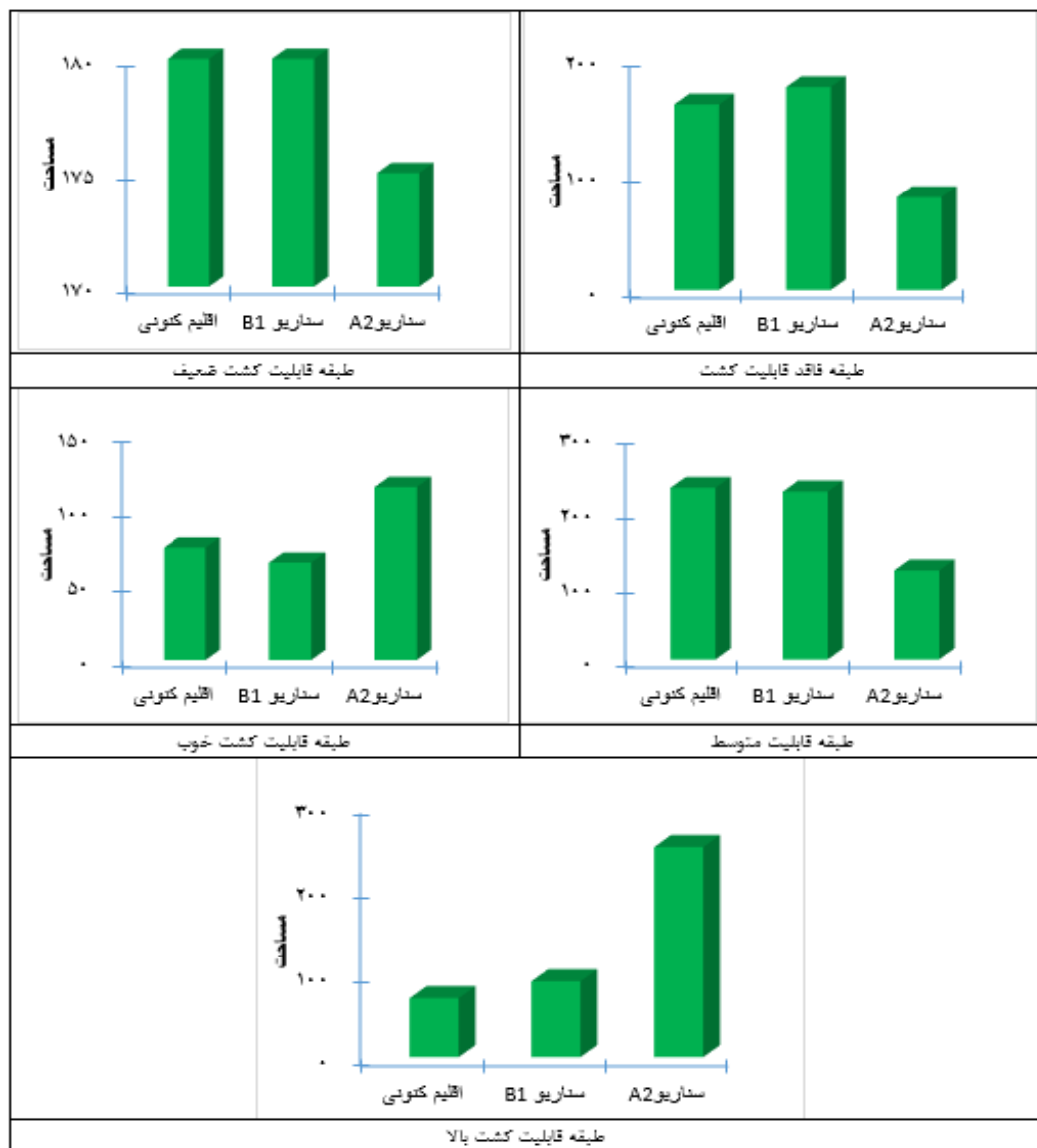
شکل (۸). میانگین سالانه دمای کمینه شبیه سازی شده سال ۲۰۷۰ تحت دو سناریوی حدی A2 و B1

حال در ترکیب خطی توسعه داده شده در رابطه ۱ که برای برهم نهی وزن دار عناصر دخیل در تولید نقشه استعداد آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا ارائه شده بود، به جای عناصر اقلیمی دوره کنونی، عناصر اقلیمی شبیه سازی شده سال ۲۰۷۰ که تحت چهار خط سیر تغییر اقلیم مذکور شبیه‌سازی گردید و در اشکال (۶ تا ۸) ارائه شده‌اند، نقشه نهایی پتانسیل آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا در سال ۲۰۷۰ تحت ۲ سناریوی A2 و B1، ارائه شده است.



شکل (۹). نقشه های تولید شده پتانسیل آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا در استان هرمزگان تحت سناریوهای A2 و B1

تغییرات فضایی طبقات آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا در استان هرمزگان تحت سناریوهای A2 و B1 برای سال ۲۰۷۰ و مقایسه آن با نقشه آگروکلیمایی مبتنی بر اقلیم سال ۲۰۱۵ به صورت نمودارهای شکل ۱۰ ارائه شده است، همان‌طور که مشاهده می‌گردد، در سناریوی B1 طبقات آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا، کمترین تغییرات را نسبت به اقلیم کنونی داشته‌اند و شرایط آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا تحت این خط سیر نسبت به اقلیم کنونی یعنی سال ۲۰۱۵ تغییرات چشم‌گیری نشان نداده است. در سناریوی A2 نیز همان‌طور که در نمودارهای شکل (۱۰) مشاهده می‌گردد، طبقات آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا تغییرات بارزی را در سال ۲۰۷۰ (شرایط تغییر اقلیم) نسبت به سال ۲۰۱۵ (اقلیم کنونی) خواهند داشت. در این سناریو سه طبقه قابلیت ضعیف، فاقد قابلیت کشت و قابلیت متوسط، با کاهش مساحتی در حدود ۱۰ تا ۶۰ درصد روبرو بوده‌اند در حالیکه دو طبقه آگروکلیمایی قابلیت کشت بالا و قابلیت کشت خوب، تحت خط سیر مذکور در سال ۲۰۷۰ افزایشی در حدود ۲۰ تا ۸۵ درصد نشان خواهند داد.



شکل (۱۰). تغییرات فضایی طبقات آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه ورا در استان هرمزگان در سال ۲۰۷۰ و مقایسه آن با نقشه آگروکلیمایی مبنی بر اقلیم سال ۲۰۱۵

### نتیجه گیری

در این پژوهش به امکان سنجی کشت گونه آلوئه ورا در استان هرمزگان پرداخته شد این استان بر حسب معیارهای مختلف اقلیم شناسی، خاک شناسی و مشخصات فیزیوگرافیک بررسی می شود. سپس به پهنه بندی استان هرمزگان برای تعیین مناطق مستعد کشت گیاه آلوئه ورا پرداخته می شود. در نهایت تغییرات عرصه های آگروکلیمایی مساعد کشت این محصول در استان هرمزگان تحت ۲ سناریوی حدی تغییر اقلیم یعنی A2 و B1 برای سال

۲۰۷۰ شبیه سازی شده و مورد بررسی قرار خواهد گرفت. نتایج نشان داد که در اقلیم دوره پایه، ۰/۳۵ از مساحت استان دارای قابلیت کشت خوب و عالی برای این گیاه هستند. این نواحی عموماً منطبق بر نواحی کم شیب و گرم بخش های جنوبی استان بوده که به دلیل منطبق بودن ترکیب بافت و عمق خاک مناسب، یعنی خاک های آریدی سویل و آنتی سویل که دارای زهکشی مناسبی برای پرورش آلوئه ورا هستند، در حالی که در بخش های شمالی استان عامل شیب، تامین نشدن نیاز گرمایشی گیاه آلوئه ورا، تولرنس دمایی درون سالی و شبانه روزی، عملکرد محصول را بسیار ضعیف کرده و توسعه مزارع پرورش آلوئه ورا در این نواحی توصیه نمیشود. در زمینه قابلیت سنجی آگروکلیمایی کشت محصولات مختلف از جمله پسته (میرموسوی و میریان، ۱۳۹۲)، کلزا (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۳)، آلوئه ورا (محمدی و ماهفروزی، ۱۳۹۱)، ذرت (فال سلیمان و همکاران، ۱۳۹۶) و غیره پژوهش های متعددی انجام شده است خروجی نهایی این تحقیقات، ارائه نقشه های کاربردی قابلیت آگروکلیمایی کشت محصولات یادشده خواهد بود که می تواند مورد استفاده سازمان های متولی امور کشاورزی برای تخصیص بهینه زمین های کشاورزی به محصولات زراعی مختلف منطبق بر نیازهای آگروکلیمایی منطقه قرار گیرد؛ اما همان گونه که اشاره شد، امروزه نظر به اهمیت بحث تغییرات آب و هوایی، همگی طرح ها و پروژه های مرتبط با کشاورزی، به دلیل ارتباط مستقیمی که با شرایط آب و هوایی دارند، ضروری است که پیوست ها و ملاحظات مرتبط با تغییر اقلیم به همراه داشته باشند؛ لذا در این پژوهش، افزون بر اینکه نقشه قابلیت آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه ورا در شرایط اقلیم کنونی تولید شد، نقشه های قابلیت آگروکلیمایی کشت این گیاه، در شرایط اقلیمی سال ۲۰۷۰ نیز تحت تحت دو سناریوی حدی تغییر اقلیم را نیز بررسی کرده است. به طوری که در این تحقیق مشاهده شد، در شرایط اقلیمی شبیه سازی شده برای سال ۲۰۷۰ تحت ۲ سناریوی حدی تغییر اقلیم، عرصه های آگروکلیمایی قابلیت کشت گیاه آلوئه ورا تغییرات نسبتاً بارزی را نسبت به اقلیم دوره پایه خواهند داشت به طوری که بیشترین تغییرات مربوط به سناریوی A2 که در آن طبقات قابلیت ضعیف، فاقد قابلیت و قابلیت کشت متوسط، با کاهش مساحتی بین ۳۰ تا ۵۰ درصد روبرو بوده اند در حالی که دو طبقه آگروکلیمایی قابلیت کشت بالا و قابلیت کشت خوب، تحت سناریوی مذکور افزایشی در حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد نشان خواهند داد.

### منابع

- امیدوار، کمال؛ مزیدی، احمد؛ دوست مرادی، سودابه. (۱۳۹۳). امکان سنجی اقلیمی کشت کلزا در استان کرمانشاه، جغرافیا و توسعه، ۳۵ (۲): ۹-۱۶.
- آویژگان، مجید. (۱۳۸۳). ژل آلوئه ورا (صبر زرد) جایگزینی موثر و ارزان برای درمان زخم های مزمن، مجله ی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی گیلان، ۵۰ (۳): ۵۷-۵۰.
- بحری، معصومه؛ زاهدی، احسان. (۱۳۹۵). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر رژیم هیدرولوژیکی جریان سطحی رودخانه حوضه آبخیز ارازکوسه، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۶ (۴۲): ۱۰۹-۱۳۲.



فال سلیمان، محمود؛ اکبرپور، ابوالفضل؛ بهدانی، محمدعلی؛ جمشیدی، کمال. (۱۳۹۶). **پهنه بندی توان اکولوژیک کشت ذرت با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در شهرستان بوکان، فصلنامه تحقیقات غلات، ۱۰۰-۸۵: (۱)۷**.

فصاحت، پرویز. (۱۳۸۷). آثار اقتصادی تغییرات آب و هوا، گزارش کارگاه آموزشی تطبیق تصمیمات و راهبردها، چاپ اول، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی، تهران.

قدسی پور، حسن. (۱۳۸۷). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران.  
کوچکی علیرضا؛ نصیری محلاتی، مهدی. (۱۳۹۱). **تاثیر تغییر اقلیم همراه با افزایش غلظت CO2 بر عملکرد گندم در ایران و ارزیابی راهکارهای سازگاری، پژوهش‌های زراعی ایران ۱۶: (۱): ۱۳۹-۱۵۵**.

محمدی، حسین؛ ربانی، فاطمه؛ مظاهری، داریوش. (۱۳۹۴). **شبیه سازی اثر تغییر اقلیم بر فنولوژی گیاه برنج تحت مدیریتهای مختلف آبیاری در منطقه خزری: ایستگاه رشت، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۳۸(۱): صص ۱۸۷-۲۰۵**.

محمدی، حسین؛ ماهفروزی، مجتبی. (۱۳۹۱). **امکان سنجی کشت آلوئه ورا در استان بوشهر، مجله مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۱۰ (۴): ۱-۱۷**.

محمدی، حسین. (۱۳۸۶). آب و هواشناسی کاربردی، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران. تهران.  
میرموسوی، حسین؛ میریان، مینا. (۱۳۹۲). **مطالعه و پهنه بندی ویژگی های جغرافیایی کشت پسته در استان زنجان، جغرافیا و برنامه ریزی، ۱۸ (۴۹): ۲۹۵-۳۱۵**.

Bani-Domi M. (2006). **Trend Analysis of Temperatures and Precipitation in Jordan**. Yarmouk University Irbid – JORDAN

Bassetti A. Saia S. 2001. **The Great Aloe Book**, Zuccari Pty Ltd, Trento, Italy

Chang C.C. 2003. **The potential impact of climate change on Taiwan s agriculture**, Agricultural Economics, 27(1): 51-64.

Cuttle L, Kempf M, Kravchuk O, George N, Liu P, Chang H, Mill J, Wang X, Kimble R. M.2008. **The efficacy of Aloe vera, tea tree oil and saliva asfirst aid treatment for partial thickness burn injuries**, burns, 34(3): 1176-1182.

Hope c. 2005. **Integrated assessment models**. In D.Helm (Ed.), **climate change policy: 77-98**. Oxford: Oxford University Press

IPCC. (2013). **Climate Change (2014): The Physical Science Basis. Working Group 1 (WG1) Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 5th Assessment Report (AR5)**, Cambridge University Press-London

IPCC-TGCI. (2009). **Guidelines on the use of scenario data for climate impact and adaptation assessment**. Eds.

Jin Z.M, Chang H W, Zhao P L, Wei J.G. 2007. **Physiological and ecological characters' studies on Aloe vera under soil salinity and seawater irrigation**, Process Biochemistry, 42(3): 710-714.

Jones P. G, Thornton P. K .2013. **Generating downscaled weather data from a suite of climate models for agricultural modelling applications**, Agric. Systems, 114 (2013): 1-5

Kemfert C .2009. **Climate protection requirements the economic impact of climate change**. Handbook Utility Management.

Maenthaisong R, Chaiyakunapruk N, Niruntraporn S, Kongkaew C. 2013. **The efficacy of aloe vera used for burn wound healing: A systematic review** burns, 33(2):713-718.

- María J, Jiménez M, Joven J.A, Agustín R.P. Alberto T. 2005. **A spreadsheet module for consistent consensus building in AHP-group decision-making**, Group Decision and Negotiation, **14(1)**:89-108.
- Meinshausen M, Smith S.J, Calvin K, Daniel J, Kainuma M. Lamarque J, Matsumoto K, Montzka S, Raper A, Riahi K, Thomson A, Velders G, Vuuren D. 2011. **The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300**, Climatic Change, **109 (12)**: 213–241.
- Reilly J. 1999. **What does climate change mean for agriculture in developing countries? A comment on Mendelsohn and Dinar**, World Bank Obs, **14(1)**: 295-305.
- Riahi K, Rao Sh, Krey V, Cho Ch .2011. **RCP 8.5—A scenario of comparatively high greenhouse gas emissions**, Climate Change, **109(1)**: 33-57.
- Rodriguez D.J, Ruz L.R, Angulosanchez J.I. 2002. **Aloe Vera response to plastic mulch and nitrogen. In: trends in new crops and new uses**, Journal of Environmental Protection, **3(2)**: 538-551.
- Sandeep K, Amita Y, Manila Y, Jaya P. 2017. **Effect of climate change on phytochemical diversity, total phenolic content and in vitro antioxidant activity of Aloe vera (L.) Burm.f.** BMC Research Notes, **4(1)**: 2-12.
- Silva H, S, Sagardia O, Seguel C, Torres C, Tapia N, Franck L. 2010. **Effect of water availability on growth and water use efficiency for biomass and gel production in Aloe Vera (Aloe barbadensis M.)**, Industrial Crops and Products, **31(4)**: 20-27.
- Simal S, Femenía A, Llull P, Rosselló C. 2000. **Dehydration of Aloe Vera: simulation of drying curves and evaluation of functional properties**, Journal of Food Engineering, **43(2)**: 109-114.
- Tol R, Downing T, Kuik O, Smith J .2004. **Distributional aspects of climate change impacts. Global Environmental Change (special edition on the benefits of climate policy part A)**: 259-272.
- Vega A, Elsa Uribe R, Margarita M .2007. **Hot-air drying characteristics of Aloe vera (Aloe barbadensis Miller) and influence of temperature on kinetic parameters**, LWT, **40(2)**:1698-1707.
- Vuuren D.V, Edmonds J, Kainuma M., Riahi K., Weyant J. 2011. **A special issue on the RCPs**, Climate Change, **109(1)**: 1-4.
- Wilby R.L, Troni J, Biot Y, Tedd, Hewitson B.C, Smith D.M, Sutton R.T. 2009. **A review of climate risk information for adaptation and development planning**. Int. J. Climatol, **29**: 1193-1215.
- WMO.(2010). **Detecting Trend and Other Change in Hydrological Data**, WMO/TD, No: 1013.