Archive of SID

جغرافیا و پایداری محیط، شمارهٔ ۲۶، بهار ۱۳۹۷
صص. ۷۲-۵۷

تحلیل تغییرپذیری قابلیّت آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا در استان هرمزگان تحت خطّ سیرهای چهارگانهٔ انتشار دی‌اکسید کربن

شهربانو قنبری عدیوی - دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران
امیر گندمکار* - استادیار اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران
مرتضی خداقلی - دانشیار اقلیم‌شناسی کشاورزی، بخش تحقیقات آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی اصفهان، ایران

وصول: ۱۳۹۶/۰۸/۲۱ **پذیرش:** ۱۳۹۶/۱۱/۲۹

چکیده

کشاورزی، یکی از جنبه‌های حیات بشری است. نزدیک‌ترین ارتباط را با شرایط اقلیم‌شناختی محیط داشته و هرگونه تغییر در این شرایط می‌تواند، تغییرات بارزی در کشاورزی داشته باشد. هدف اساسی این پژوهش، بررسی تغییرات فضایی نواحی مساعد کشت گیاه آلوئه‌ورا در استان هرمزگان، تحت ۴ خطّ سیر انتشار دی‌اکسید کربن سال ۲۰۵۰ است. در این راستا، داده‌های آگروکلیمایی تأثیرگذار در مراحل مختلف فنولوژیکی گیاه آلوئه‌ورا شامل دمای کمینه و بیشینه و بارش، به‌عنوان عوامل ناپایدار یا عوامل اقلیمی و متغیّرهای ارتفاع، شیب، جهت شیب، خاک و گنبدهای نمکی، به‌عنوان عناصر پایدار در ارزیابی نواحی مستعدّ کشت گیاه آلوئه‌ورا، با استفاده از الگوریتم تحلیل سلسله‌مراتبی، مورد استفاده قرار گرفتند. فرایند برهم نهی وزن‌دار لایه‌های مربوط به عوامل اقلیم‌شناختی و محیطی، در محیط جی.آی.اِس.، انجام گرفت. ابتدا نواحی کشت گیاه آلوئه‌ورا در اقلیم کنونی به دست آمد و در مرحلهٔ بعدی، متغیّرهای اقلیمی تحت ۴ خطّ سیر یادشده، شبیه‌سازی شد. نتایج، بیانگر آن بود که در شرایط اقلیمی شبیه‌سازی‌شده برای سال ۲۰۵۰ تحت ۴ خطّ سیر یادشده، طبقات آگروکلیمایی قابلیّت کشت گیاه آلوئه‌ورا، تغییرات کمابیش بارزی را نسبت به اقلیم کنونی خواهند داشت؛ به‌طوری که بیشترین تغییرات مربوط به خطّ سیر انتشار ۶ است که در آن، طبقات قابلیّت ضعیف، فاقد قابلیّت و قابلیّت کشت متوسّط، با کاهش مساحتی بین ۳۰٪ تا ۵۰٪ روبه‌رو بوده‌اند، در حالی که دو طبقهٔ آگروکلیمایی قابلیّت کشت بالا و قابلیّت کشت خوب، تحت خطّ سیر یادشده در سال۲۰۵۰ افزایشی در حدود ۴۰٪ تا ۸۰٪ نشان خواهند داد. کمترین میزان تغییرات نیز در خطّ سیر انتشار ۴/۵ مشاهده شد که در آن، طبقات آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا نسبت به اقلیم کنونی تغییرات بارزی نکرده بود.

***واژگان کلیدی:** گیاه آلوئه‌ورا، تغییر اقلیم، تحلیل سلسله‌مراتبی، استان هرمزگان.*

*. نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۳۳۲۵۴۰۹۷
E-mail: aagandomkar@iaun.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدّمه

امروزه تغییرات آب‌وهوایی، یکی از مهم‌ترین مخاطرات اقلیمی است که بسیاری از جنبه‌های حیات بشری را تحت تأثیر قرار داده است. اقلیم جهانی، با سرعت بی‌سابقه‌ای در حال تغییر و تحوّل است (هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم[1]، ۲۰۰۹) و چالش‌هایی همچون خشکسالی، به خطر افتادن امنیّت غذایی و افزایش مخاطرات طبیعی از قبیل طوفان‌های شدید و مخرّب، بارش‌های رگباری شدید و بروز سیل‌ها، خشکسالی‌های شدید و با فرکانس بالا و برخی مخاطرات نوظهور نظیر طوفان‌های گرد و غبار، کشورها را تهدید می‌کند (سازمان هواشناسی جهانی[2]، ۲۰۱۰). این وضعیّت، برای مناطقی مانند خاورمیانه که در کمربند خشکی قرار دارند و از لحاظ آب‌وهوایی شکننده و متزلزل هستند، بحرانی‌تر خواهد بود (فصاحت، ۱۳۸۷: ۱۱). سرچشمهٔ بسیاری از بحران‌های سیاسی، امنیّتی و درگیری‌های محلّی، منطقه‌ای و بین کشوری را می‌توان از تأثیرات درجهٔ سوّم و چهارم تغییرات آب‌وهوایی دانست (چانگ[3]، ۲۰۰۲). روندهای خشک‌تر شدن و کمبود منابع آب، فرسایش شدید و کاهش حاصلخیزی خاک و به‌دنبال آن، بحران و ناامنی‌های غذایی، همگی می‌توانند منجر به مناقشات امنیّتی و سیاسی شوند که نمونهٔ آنها در خاورمیانه و در برخی از کشورهای آفریقای مرکزی، در حال مشاهده است (بانی دمی[4]، ۲۰۰۶: ۱۷).

کشاورزی، یکی از وابسته‌ترین فعّالیّت‌های اقتصادی انسان به شرایط اقلیمی است؛ در واقع شرایط آب‌وهواشناسی تعیین‌کنندهٔ اصلی مکان، منابع تولید و بهره‌وری فعّالیّت‌های کشاورزی است (ریلی[5]، ۱۹۹۹). افزون بر این، بخش کشاورزی، سهم بالایی در اقتصاد کشورهای درحال‌توسعه دارد و از ارتباطات گسترده‌ای با دیگر بخش‌های اقتصادی برخوردار است؛ ضمن اینکه خود یکی از منابع تولیدکنندهٔ گازهای گلخانه‌ای است. اثر تغییر اقلیم در بسیاری از نقاط دنیا برای گیاهان زراعی مختلف مشخّص شده است (ردزما[6] و همکاران، ۲۰۰۹).

آلوئه‌ورا، گیاهی است از راستهٔ مارچوبه‌ها، تیرهٔ سوسن‌ها، سردهٔ آلوئه و گونهٔ ورا که بومی شبه‌جزیرهٔ عربستان و نواحی نیمه‌حارّه‌ای آفریقا است (وگا[7] و همکاران، ۲۰۰۷). استفادهٔ آلوئه‌ورا از متابولیسم اسید کراسولاسه، این گیاه را قادر می‌سازد تا در شرایط کم‌آبی، مقاومت بسیاری از خود نشان دهد (کاتل[8] و همکاران، ۲۰۰۸). بر اساس آزمایش‌های مختلف، این گیاه می‌تواند در تنش آبی بسیار مقاوم باشد. بر این اساس، توان تحمّل گیاه از ۵٪ تا ۶۰٪ تبخیر و تعرّق است (سیلوا[9] و همکاران، ۲۰۱۰). در صورت کشت طبیعی در فضای باز، میزان بارش دریافتی مورد نیاز برای این گونه، بین ۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر است که با کاهش بارش از این مقدار، نیاز به آبیاری افزایش می‌یابد، امّا با افزایش بارش از این محدوده، رشد گیاه با کاهش مواجه می‌شود (منتیاثونگ[10] و همکاران، ۲۰۱۳). آلوئه‌ورا در شرایط تابش مستقیم (۹ تا ۱۰ساعت تابش خورشید) بهینهٔ رشد را دارد، امّا سایهٔ کم نیز برای رشد آن مناسب است.

1- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
2- World Meteorological Organization (WMO)
3- Chang
4- Bani-Domi
5- Reilly
6- Redsma
7- Vega
8- Cuttle
9- Silva
10- Maenthaisong

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین کمینهٔ دمای هوا در محیط رشد این گیاه، در حدود ۱۷ درجهٔ سانتی‌گراد است. این گیاه، به‌لحاظ تحمّل دماهای بالا، بسیار مقاوم است (تا حدود ۸۰ درجه) به‌طوری که مناسب‌ترین دما برای افزایش شیرهٔ گیاه، ۴۰ درجهٔ سلسیوس است (سیمال[1] و همکاران، ۲۰۰۰). محدودیت اصلی این گیاه در دماهای پایین است به‌گونه‌ای که با کاهش میانگین کمینهٔ دمای هوا، فعّالیّت و رشد گیاه کُند شده و با نزدیک شدن میانگین کمینهٔ دمای هوا به صفر درجهٔ سلسیوس، علائم مرگ در گیاه پدیدار می‌شود؛ از طرفی این گیاه، چندان به شوری مقاوم نیست (جین[2] و همکاران، ۲۰۰۷). در این راستا، با توجّه به پتانسیل‌های بالای مناطق جنوبی کشور و به‌ویژه استان هرمزگان، به‌دلیل شرایط مناسب آب‌وهوایی برای کشت این گونهٔ گیاهی ارزشمند، و با عنایت به اینکه کشت آلوئه‌ورا به‌عنوان یک واریتهٔ جدید می‌تواند به‌عنوان یک مؤلّفه اقتصادی در استان هرمزگان (و حتّی کشور) مطرح شود.

تأثیرگذاری شرایط اقلیم‌شناختی و به‌دنبال آن، تغییر و تنوّع آب‌وهوایی بر روی گیاه آلوئه‌ورا از ابعاد مختلفی قابلی بررسی است. نه‌تنها پهنه‌های آگروکلیمایی مستعدّ کشت گیاه آلوئه‌ورا، تحت تأثیر شرایط آب‌وهوایی تعیین می‌شود (محمدی و مهدیان ماهفروزی، ۱۳۹۱)، بلکه شرایط آب‌وهوایی می‌تواند ترکیبات شیمیایی عصارهٔ گیاه آلوئه‌ورا را تحت تأثیر قرار دهد؛ برای مثال، سندیپ[3] و همکاران (۲۰۱۷)، با گردآوری نمونه‌های آلوئه‌ورا در نواحی اقلیمی مختلف هند، نشان دادند که عناصری مانند محتوای فنلیک عصاره و مقدار آنتی‌اکسیدان آن، در شرایط اقلیمی متفاوت، به‌صورت معنی‌داری از هم تفاوت داشته‌اند؛ ولی تفاوت در سایر فاکتورهای گیاه آلوئه‌ورا در اقلیم‌های مختلف، معنی‌دار نبوده است؛ اگرچه در مورد تأثیرگذاری شرایط آب‌وهوایی در کشت آلوئه‌ورا، مطالعات انگشت‌شماری صورت گرفته است، امّا در زمینهٔ تأثیرگذاری شرایط آگروکلیمایی در توزیع فضایی و ویژگی‌های کمّی و کیفی محصولاتی که کشت آنها رایج‌تر بوده است، مطالعات بیشتری صورت گرفته است که از جملهٔ آنها می‌توان به کار میرموسوی و میریان (۱۳۹۲)، در زمینهٔ ارزیابی آگروکلیمایی کشت پسته در استان زنجان، امیدوار و همکاران (۱۳۹۳)، در زمینهٔ ارزیابی آگروکلیمایی کشت کلزا در استان کرمانشاه، فال سلیمان و همکاران (۱۳۹۶)، در زمینهٔ ذرّت اشاره کرد که وجه مشترک این پژوهش‌ها این است که با شناسایی عناصر و مؤلّفه‌های اقلیمی و غیر اقلیمی مؤثّر در کشت این محصولات و به‌کارگیری روش‌های تلفیق مبتنی بر تحلیل سلسله‌مراتبی، منطق بولین و منطق فازی در محیط سیستم اطّلاعات جغرافیایی، نواحی مساعد و نامساعد کشت این محصولات را شناسایی کرده‌اند. خروجی این پژوهش‌ها و تحقیقات مشابه، ارائهٔ نقشه‌های کاربردی نواحی مستعد و نامستعد کشت محصولات یادشده است؛ امّا این تحقیقات دینامیک و جابه‌جایی این پهنه‌های آگروکلیمایی را در سناریوهای مختلف تغییر اقلیم در دورهٔ آینده ارائه نکرده‌اند.

پژوهش حاضر، به امکان‌سنجی کشت گونهٔ آلوئه‌ورا در استان هرمزگان پرداخته و این استان، برحسب معیارهای مختلف اقلیم‌شناسی، خاک‌شناسی و مشخّصات فیزیوگرافیک بررسی می‌شود؛ سپس به پهنه‌بندی استان هرمزگان برای تعیین مناطق مستعدّ کشت گیاه آلوئه‌ورا پرداخته می‌شود. در نهایت، تغییرات نواحی آگروکلیمایی مساعد کشت این محصول در استان هرمزگان تحت ۴ خطّ سیر انتشار دی‌اکسید کربن[4]، ۲/۶، ۴/۵، ۶ و ۸/۵، برای سال ۲۰۵۰ شبیه‌سازی شده و مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

1- Simal
2- Jin
3- Sandip
4- Representative Concentration Pathways (RCPs)

www.SID.ir

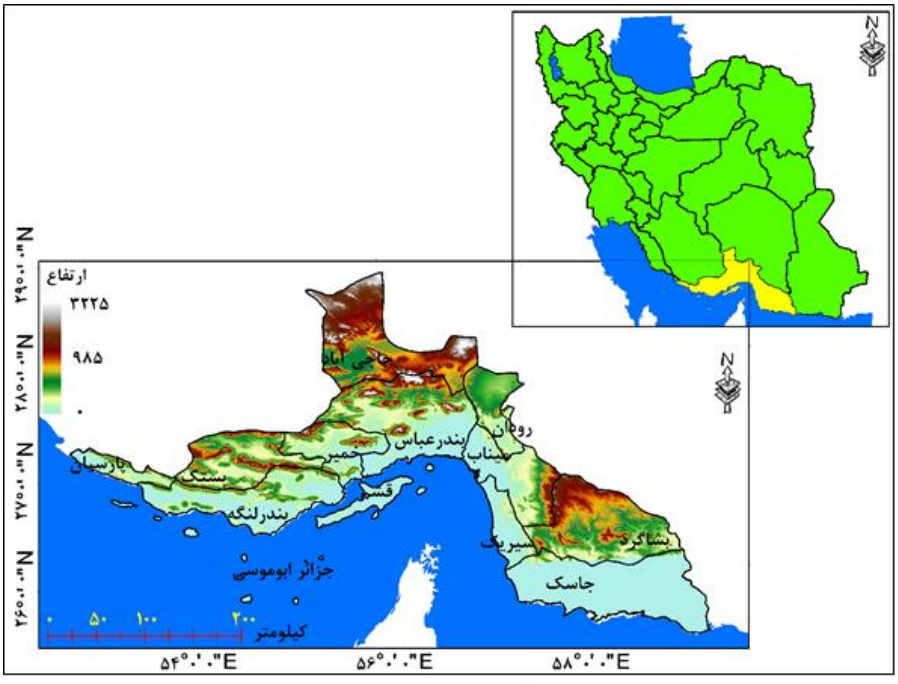
Archive of SID

معرّفی منطقهٔ مورد بررسی

استان هرمزگان در حدّ فاصل بین مختصّات جغرافیایی ′۲۴ °۲۵ تا ′۵۷ °۲۸ عرض شمالی و ′۴۱ °۵۳ تا ′۱۵ °۵۹ طول شرقی از نصف النّهار گرینویچ واقع شده است. این استان، حدود ۶۸ هزار کیلومتر مربع مساحت دارد که از این نظر، هشتمین استان کشور است. استان هرمزگان از مناطق گرم و خشک ایران است و اقلیم آن تحت تأثیر آب‌وهوای نیمه‌بیابانی و بیابانی قرار دارد. هوای نوار ساحلی در تابستان‌ها، بسیارگرم و مرطوب است و گاهی نیز دمای آن از ۵۲ درجهٔ سانتی‌گراد تجاوز می‌کند. دمای متوسّط سالانهٔ این منطقه، حدود ۲۷ درجهٔ سانتی‌گراد است. از ویژگی‌های آب‌وهوایی استان هرمزگان، یک فصل طولانی گرم و یک فصل کوتاه خنک است. فصل تابستان، از اوایل اسفند شروع می‌شود؛ دمای هوا به تدریج بالا رفته تا در تیر ماه، به مقادیر بیشینهٔ سالانه می‌رسد. فصل سرد آن همراه با خشکی نسبی هوا، در حدود سه ماه طول می‌کشد. این فصل، از اوایل آذرماه شروع می‌شود و تحت تأثیر توده‌های هوای خنک غربی قرار می‌گیرد. دمای هوای این استان، در سردترین شب‌های سال، به‌ندرت به صفر درجه می‌رسد و در روزهای زمستانی، دمای آن معمولاً از ده درجهٔ سانتی‌گراد بالای صفر پایین‌تر نمی‌آید. میزان رطوبت نسبی در سواحل خلیج فارس به‌طور عمده بالا است و بین ۰/۳۵ تا ۰/۱۰۰ نوسان دارد (شکل ۱).

مواد و روش‌ها

عوامل اقلیمی و غیر اقلیمی دخیل در کشت و فنولوژی گیاه آلوئه‌ورا در مطالعات پژوهشگران مختلف (وگا و همکاران، ۲۰۰۷؛ سندیپ و همکاران، ۲۰۱۷؛ سیمال و همکاران، ۲۰۰۰؛ سیلوا و همکاران، ۲۰۱۰) شناسایی شد که در ادامه معرّفی می‌گردد. متغیّرهای کمینه و بیشینهٔ دما، بارش، شیب و جهت شیب، ارتفاع و نوع خاک و نیز پراکنش گنبدهای نمکی به‌عنوان داده‌های ورودی تحقیق که از میان انبوهی از متغیّرهای اقلیمی و غیر اقلیمی که ارتباط و تأثیرگذاری بیشتر و معنی‌دارتری بر کشت و فنولوژی گیاه آلوئه‌ورا داشتند، انتخاب شدند (میرموسوی و میریان، ۱۳۹۲).



شکل ۱. موقعیّت جغرافیایی استان هرمزگان

www.SID.ir

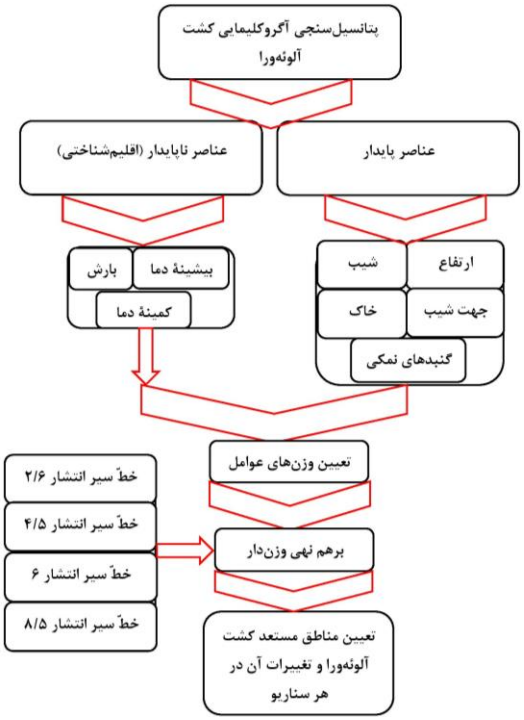
Archive of SID

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش به دو دسته تقسیم شد. دستهٔ اوّل از داده‌ها، عناصراقلیمی تأثیرگذار در رشد و فنولوژی گیاه آلوئه‌ورا هستند که عبارتند از دمای کمینه، بیشینه و بارش، دستهٔ دوّم از داده‌ها، عوامل پایدار محیطی هستند که در طول زمان تغییرات بسیار کمتری نسبت به عناصر اقلیمی دارند؛ این عوامل عبارتند از ارتفاع، شیب، جهت شیب و نوع خاک منطقه (جدول ۱).

فرایند اجرای این پژوهش، به‌صورت فلوچارت شکل ۲ ارائه شده است. بر اساس این فلوچارت، ابتدا با به‌کارگیری الگوریتم وزن‌دهی سلسله‌مراتبی، به تعیین اهمّیّت هر کدام از عناصر اقلیمی و غیر اقلیمی در کشت گیاه آلوئه‌ورا اقدام شد. در نهایت، با تلفیق وزن‌دار لایه‌ها در محیط جی.آی.اِس[1]، بر اساس وزن‌های به دست آمده برای هر لایه، نواحی مساعد کشت گیاه آلوئه‌ورا در استان هرمزگان شناسایی شد. در نهایت، به شبیه‌سازی عناصر اقلیمی دمای کمینه و بیشینه و بارش استان تحت ۴ خطّ سیر انتشار دی‌اکسید کربن گزارش پنجم هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم بار دیگر فرایند برهم نهی وزن‌دار در محیط جی.آی.اِس. با جایگزینی لایه‌های اقلیمی شبیه‌سازی‌شده تحت ۴ خطّ سیر یادشده، انجام گرفت و مناطق مساعد کشت گیاه آلوئه‌ورا دوباره در شرایط اقلیمی شبیه‌سازی‌شدهٔ سال ۲۰۵۰، برآورد شد.

جدول ۱. داده‌های مورد استفاده در تحقیق

نوع داده	داده
عناصر ناپایدار	دمای کمینه
	دمای بیشینه
	بارش
عناصر پایدار	ارتفاع
	شیب
	جهت شیب
	نوع خاک



شکل ۲. فرایند تعیین مناطق مستعدّ کشت آلوئه‌ورا در شرایط اقلیم کنونی و تحت ۴ خطّ سیر انتشار دی‌اکسید کربن در سال ۲۰۵۰

1- Geographic Information System (GIS)

www.SID.ir

Archive of SID

به‌منظور وزن‌دهی داده‌ها از روش تحلیل سلسله‌مراتبی[1] استفاده شد. در فرایند تحلیل سلسله‌مراتب، بیشترین وزن به لایه‌ای تعلّق می‌گیرد که بیشترین تأثیر را در تعیین هدف دارد؛ به عبارت دیگر، معیار وزن‌دهی به هر واحد اطّلاعاتی نیز بر اساس بیشترین نقشی است که داخل آن لایه ایفا می‌کند (مارلا[2] و همکاران، ۲۰۰۵). برای تعیین میزان وزن هر لایه، از ۴۵ پرسشنامهٔ توزیع‌شده میان کارشناسان کشت و ترویج مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران استفاده شد.

در مدل‌های اجراشده، برای پنجمین گزارش ارزیابی تغییر اقلیم، خطّ سیرهای انتشار دی‌اکسید کربن جایگزین سناریوهای سری شدن (ون ویورن[3] و همکاران، ۲۰۱۱). سناریوهای انتشار دی‌اکسید کربن، نشان‌دهندهٔ محرّکه‌های تابشی هستند و در میان آنها خطّ سیر انتشار ۲/۶ سناریوی انتشار و محرّکه‌های تابشی کم (تقریباً با سناریوهای ب ۱ و ب ۲ مطابقت دارند) و خطّ سیر انتشار ۸/۵ محرّکه‌های تابشی و سناریوهای انتشار زیاد (تقریباً با سناریوهای آ ۱ و آ ۲) را نشان می‌دهند؛ همچنین، خطّ سیرهای انتشار ۴/۵ و ۶ حالت متوسّط دارند (ریاحی و همکاران، ۲۰۱۱) (جدول ۲).

نتایج

توزیع فضایی عوامل محیطی مؤثّر در پتانسیل آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا در استان هرمزگان که شامل شیب، جهت شیب، نوع خاک و ارتفاع است در نقشه‌های شکل ۳ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، توزیع ارتفاعی ناهمواری‌ها در استان هرمزگان به‌گونه‌ای است که نواحی شمالی استان و برخی از نواحی شمال شرق، بیشترین ارتفاعات منطقه را به خود اختصاص داده است. میانگین ارتفاع نواحی شمالی استان بیش از ۱۵۰۰ متر است؛ در حالی که در بخش وسیعی از نواحی جنوبی استان ارتفاع به کمتر از ۵۰۰ متر و حتّی در برخی مناطق، ارتفاع به صفر هم می‌رسد. نقشهٔ شیب منطقه نیز که با استفاده از مدل ارتفاع رقومی زمین با رزلوشن فضایی ۳۰ متر تهیّه شد، نشان می‌دهد که کمترین شیب در قسمت‌های جنوبی و نزدیک ساحل دیده می‌شود، در واقع، کمینهٔ شیب در بخش‌های کم‌ارتفاع ساحلی مشاهده می‌شود. بیشینهٔ شیب نیز در بخش‌های شمالی استان واقع شده است.

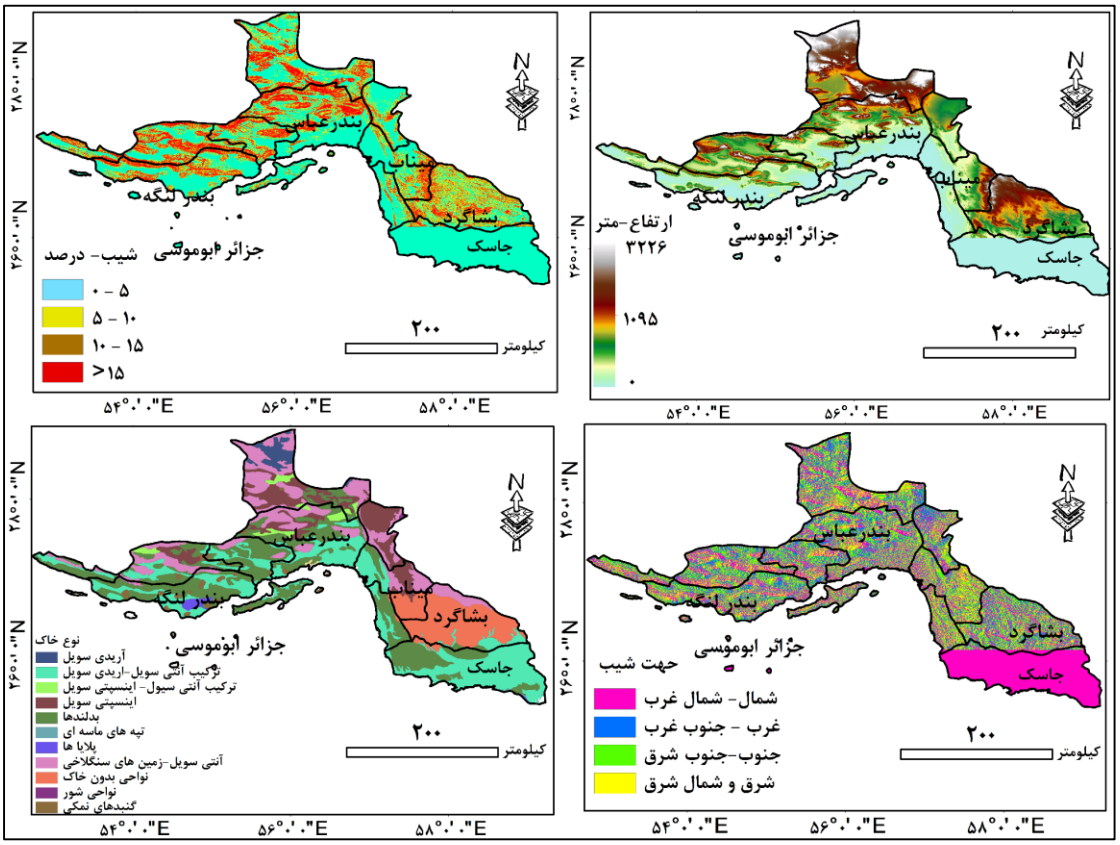
جدول ۲. خطّ سیرهای ۴ گانه انتشار دی اکسید کربن (ریاحی و همکاران، ۲۰۱۱)

سناریو	واداشت تابشی	بالانس کربن برحسب بخش در میلیون	آنومالی دما به سانتی‌گراد	روند	سری‌های معادل
خطّ سیر انتشار ۸/۵	۸/۵ وات بر متر مربع در سال ۲۱۰۰	۱۳۷۰	۴/۹	افزایشی	سناریوی آ۱ف۱
خطّ سیر انتشار ۶	۶ وات بر متر مربع بعد از سال ۲۱۰۰	۸۵۰	۳	روند ثابت بدون جهش	سناریوی ب ۲
خطّ سیر انتشار ۴/۵	۴/۵ وات بر متر مربع بعد از سال ۲۱۰۰	۶۵۰	۲/۴	روند ثابت بدون جهش	سناریوی ب ۱
خطّ سیر انتشار ۲/۶	۳ وات بر متر مربع تا قبل از سال ۲۰۵۰ و ۲/۶ وات بر متر مربع تا سال ۲۱۰۰	۴۹۰	۱/۵	ابتدا افزایشی سپس کاهشی	-

1- Analytic Hierarchy Process (AHP)
2- MarIa
3- Vuuren

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. عوامل محیطی دخیل در پهنه‌بندی کشت آلوئه‌ورا (عوامل پایدار)

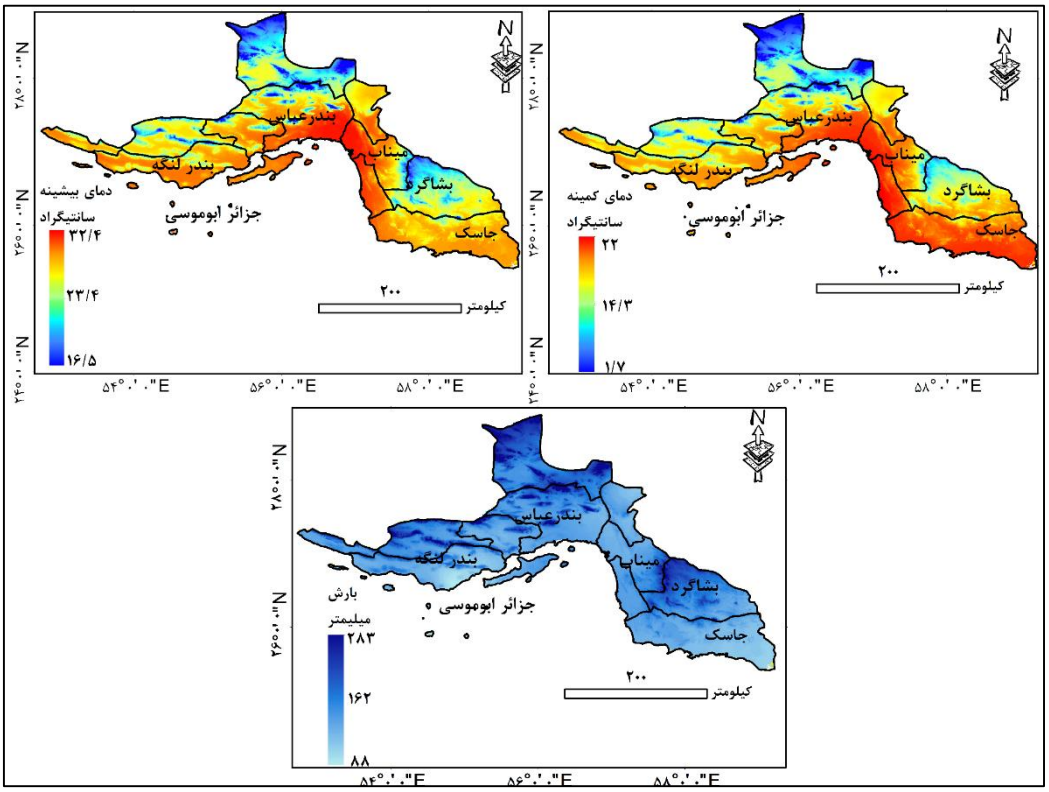
میانگین بلندمدّت توزیع فضایی عناصر اقلیمی دخیل در تعیین شرایط آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا، که شامل دمای بیشینه و کمینه و بارش منطقهٔ مورد مطالعه است، با استفاده از داده‌های پایگاه اقلیمی ورد کلایم[1]، ارائه شده است (شکل ۴). همان‌طور که مشاهده می‌شود، نواحی جنوبی استان، از لحاظ میانگین دمای کمینه به ۲۳ درجهٔ سانتی‌گراد رسیده‌اند در حالی که نواحی شمالی منطقه، از لحاظ میانگین کمینهٔ دما به ۱/۷ درجهٔ سانتی‌گراد رسیده‌اند. از لحاظ توزیع دمای بیشینه نیز الگوی فضایی مشابهی مانند دمای کمینه مشاهده شد که نواحی جنوبی استان، دارای دمای بیشینهٔ حدود ۳۲/۵ درجهٔ سانتی‌گراد در سال هستند در حالی که نواحی شمالی، دارای دمای کمتر از ۱۷ درجهٔ سانتی‌گراد بوده‌اند. از لحاظ توزیع فضایی بارش نیز همان‌طور که مشاهده می‌شود، نواحی شمالی منطقه، بارش بیشتری از نواحی جنوبی دریافت می‌کنند. به‌طور متوسّط، 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.

ماتریس مقایسهٔ زوجی هر کدام از متغیّرهای دخیل در پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا با استفاده از پرسشنامه‌های نظرسنجی از کارشناسان تکمیل شد (جدول ۳). بر اساس این ماتریس، با استفاده از الگوریتم وزن‌دهی سلسله‌مراتبی وزن هر کدام از متغیّرها و عوامل دخیل در تعیین توان آگروکلیمایی کشت آلوئه‌ورا ارائه شد. بر اساس ماتریس مقایسهٔ زوجی ارائه‌شده، شاخص ناسازگاری یا تناقض وزن‌دهی محاسبه‌شده برابر ۰/۰۴۳ بوده است که کمتر از میزان آستانهٔ مجاز (۰/۱) بوده است و لذا ماتریس مقایسهٔ زوجی، قابلیّت استفاده برای وزن‌دهی نهایی عناصر دخیل در پهنه‌بندی کشت آلوئه‌ورا را دارد.

1- Worldclime

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. توزیع فضایی عناصر اقلیمی دخیل در کشت آلوئه‌ورا در استان هرمزگان

جدول ۳. ماتریس مقایسهٔ زوجی هر کدام از متغیّرهای دخیل در پهنه‌بندی آگروکلیماتیک آلوئه‌ورا

	ارتفاع	شیب	جهت شیب	نوع خاک	گنبدهای 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
گنبدهای نمکی					۱	۳	۰/۵	۶
بارش						۱	۰/۲۵	۱
دمای کمینه							۱	۵
دمای بیشینه								۱
شاخص ناسازگاری	۰/۰۴۳							

وزن‌های نهایی هر کدام از عناصر دخیل در پهنه‌بندی کشت گیاه آلوئه‌ورا به‌صورت جدول ۴ ارائه شده است که بر اساس آن، میانگین کمینهٔ دما و جنس خاک، بیشترین وزن را دارند در حالی که بارش و بیشینهٔ دما، وزن‌های کمتری را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۴. ماتریس وزن‌دهی نهایی هر کدام از متغیّرهای دخیل در پهنه‌بندی آگروکلیماتیک آلوئه‌ورا

وزن	متغیّر	وزن
عوامل اقلیم‌شناختی	میانگین کمینهٔ دما	۰/۲۸
	میانگین بیشینهٔ دما	۰/۰۳۷
	بارش	۰/۰۳۳
عوامل محیطی	جهت شیب	۰/۰۴
	شیب	۰/۰۹۸
	جنس خاک	۰/۱۷۲
	ارتفاع	۰/۰۷

www.SID.ir

Archive of SID

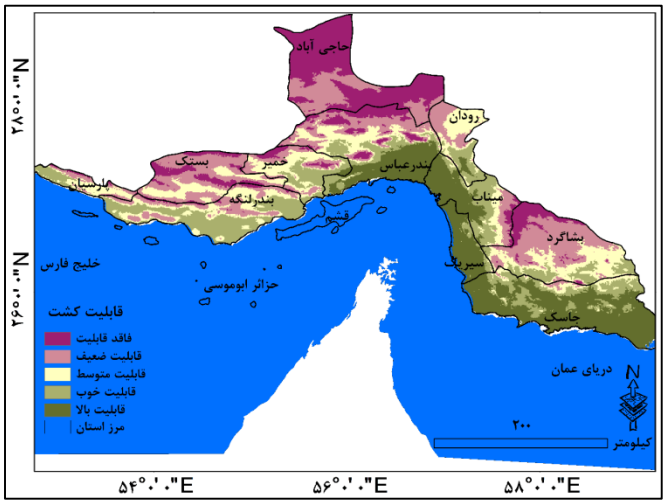
برای برهم نهی وزن‌دار عوامل مؤثّر در پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا، از ابزار جبر نقشه[1] سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شد و رابطهٔ خطّی ۱ در محیط نرم‌افزار مذکور برای برهم نهی لایه‌ها و تولید نقشهٔ آگروکلیمایی کشت آلوئه‌ورا در استان هرمزکان اعمال شد:

رابطهٔ ۱ ترکیب خطّی تولید نقشهٔ پتانسیل آگروکلیماتیک کشت گیاه آلوئه‌ورا (پ.آ.ک.آ):

پ.آ.ک.آ = (بارش) ۰/۳۳+ (جهت شیب) ۰/۰۴ + (شیب) ۰/۹۸ + (خاک) ۰/۱۷۲ + (ارتفاع) ۰/۰۷

(دمای حداکثر) ۰/۳۷ + (دمای کمینه) ۰/۲۸

نقشهٔ نهایی حاصل از برهم نهی وزن‌دار لایه‌های مورداستفاده که بر اساس ترکیب خطّی رابطهٔ ۱ انجام گرفت، نواحی مساعد و نامساعد برای کشت گیاه آلوئه‌ورا در استان هرمزگان را ارئه کرد (شکل ۵). نقشهٔ پهنهٔ آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا در استان هرمزگان، بیانگر آن بود که حدود ۰/۳۳ از مساحت استان که بیشتر در نواحی جنوبی قرار دارند، دارای قابلیّت کشت خوب و عالی برای این گیاه هستند. دو طبقهٔ قابلیّت کشت خوب و عالی به‌ترتیب ۰/۱۸ و ۰/۱۶ از مساحت این استان را به خود اختصاص داده‌اند. این طبقهٔ آگروکلیمایی که بسیار مساعد کشت آلوئه‌ورا است، منطبق بر دامنهٔ دمای کمینهٔ ۲۰ تا ۲۳ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است و از لحاظ دمای بیشینه نیز در دامنهٔ دمایی بین ۲۷ تا ۳۲ درجهٔ سانتی‌گراد واقع شده است؛ امّا از لحاظ بارش، این طبقهٔ 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، پهنهٔ مساعد کشت آلوئه‌ورا غالباً منطبق بر خاک‌های بدلندی و ترکیب اریدی سویل و آنتی سویل است. در نواحی هموار و کم‌ارتفاع استان توزیع شده است. طبقهٔ با قابلیّت کشت متوسّط، به‌صورت نواحی محدود در بخش‌های پایکوهی و مرکزی استان مشاهده می‌شود، این طبقه، دارای میانگین دمایی کمینهٔ بین ۱۷ تا ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد است و خاک‌های این منطقه نیز بیشتر بدلندی و آبرفتی است. این پهنه، حدود ۰/۱۵ از مساحت کلّ استان را به خود اختصاص داده است. در نهایت، دو طبقهٔ فاقد قابلیّت و قابلیّت ضعیف در مجموع حدود ۰/۵۱ از مساحت استان را به خود اختصاص داده‌اند. محدودیت‌های اقلیم‌شناختی از قبیل پایین بودن دمای کمینه (کمتر از ۱۶ درجهٔ سانتی‌گراد) شیب زیاد، خاک‌های تکامل‌نیافته و سنگلاخی، از محدودیت‌ها و موانع اصلی پایین بودن قابلیّت آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا در این طبقه است.



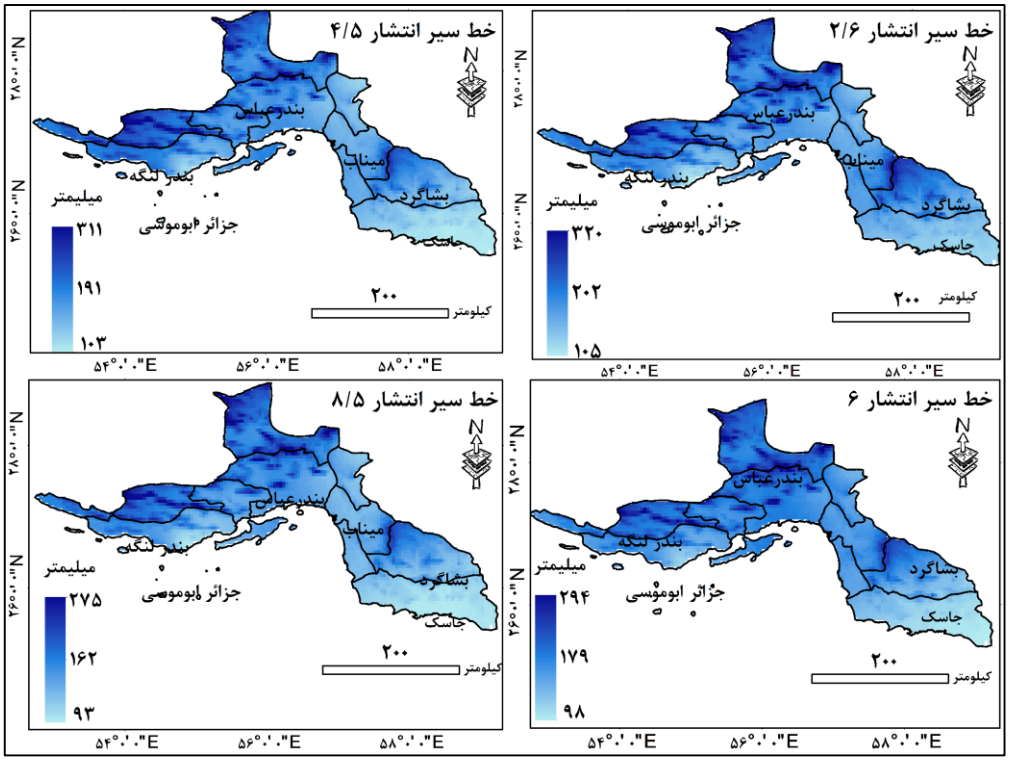
شکل ۵. نقشهٔ نهایی مناطق استعداد آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا در استان هرمزگان در شرایط اقلیم کنونی

1- Map Algebra

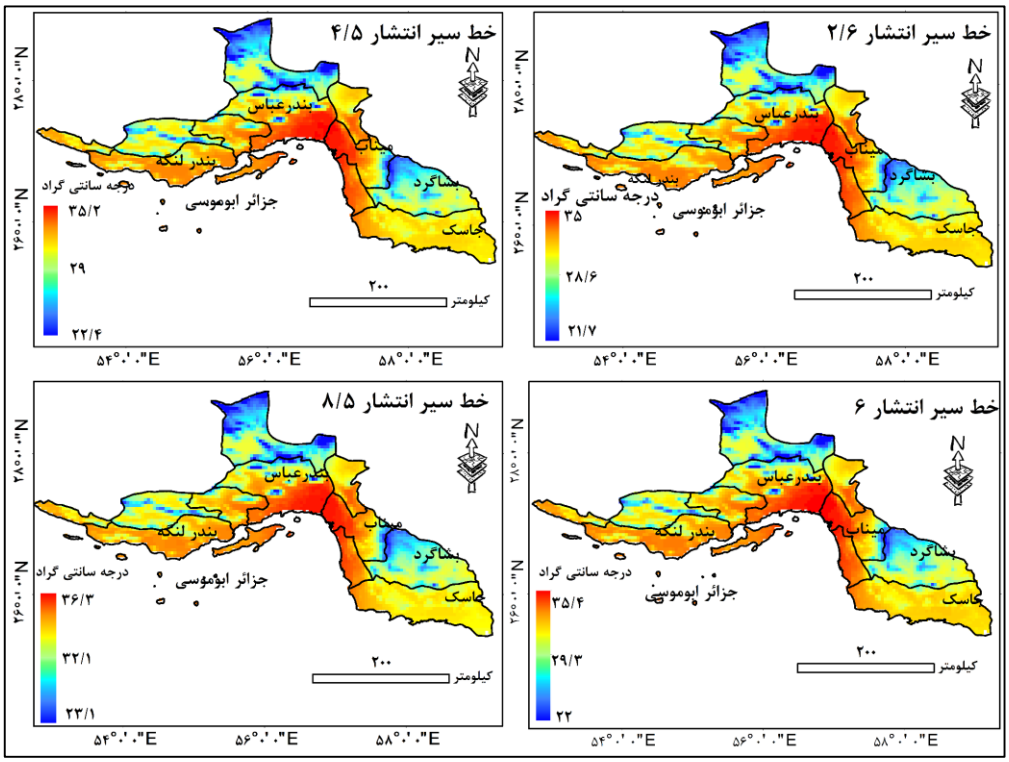
www.SID.ir

Archive of SID

برای تحلیل تغییرات فضایی پهنه‌های آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا، در شرایط اقلیمی سال ۲۰۵۰ تحت ۴ خطّ سیر انتشار دی‌اکسید کربن، فاکتورهای اقلیم‌شناختی دخیل در پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت این گیاه، برای سال ۲۰۵۰ تحت ۴ خطّ سیر یادشده شبیه‌سازی شد (شکل ۶ تا ۸).



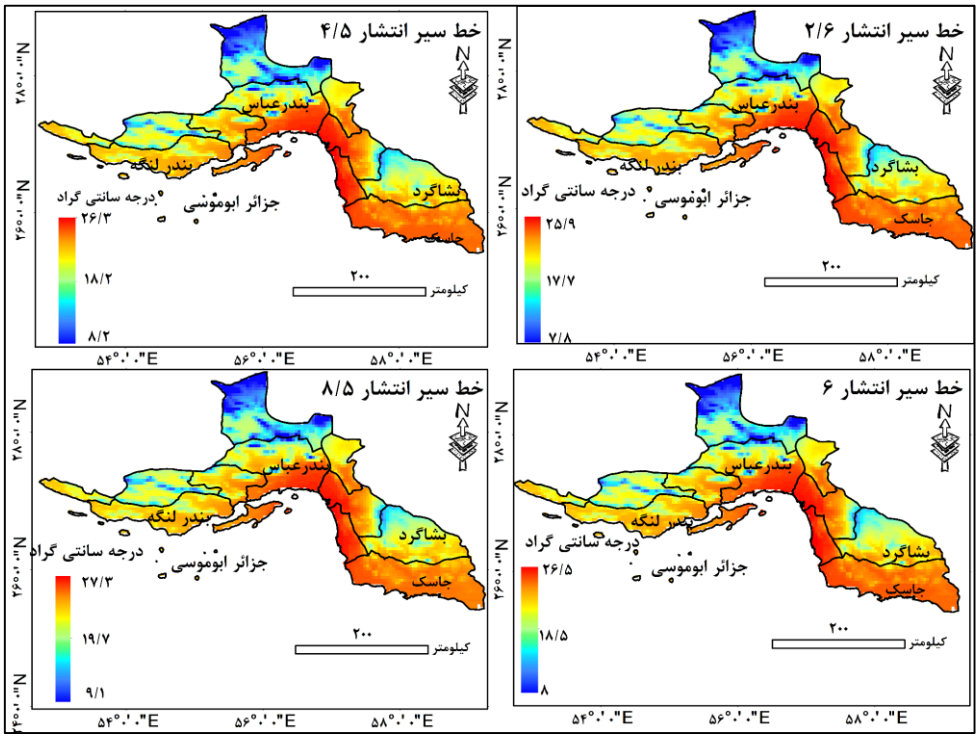
شکل ۶. مجموع سالانهٔ بارش شبیه‌سازی‌شدهٔ سال ۲۰۵۰ تحت ۴ خطّ سیر انتشار دی‌اکسید کربن



شکل ۷. میانگین سالانهٔ دمای بیشینهٔ شبیه‌سازی‌شدهٔ سال ۲۰۵۰ تحت ۴ خطّ سیر انتشار دی‌اکسید کربن

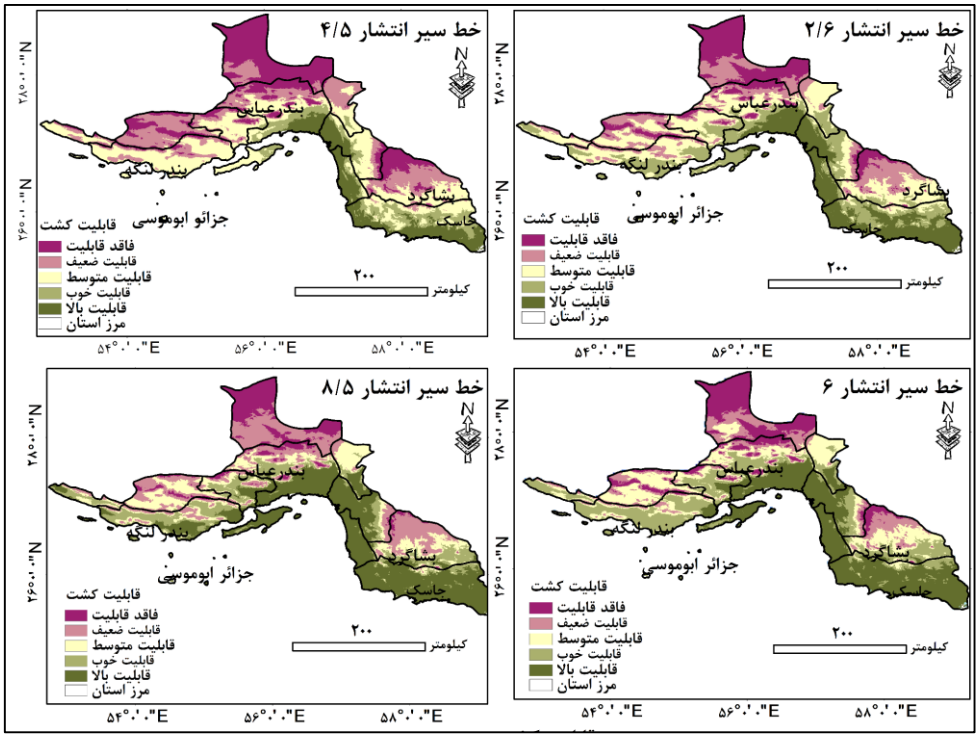
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸. میانگین سالانهٔ دمای کمینهٔ شبیه‌سازی‌شدهٔ سال ۲۰۵۰ تحت ۴ خطّ سیر انتشار دی‌اکسید کربن

حال در رابطهٔ ۱ که برای برهم نهی وزن‌دار عناصر دخیل در تولید نقشهٔ استعداد آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا ارائه شده بود، به‌جای عناصر اقلیمی دورهٔ کنونی، عناصر اقلیمی شبیه‌سازی‌شدهٔ سال ۲۰۵۰، قرار داده شده و نقشهٔ نهایی پتانسیل آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا در سال ۲۰۵۰ تحت ۴ خطّ سیر اقلیمی یادشده، به‌صورت شکل ۹ ارائه شد.



شکل ۹. نقشه‌های تولیدشدهٔ پتانسیل آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا در استان هرمزگان تحت ۴ خطّ سیر انتشار دی‌اکسید کربن

www.SID.ir

Archive of SID

تغییرات فضایی طبقات آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا در استان هرمزگان تحت ۴ خطّ سیر انتشار ۲/۶، ۴/۵، ۶ و ۸/۵، برای سال ۲۰۵۰ و مقایسهٔ آن با نقشهٔ آگروکلیمایی مبتنی بر اقلیم سال ۲۰۱۵ به‌صورت نمودارهای شکل ۱۰ ارائه شده است؛ همان‌طور که مشاهده می‌شود، در خطّ سیر تغییر اقلیم انتشار ۲/۶، سه طبقهٔ قابلیّت ضعیف، فاقد قابلیّت کشت و قابلیّت کشت متوسط، با کاهش مساحت روبه‌رو بوده‌اند؛ در حالی که دو طبقهٔ با قابلیّت بالا و قابلیّت خوب، با افزایش مساحتی در حدود ۵۰ تا ۷۰ درصدی روبه‌رو بوده‌اند. در خطّ سیر انتشار ۴/۵ طبقات آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا، کمترین تغییرات را نسبت به اقلیم کنونی داشته‌اند و شرایط آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا تحت این خطّ سیر، نسبت به اقلیم کنونی یعنی سال ۲۰۱۵ تغییرات چشمگیری نشان نداده است.

در خطّ سیر انتشار ۶، میزان تغییرات نسبت طبقات آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا در سال ۲۰۵۰ که به‌صورت شکل ۹ نیز ارائه شده است، بیانگر آن است که طبقات قابلیّت ضعیف، فاقد قابلیّت کشت و قابلیّت کشت متوسّط، با کاهش مساحت چشمگیری بین ۳۰٪ تا ۵۰٪ روبه‌رو بوده‌اند؛ در حالی که دو طبقهٔ آگروکلیمایی قابلیّت کشت بالا و قابلیّت کشت خوب، تحت خطّ سیر یادشده در سال ۲۰۵۰ افزایشی در حدود ۴۰٪ تا ۸۰٪ نشان خواهند داد. در نهایت، تحت خطّ سیر انتشار ۸/۵ نیز همان‌طور که در شکل ۹ و نمودارهای شکل ۱۰ مشاهده می‌شود، طبقات آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا تغییرات بارزی را در سال ۲۰۵۰ (شرایط تغییر اقلیم) نسبت به سال ۲۰۱۵ (اقلیم کنونی) خواهند داشت. در این سناریو نیز همانند خطّ سیر ۶، سه طبقه قابلیّت ضعیف، فاقد قابلیّت کشت و قابلیّت کشت متوسّط، با کاهش مساحتی در حدود ۱۰٪ تا ۶۰٪ روبه‌رو بوده‌اند؛ در حالی که دو طبقهٔ آگروکلیمایی قابلیّت کشت بالا و قابلیّت کشت خوب، تحت خطّ سیر یادشده در سال ۲۰۵۰، افزایشی در حدود ۲۰٪ تا ۸۵٪ نشان خواهند داد.

بحث

با مطمئن‌تر شدن پژوهشگران از اینکه بالا رفتن غلظت گازهای گلخانه‌ای موجب افزایش دمای کرهٔ زمین خواهد شد، نگرانی‌هایی در مورد اثرات بالقوّهٔ این تغییرات بر تولید محصولات زراعی به‌وجود آمده است. از آنجا که کشورهای درحال‌توسعه، به‌شدّت به کشاورزی وابسته‌اند، تأثیر گرمایش جهانی بر تولیدات این کشورها، مخاطرات جدّی از نظر امنیّت غذایی به‌همراه خواهد داشت (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۳۹۱). مطالعهٔ اثرات تغییر اقلیم بر تولید محصولات زراعی، مستلزم برآورد وضعیّت اقلیمی آینده است. این برآوردها، در حال حاضر به وسیلهٔ مدل‌های گردش عمومی و بر اساس سناریوهای مختلف انجام می‌گیرد و تلفیق این نتایج، با مدل‌های شبیه‌سازی رشد امکان پیش‌بینی عملکرد گیاهان زراعی را در شرایط اقلیمی آینده فراهم می‌سازد. امروزه اصلی‌ترین و مهم‌ترین استراتژی رویارویی با تغییرات آب‌وهوایی، انطباق[1] یا سازگاری با این تغییرات است. در واقع، فرایند انطباق یا سازگاری با تغییر اقلیم شامل یک سری از سازوکارهای مدیریتی همه‌جانبه است که هدف اساسی آن، کاهش و به حداقل رساندن اثرات مخرّب ناشی از تغییر اقلیم در ابعاد مختلف است (هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم، ۲۰۰۹).

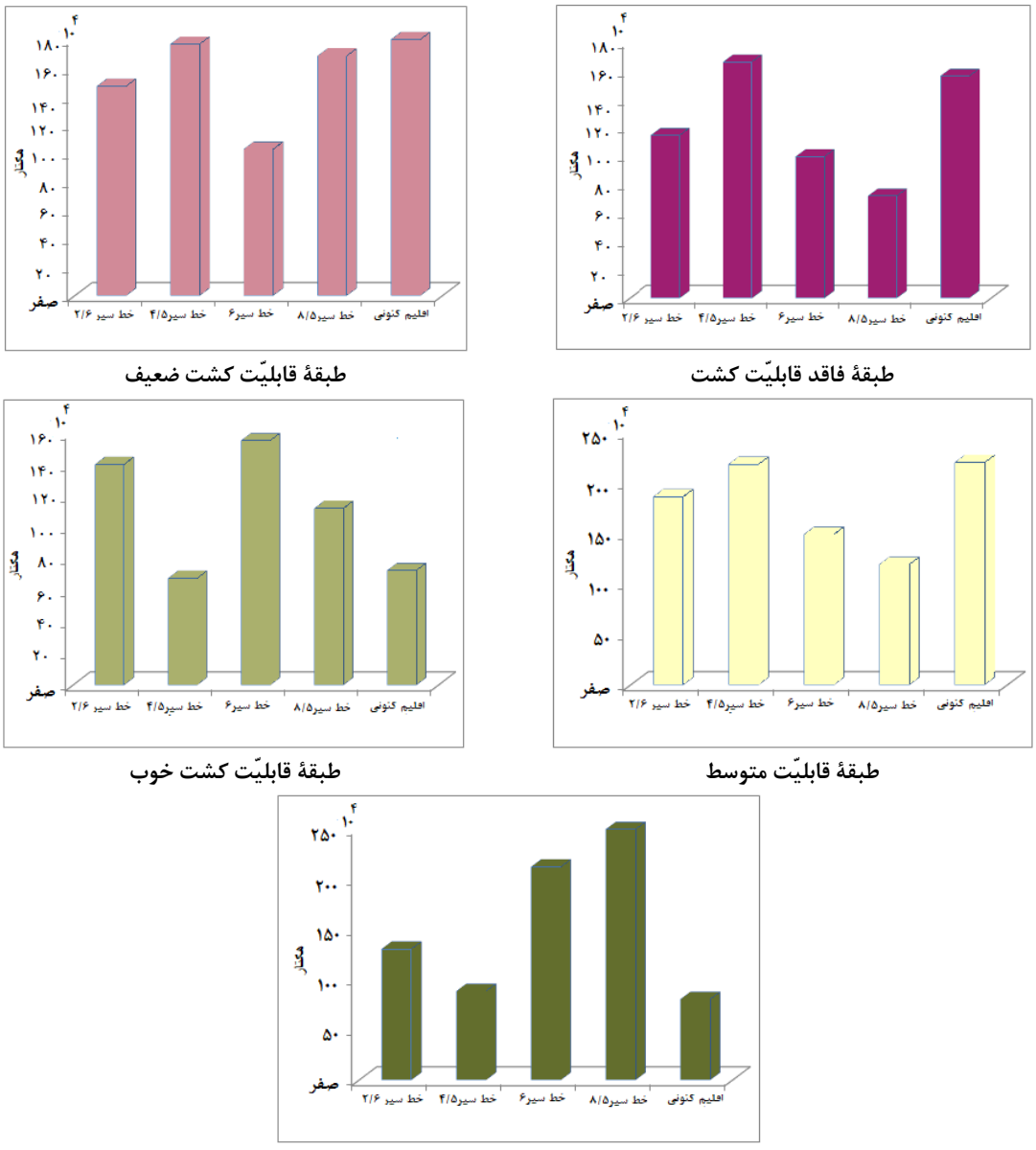
آگاهی از تأثیرات بالقوّه ای که تغییر اقلیم می‌تواند در زمینهٔ کشاورزی داشته باشد، اوّلین پیش‌نیاز سازگاری با تغییر اقلیم است. در این راستا، هدف اساسی پژوهش حاضر نیز، آشکارسازی تغییرات فضایی پهنه‌های قابل کشت گیاه آلوئه‌ورا در استان بوشهر در سال ۲۰۵۰ تحت ۴ خطّ سیر انتشار دی‌اکسید کربن بود که نتایج نشان‌دهندهٔ آن بود که در ۴ خطّ سیر انتشار ۲/۶، ۴/۵، ۶ و ۸/۵، در شرایط اقلیمی

1- Adoptation

www.SID.ir

Archive of SID

شبیه‌سازی‌شدهٔ سال ۲۰۵۰ پهنه‌های آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا تغییرات فضایی کمابیش محسوسی را متحمّل خواهند شد. طبقات قابلیّت ضعیف، فاقد قابلیّت کشت و قابلیّت کشت متوسط، با کاهش مساحت چشمگیری بین ۳۰٪ تا ۴۰٪ روبه‌رو بوده‌اند؛ در حالی که دو طبقهٔ آگروکلیمایی قابلیّت کشت بالا و قابلیّت کشت خوب، تحت خطّ سیرهای یادشده در سال ۲۰۵۰ افزایشی در حدود ۴۰٪ تا ۶۰٪ نشان داده است. در این پژوهش، شرایط اقلیمی سال ۲۰۵۰ بر اساس پنجمین گزارش[1] ارائه‌شدهٔ هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم که در آن خطّ سیرهای انتشار دی‌اکسید کربن جایگزین سری‌ها[2] شده است (هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم، ۲۰۱۳) شبیه‌سازی شد.



طبقهٔ فاقد قابلیّت کشت — طبقهٔ قابلیّت کشت ضعیف

طبقهٔ قابلیّت متوسط — طبقهٔ قابلیّت کشت خوب

طبقه قابلیّت کشت بالا

شکل ۱۰. تغییرات فضایی طبقات آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورادر استان هرمزگان تحت ۴ خطّ سیر انتشار برای سال ۲۰۵۰ و مقایسهٔ آن با نقشهٔ آگروکلیمایی مبتنی بر اقلیم سال ۲۰۱۵

1- Fifth Assessment Report (AR5)
2- Special Report on Emissions Scenarios (SRES)

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس خطّ سیر چهارگانهٔ انتشار دی‌اکسید کربن در خطّ سیر ۲/۶ میزان انتشار در دورهٔ ۲۰۲۵-۲۰۱۵ به پیک رسیده و بعد از آن، روند کاهشی آرامی دارد. در این سناریو، میزان افزایش دما نسبت به دورهٔ پایه، بین ۰/۴ تا ۱/۶ درجهٔ سانتی‌گراد خواهد بود؛ در حالی که در خطّ سیر انتشار ۴/۵ در دههٔ ۲۰۴۰، میزان انتشار به پیک رسیده و پس از آن، روند نزولی مشاهده می‌شود. در این سناریو، میزان افزایش دما در سال ۲۰۵۰ بین ۰/۹ تا ۲ درجهٔ سانتی‌گراد خواهد بود؛ امّا در سناریوی ۶، میزان انتشار تا سال ۲۰۵۰ کمتر از سناریوی ۴/۵ بوده است؛ لذا میزان افزایش دمای سال ۲۰۵۰ در این سناریو، کمتر برابر ۰/۷ تا ۱/۸ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است؛ امّا در سناریوی ۸/۵، روند افزایشی ثابتی همواره در افزایش دی‌اکسید کربن مشاهده شده و بیشترین افزایش دما نیز مربوط به همین سناریو بوده است که برابر ۱/۴ تا ۲/۶ درجهٔ سانتی‌گراد است (منشوسن[1] و همکاران، ۲۰۱۱)؛ بنابراین، به‌طور کلّی تحت همهٔ خطّ سیرهای مورد بررسی، اقلیم شبیه‌سازی‌شدهٔ سال ۲۰۵۰ گرم‌تر از اقلیم دورهٔ پایه خواهد بود و از آنجا که محدودیت اصلی کشت گیاه آلوئه‌ورا دماهای پایین یا سرما است، این محدودیت، کمتر شده و همچنان که نتایج پژوهش حاضر نشان داد، وسعت پهنه‌هایی که قابلیّت کشت متوسط به بالا برای گیاه آلوئه‌ورا دارند، افزایش داشته است. بیشترین افزایش پهنه‌های آگروکلیمایی با استعداد بالای کشت گیاه آلوئه‌ورا در اقلیم خطّ سیر ۸/۵ مشاهده شد که بیشترین میزان افزایش دما را برآورد کرده است و کمترین افزایش وسعت پهنه‌های مساعد کشت آلوئه‌ورا نیز در اقلیم خطّ سیر ۲/۶ مشاهده شد که در آن، میزان افزایش دما کمتر از سایر خطّ سیرها بوده است.

در زمینهٔ قابلیّت‌سنجی آگروکلیمایی کشت محصولات مختلف از جمله پسته (میرموسوی و میریان، ۱۳۹۲)، کلزا (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۳)، آلوئه‌ورا (محمدی و ماهفروزی، ۱۳۹۱)، ذرّت (فال سلیمان و همکاران، ۱۳۹۶) و غیره پژوهش‌های متعدّدی انجام شده است که بیشتر آنها همانند روش کار این تحقیق، ابتدا با شناسایی عناصر و مؤلّفه‌های اقلیمی و غیر اقلیمی مؤثّر در کشت این محصولات و به‌کارگیری روش‌های تلفیق مبتنی بر تحلیل سلسله‌مراتبی، منطق بولین و منطق فازی در محیط سیستم اطّلاعات جغرافیایی، نواحی مساعد و نامساعد کشت این محصولات را شناسایی کرده‌اند. خروجی نهایی این تحقیقات، ارائهٔ نقشه‌های کاربردی قابلیّت آگروکلیمایی کشت محصولات یادشده خواهد بود که می‌تواند مورد استفادهٔ سازمان‌های متولّی امور کشاورزی برای تخصیص بهینهٔ زمین‌های کشاورزی به محصولات زراعی مختلف منطبق بر نیازهای آگروکلیمایی منطقه قرار گیرد؛ امّا همان‌گونه که اشاره شد، امروزه نظر به اهمّیّت بحث تغییرات آب‌وهوایی، همگی طرح‌ها و پروژه‌های مرتبط با کشاورزی، به‌دلیل ارتباط مستقیمی که با شرایط آب‌وهوایی دارند، ضروری است که پیوست‌ها و ملاحظات مرتبط با تغییر اقلیم به‌همراه داشته باشند؛ لذا در این پژوهش، افزون بر اینکه نقشهٔ قابلیّت آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا در شرایط اقلیم کنونی تولید شد، نقشه‌های قابلیّت آگروکلیمایی کشت این گیاه، در شرایط اقلیمی سال ۲۰۵۰ نیز تحت ۴ خطّ سیر انتشار دی‌اکسید کربن تولید شد.

نتیجه‌گیری

امروزه تغییر اقلیم به‌عنوان اصلی ترین و مهم‌ترین چالش زیست محیطی پیش‌روی جوامع بشری، تأثیرات گسترده‌ای بر جنبه‌های مختلف حیات بشری داشته است. مهم‌ترین و اساسی‌ترین استراتژی رویارویی با تغییر اقلیم، برنامه‌ریزی برای انطباق یا سازگاری با تغییر اقلیم به‌منظور به حداقل رساندن اثرات منفی آن است. در

1- Meinshausen

www.SID.ir

Archive of SID

این راستا، هدف اساسی پژوهش حاضر، آشکارسازی تغییرات فضایی پهنه‌های آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا در استان بوشهر در شرایط اقلیمی سال ۲۰۵۰ بوده است تا با آگاهی از تأثیرات بالقوّهٔ تغییر اقلیم در این زمینه، بتوان با مدیریت صحیح منطبق بر اقلیم سال ۲۰۵۰، میزان خسارات و هزینه‌های تحمیلی تغییر اقلیم در این زمینه را به حداقل رساند. نتایج این پژوهش بیانگر آن بود که در سال ۲۰۵۰ در استان بوشهر، تغییرات آب‌وهوایی پتانسیل آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا در این استان را نه‌تنها محدود نمی‌کند؛ بلکه گسترش می‌دهد. در سال ۲۰۵۰، در همهٔ خطّ سیرهای انتشار، پتانسیل آگروکلیمایی کشت گیاه آلوئه‌ورا روند افزایشی داشته است که بیشترین افزایش در خطّ سیر ۸/۵ مشاهده شد؛ بنابراین، می‌توان با فراهم‌کردن زمینه‌های توسعهٔ کشت این محصول در اقلیم گرم‌تر سال ۲۰۵۰ و جایگزینی گیاه آلوئه‌ورا با محصولاتی که در سال ۲۰۵۰ تحت شرایط تغییر اقلیم با محدودیت آگروکلیمایی روبه‌رو می‌شوند، نه‌تنها اثرات مخرّب آن را کاهش داد، بلکه در واقع، تغییر اقلیم را به یک فرصت و مزیت اقتصادی تبدیل کرد.

منابع

امیدوار، کمال؛ مزیدی، احمد؛ دوست‌مرادی، سودابه (۱۳۹۳) امکان‌سنجی اقلیمی کشت کلزا در استان کرمانشاه، **جغرافیا و توسعه**، ۳۵ (۲)، صص. ۱۶-۹.

فال سلیمان، محمود؛ اکبرپور، ابوالفضل؛ بهدانی، محمدعلی؛ جمشیدی، کمال (۱۳۹۶) پهنه‌بندی توان اکولوژیک کشت ذرّت با استفاده از سامانهٔ اطّلاعات جغرافیایی (GIS) در شهرستان بوکان، **تحقیقات غلات**، ۷ (۱)، صص. ۸۵-۱۰۰.

فصاحت، پرویز (۱۳۸۶) آثار اقتصادی تغییرات آب‌وهوا، **گزارش کارگاه آموزشی تطبیق تصمیمات و راهبردها**، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی، تهران.

کوچکی علیرضا؛ نصیری محلاتی، مهدی (۱۳۸۷) تأثیر تغییر اقلیم همراه با افزیش غلظت CO2 بر عملکرد گندم در ایران و ارزیابی راهکارهای سازگاری، **پژوهش‌های زراعی ایران** ۶ (۱)، صص. ۱۵۳-۱۳۹.

محمدی، حسین؛ مهدیان ماهفروزی، مجتبی؛ عشورنژاد، غدیر (۱۳۹۱)، امکان‌سنجی اقلیمی کشت گیاه آلوئه‌ورا در استان بوشهر، **مطالعات جغرافیایی مناطق خشک**، ۳ (۹ و ۱۰) ،صص ۱۷-۱.

میرموسوی، سید حسین؛ میریان، مینا (۱۳۹۲) مطالعه و پهنه‌بندی ویژگی‌های جغرافیایی کشت پسته در استان زنجان، **جغرافیا و برنامه‌ریزی**، ۱۸ (۴۹)، صص ۳۱۵-۲۹۵.

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

Chang, Ch.Ch. (2002) The Potential Impact of Climate Change on Taiwan s Agriculture, **Agricultural Economics**. 27 (1), pp. 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 (8), pp. 1176-1182.

IPCC (2013) **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-TGCIA, (2009) **Guidelines on the Use of Scenario Data for Climate Impact and Adaptation Assessment**, Version 1, Prepared by: Carter, T.R., Hulme, M., Lal, M., Intergovernmental Panel on Climate Change, Task Group on Scenarios for Climate Impact Assessment.

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**

www.SID.ir

Archive of SID

Biochemistry, 42 (4), pp. 710-714.

Maenthaisong, R., Chaiyakunapruk, N., Niruntraporn, S., Kongkaew, C. (2013) The Efficacy of Aloe Vera Used for Burn Wound Healing: A Systematic Review, **Burns**, 33 (6), pp. 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 (2),pp.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 (1-2), pp. 213-241.

Redsma, P., Lansink, A., Ewert, F. (2009) Economic Impacts of Climatic Variability and Subsidies on European Agriculture and Observed Adaptation Strategies, **Mitig Adapt Strateg Glob Change**. 14 (1), pp. 35-59.

Reilly, J. (1999) What Does Climate Change Mean for Agriculture in Developing Countries?, A Comment on Mendelsohn and Dinar, **The World Bank Research Observer**, 14 (2), pp. 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), pp. 33-57.

Sandeep, K., Amita, Y., Manila, Y., and 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**, 10 (1), pp. 1-12.

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 (1), pp. 20-27.

Simal, S., Femenía, A., Llull, P., Rosselló C. (2000) Dehydration of Aloe Vera: Simulation of Drying Curves and Evaluation of Functional Properties, **Food Engineering**, 43 (2), pp. 109-114.

Vega, A, Elsa Uribe, Roberto Lemus, Margarita Miranda, (2007) Hot-Air Drying Characteristics of Aloe Vera (Aloe Barbadensis Miller) and Influence of Temperature on Kinetic Parameters, LWT - Food Science and Technology, 40 (10), pp. 1698-1707.

Vuuren, D. V., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Weyant, J. (2011) A Special Issue on the RCPs, **Climate Change**, 109 (1), pp. 1-4.

WMO (2010) **Detecting Trend and Other Change in Hydrological Data**, WMO/TD, No: 1013.

www.SID.ir