مطالعات جغرافیایی مناطق خشک
سال سوم، شماره نهم و دهم، پاییز و زمستان ۱۳۹۱
صص ۱۷-۱

امکان سنجی اقلیمی کشت گیاه آلوئه ورا در استان بوشهر

حسین محمدی*، استاد آب و هوا شناسی، دانشگاه تهران
مجتبی مهدیان ماهفروزی، دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، دانشگاه تهران
غدیر عشورنژاد، دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تهران

چکیده

آلوئه ورا گیاهی از تیره سوسن‌هاست که بومی آفریقا بوده و خواص بهداشتی- درمانی بسیار زیادی به‌ویژه در درمان سوختگی ها و انواع زخم ها داراست؛ به گونه ای که در حال حاضر در بسیاری از کشورهای جهان به صورت صنعتی در حال کشت می‌باشد. با توجه به ویژگی‌های فیزیولوژیک این گیاه و مقاومت آن در برابر خشکی و دمای بالا و با در نظر گرفتن مساحت وسیع اقلیم خشک در کشور ما، پتانسیل کشت این گیاه ارزشمند در ایران وجود دارد. در این مقاله، ابتدا با استفاده از داده‌های اقلیمی ایستگاه‌های هواشناسی موجود، و منابع اطلاعاتی مختلف از جمله نقشه، خاک و مدل ارتفاعی رقومی اطلاعات مورد نیاز گردآوری شدند. پس از تعیین معیارهای نهایی، با استفاده از پرسشنامه‌ای به روش خبرگان و با استفاده از روش تکنیک بردار ویژه، اوزان مورد نظر برای هر متغیر در نرم افزار MATLAB سنجش و استخراج شد. در مرحله‌ی بعد، با وارد کردن این اطلاعات به محیط سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی و با استفاده از توابع فازی، لایه های مورد نظر تلفیق شده و مناطق استان بوشهر بر حسب تناسب به ۵ درجه تقسیم شد. نتایج حاصله نشان داد که به‌طور کل استان بوشهر جهت کشت این گیاه بسیار مناسب است. ۴۲/۳۹ درصد از مساحت استان بوشهر در منطقه‌ی بهینه، ۰/۰۵ درصد در محدوده‌ی نامناسب و ۱۴/۴۶ در محدوده‌ی غیر قابل کشت قرار دارند. به تفکیک شهرستان، شهرستان‌های دشتستان، دشتی و بوشهر مناسب‌ترین مناطق و شهرستان‌های کنگان و جم نامناسب ترین مناطق این استان برای کشت آلوئه ورا هستند.

واژگان کلیدی

آلوئه ورا، امکان سنجی، منطق فازی، تکنیک بردار ویژه، استان بوشهر

* نویسنده مسئول: *Email: hmmohammadi@yahoo.com*

۱- مقدمه

آلوئه ورا (صبر زرد) گیاهی است از از راسته‌ی مارچوبه‌ای‌ها[۱]، تیره‌ی سوسن‌ها[۲]، سرده‌ی آلوئه[۳] و گونه‌ی ورا[۴] که بومی شبه جزیره عربستان و نواحی نیمه حاره‌ای آفریقا می‌باشد (وگا و همکاران[۵]، ۲۰۰۷: ۱۶۹۸؛ کولینگ[۶]، ۱۹۸۲: ۱۷). در مناطق آفریقایی این گیاه را به نامهای زنبق بیابانی (صحرایی)، گیاه سوختگی، گیاه جاودانگی و گیاه دارویی می شناسند (بستی و سایا[۷]، ۲۰۰۱: ۱۳). آلوئه ورا یک گیاه بادوام با گل‌های زرد است که به‌طور عمده در مناطق خشک رشد می‌کند. برگهای سخت، مثلثی شکل، گوشتی، آبدار و نیزه ای این گیاه به طول ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر (متوسط پنجاه سانتی متر) رشد می‌کند و طول کل گیاه تا یک و نیم متر می‌رسد (سیلوا و همکاران[۸]، ۲۰۱۰: ۲۰). از میان ۲۴۰ گونه‌ی آلوئه، تنها چهار گونه‌ی آن دارای ارزش و اهمیت درمانی و غذایی هستند که در میان آنها آلوئه ورا با ارزش ترین گونه می‌باشد (مجموعه مقالات شورای بین المللی آلوئه، ۲۰۰۱: ۱۱). با توجه به شباهت آلوئه ورا به کاکتوس ها، این گیاه از پتانسیل بالایی برای کشت و رشد در مناطق گرمسیری و کویری برخوردار است (گزارش شماره ۱۳ سازمان ملل در مورد گیاهان دارویی مناطق خشک، ۱۹۸۰). استفاده ی آلوئه ورا از متابولیسم اسید کراسولاسه[۹] این گیاه را قادر می‌سازد تا در شرایط کم آبی مقاومت بسیاری را از خود نشان بدهد (رودریگوئز و همکاران[۱۰]، ۲۰۰۷: ۱۲۳). طبق آزمایشات مختلف، این گیاه می‌تواند در تنش آبی بسیار مقاوم باشد. بر این اساس، توان تحمل گیاه از ۵ تا ۶۰ درصد تبخیر و تعرق بالقوه‌ی منطقه تغییر می‌کند، اما مناسب ترین میزان آب مورد نیاز برای گیاه آلوئه ورا برابر ۱۵ درصد نرخ تبخیر و تعرق منطقه است (سیلوا و همکاران، ۲۰۱۰: ۲۲). 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 پیدا می‌کند، اما با افزایش بارش از این محدوده رشد گیاه با کاهش مواجه می‌گردد (پاندا[۱۱]، ۲۰۰۳: ۴۷). آلوئه ورا در شرایط تابش مستقیم (۹ تا ۱۰ ساعت تابش خورشید) بهینه‌ی رشد را دارا است، اما سایه‌ی کم نیز برای رشد آن مناسب است. میانگین کمینه‌ی دمای هوا در محیط رشد این گیاه در حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد (زون های 10a و 11 در مقیاس سختی سازمان کشاورزی آمریکا[۱۲]) است (سرده آلوئه[۱۳]، ۲۰۰۹: ۱۹). این گیاه به لحاظ تحمل دماهای بالا بسیار مقاوم است (تا حدود ۸۰ درجه سلسیوس) به‌طوری که مناسب ترین دما برای افزایش شیره‌ی گیاه ۴۰ درجه سلسیوس می باشد (سی مال و همکاران[۱۴]، ۲۰۰۰: ۱۰۹). محدودیت اصلی این گیاه در دماهای پایین است به گونه‌ای که با کاهش میانگین کمینه‌ی دمای هوا فعالیت و رشد گیاه کند شده و با نزدیک شدن میانگین کمینه‌ی دمای هوا به صفر درجه

---

۱ - Asparagales
۲ - Liliaceae
۳ - Aloe
۴ - Vera
۵- Vega et al.,
۶- Cowling
۷- Basseti and Saia
۸- Silva et al.,
۹ - Crassulacean Acid Metabolism (CAM)
۱۰- Rodríguez et al.,
۱۱- Panda
۱۲- United States Departement of Agriculture
۱۳- The Genus Aloe
۱۴- Simal et al.,

سلسیوس علائم مرگ در گیاه پدیدار می‌شود. البته، بطور مقطعی آلوئه ورا توانایی تحمل یخبندان تا دمای ۵- درجه سانتیگراد را برای مدت ۴۸ ساعت دارا است، اما در صورت تداوم یخبندان گیاه می‌میرد (www.Desert-Tropicals.com). از نظر نوع خاک نیز، آلوئه ورا نیاز به خاک با زهکشی بسیار مناسب[۱] دارد و و بهترین بافت خاک برای شرایط رشد بهینه آن ماسه‌ای[۲] و ماسه‌ای– لومی[۳] می باشد. همچنین PH خاک برای رشد بهینه ی این گیاه باید در محدوده خنثی باشد (۶/۱ تا ۷/۸). تنش شوری نیز در این گیاه سبب کاهش آب بافت ها و ماده‌ی قندی و افزایش ماده‌ی خشک شده و رشد گیاه را کند می‌سازد. به‌طور کل این گیاه چندان به شوری مقاوم نیست (جین و همکاران[۴]، ۲۰۰۷: ۷۱۰).

اهمیت گیاه آلوئه ورا در خواص دارویی و درمانی فوق العاده آن می‌باشد که به گیاه هزار خاصیت مشهور گشته است. آلوئه ورا سابقه‌ای بسیار طولانی و درخشان دارد. اولین گزارش مکتوب که در آن به آلوئه ورا اشاره شده است متعلق به چهار هزار سال پیش از میلاد مسیح است و در غارنوشته‌ها و کنده‌کاری‌های روی ظروف در معابد باستانی مصر کشف شده است. در کتاب مقدس نیز نام این گیاه به کرّات آمده است (بستی و سایا[۵] ۲۰۰۱: ۱۷). تاثیر بسیار زیاد این گیاه در درمان زخم های سطحی بویژه زخم های به جا مانده از آکنه (اورافیدیا[۶] ۲۰۰۴: ۱۵) و زخم بستر (آویژگان، ۱۳۸۳: ۴۵) ، سوختگی های خفیف (کاتل[۷]، ۲۰۰۸: ۱۱۷۶) و و آفتاب سوختگی (مائنتیانسونگ و همکاران[۸]، ۲۰۰۷: ۷۱۹) به اثبات رسیده است. هم‌چنین از این گیاه در درمان زخم معده، سوء هاضمه، یبوست، اسهال خونی، کنترل قند خون، اگزما و بیماری های پوستی نیز استفاده می شود (بستی و سایا، ۲۰۰۱: ۱۷). با توجه به اهمیت بهداشتی و دارویی این گیاه، امروزه آلوئه ورا در بسیاری از مناطق جهان کشت می شود و محصولات آن در صنایع بهداشتی درمانی و خوراکی به صورت روز افزون مصرف می‌گردد. در حال حاضر کمپانی‌های بسیاری در جهان در زمینه‌ی صنایع بهداشتی به تولید انواع محصولات از جمله صابون، کرم دست و صورت، ژل مو و ماسک های زیبایی حاوی ژل آلوئه ورا مشغولند. هم‌چنین در صنایع غذایی استفاده از این گیاه در محصولاتی مانند انواع نوشیدنی ها، ژله، مربا، شربت‌ها و سایر مواد غذایی به صورت روز افزون در حال افزایش است.

با توجه به اهمیت این گیاه و استفاده روزافزون آن در صنایع بهداشتی- درمانی و خوراکی، کشت این گیاه در مناطق مستعد می‌تواند نیاز کشور را برطرف ساخته و فرصت‌های نوینی در تولید محصولات جدید ایجاد بنماید که به نوبه‌ی خود نقش مهمی به عنوان یک مؤلفه‌ی اقتصادی در کشور ایفا می‌نماید. علاوه بر آن با ایجاد فرصت‌های شغلی جدید، در مناطق مستعد، کشت گیاه آلوئه ورا می‌تواند نرخ اشتغال مردم منطقه را بالا برده و از این طریق موجب افزایش رشد و شکوفایی اقتصاد منطقه و حتی کشور گردد. در این راستا، با توجه به پتانسیل بالای مناطق جنوبی کشور ایران به دلیل شرایط مناسب آب و هوایی برای کشت این گونه گیاهی ارزشمند، و با عنایت به این که کشت آلوئه ورا به عنوان یک واریته جدید می‌تواند به عنوان یک مؤلفه‌ی اقتصادی در منطقه (و حتی کشور) مطرح گردد، در این پژوهش به امکان سنجی کشت گونه‌ی آلوئه ورا در

۱- Well Drained
۲- Sandy
۳ - Sandy-Loam
٤- Jin et al.,
٥- Basseti and Saia
٦- Orafidiya
۷- Cuttle
۸- Maenthaisong et al.,

استان بوشهر پرداخته و این استان بر حسب معیارهای مختلف اقلیم شناسی، خاک شناسی و مشخصات فیزیوگرافیک بررسی می‌شود. سپس به پهنه بندی استان بوشهر برای تعیین مناطق مستعد کشت گیاه آلوئه ورا پرداخته می‌شود. در نهایت، مناطق مناسب و بهینه‌ی کشت این گیاه ارزشمند انتخاب شده و نمایش داده می‌شوند.

۲- پیشینه پژوهش

با توجه به ارزش دارویی این گیاه، بیش‌تر پژوهش‌های صورت گرفته از منظر دارویی به مطالعه‌ی این گیاه پرداخته اند که بیش‌تر این مطالعات با توجه به ارزش آن‌ها به صورت محدود در اختیار عموم قرار گرفته‌اند. مطالعات چندی نیز در جوامع غربی بر روی اثرات تنش خشکی به انجام رسیده است که از جمله آن‌ها می‌توان به پژوهش‌های وگا و همکاران (۲۰۰۷: ۱۶۹۸)، رودریگوئز و همکاران (۲۰۰۷: ۱۲۷)، سی مال و همکاران (۲۰۰۰: ۱۰۹)، و سیلوا و همکاران (۲۰۱۰: ۲۰) اشاره نمود. برخی از پژوهشگران نیز به بررسی اثرات آب‌های شور و تنش شوری بر آلوئه ورا پرداخته‌اند که از جمله آن‌ها می توان به جین و همکاران (۲۰۰۷: ۷۱۰) اشاره نمود. در برخی کشورها نیز با توجه به اهمیت این گیاه، برنامه‌های تحقیقاتی صنعتی جهت کشت آن‌ها صورت پذیرفته است که از جمله آن‌ها می توان به برنامه‌ی مرکز ملی تحقیقات صنعتی هند (پاندا، ۲۰۰۳: ۴۷) اشاره نمود. باید اذعان داشت که در ایران، علی‌رغم اهمیت این گیاه تا کنون پژوهش‌های اندکی در مورد آن به انجام رسیده است که از جمله آن‌ها می‌توان به مروری بر جنبه های مختلف گیاه صبر زرد دارویی (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۵: ۱)، پژوهش آویژگان بر روی اثرات آلوئه ورا روی ضخم بستر (۱۳۸۳: ۴۵)، پژوهش علیشاهی در بررسی اثر سطوح مختلف عصاره‌ی خام گیاه آلوئه ورا بر شاخص‌های رشد و میزان مقاومت در برابر عفونت با باکتری آئروموناس هیدروفیلادر ماهی سیکلید (۱۳۸۹: ۵۵)، پژوهش علیشاهی و همکاران مطالعه‌ی اثرات ضد باکتریایی برخی عصاره‌های گیاهی (۱۳۸۹: ۲۱) و پژوهش صادقی و همکاران بر روی اثرات اشعه فرابنفش بر رشد این گیاه (۱۳۸۹: ۳۷) اشاره کرد. علیرغم مطالعات فوق الذکر تاکنون پژوهشی در راستای پتانسیل سنجی کشت آلوئه ورا در ایران انجام نشده است. هرچند، مطالعات متعددی بر روی گیاهان مختلف به منظور امکان سنجی کشت آن‌ها صورت گرفته است که می‌توان به تعدادی از آن‌ها اشاره نمود. از جمله‌ی این پژوهش‌ها می‌توان به مطالعات صورت گرفته برای پتانسیل سنجی گندم دیم در کردستان (بازگیر، ۱۳۷۸) و استان آذربایجان شرقی (کمالی و همکاران، ۱۳۸۷: ۴۶۷) اشاره نمود. در مورد سایر گیاهان نیز می‌توان به پژوهش فرج زاده و میرزابیاتی (۱۳۸۶: ۶۷) برای امکان سنجی نواحی مستعد کشت زعفران در دشت نیشابور اشاره نمود. محمدی و همکاران (۱۳۸۶) کشت زیتون در استان اصفهان را امکان سنجی نمودند. میرموسوی و اکبری (۱۳۸۹) نیز به پتانسیل سنجی کشت زیتون در استان کرمانشاه پرداختند. آرخی (۱۳۸۴) به امکان سنجی کشت کلزا در استان گلستان پرداخت. یزدان‌پناه و همکاران (۲۰۰۳) استان آذربایجان غربی را برای شناسایی نواحی مستعد کشت بادام پهنه بندی کردند. هم‌چنین می‌توان به امکان سنجی اقلیمی کشت پسته در شهرستان سبزوار توسط کیخسروی (۱۳۸۵) اشاره نمود.

۳- مواد و روش‌ها

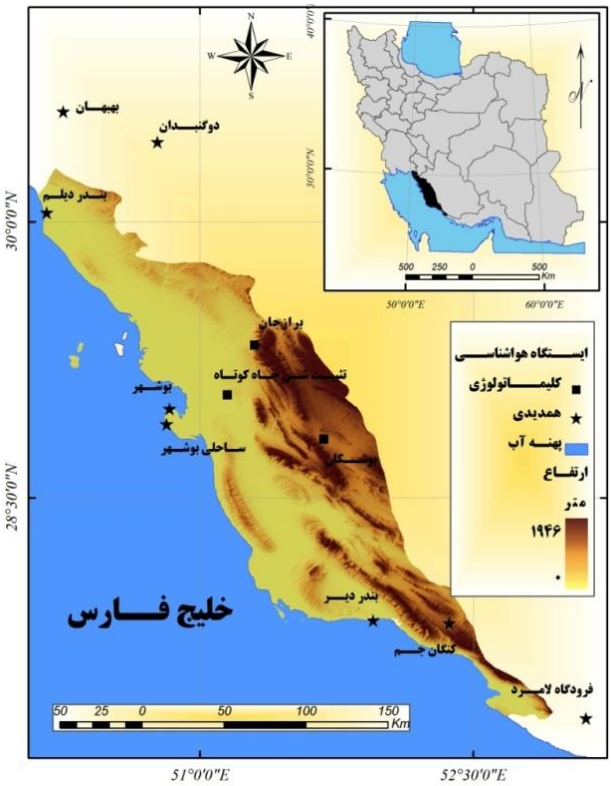
۳-۱) محدوده‌ی مورد مطالعه

استان بوشهر، یکی از استان‌های جنوبی ایران است که در حاشیه‌ی شمالی خلیج فارس و لبه‌ی جنوبی رشته کوه‌های زاگرس واقع شده است. این استان دارای مساحتی در حدود ۲۲۶۶۰ کیلومتر مربع با حد ارتفاعی بین ۰ تا ۱۹۴۶ متر می‌باشد. روند ارتفاعات استان از شمال به جنوب کاهش می‌یابد و متناسب با آن از میزان شیب نیز کاسته می‌شود. به لحاظ طبقه بندی اقلیمی، با استفاده از روش دو مارتن، اقلیم منطقه در قسمت‌های جنوبی خشک و در قسمت های شمالی نیمه خشک محاسبه می‌گردد. بارش استان بین ۲۳۶/۶ تا ۴۷۸/۵ میلی‌متر است و میانگین کمینه‌ی دمای هوا بین ۵ تا ۱۵ درجه سلسیوس (اندازه گیری شده در ایستگاه‌های همدیدی) متغیر تغییر می‌کند. به غیر از بخش‌های کوهستانی این استان، عمده‌ی اراضی آن به صورت بایر است، هرچند که زمین‌های کشاورزی در مناطقی که به آبیاری محلی دسترسی دارند احداث شده است. در برخی از مناطق این استان نیز تعدادی گنبد نمکی به چشم می‌خورد که به صورت بلندی‌هایی در میان زمین‌های هموار دیده می شوند.

۳-۲-) مراحل انجام کار

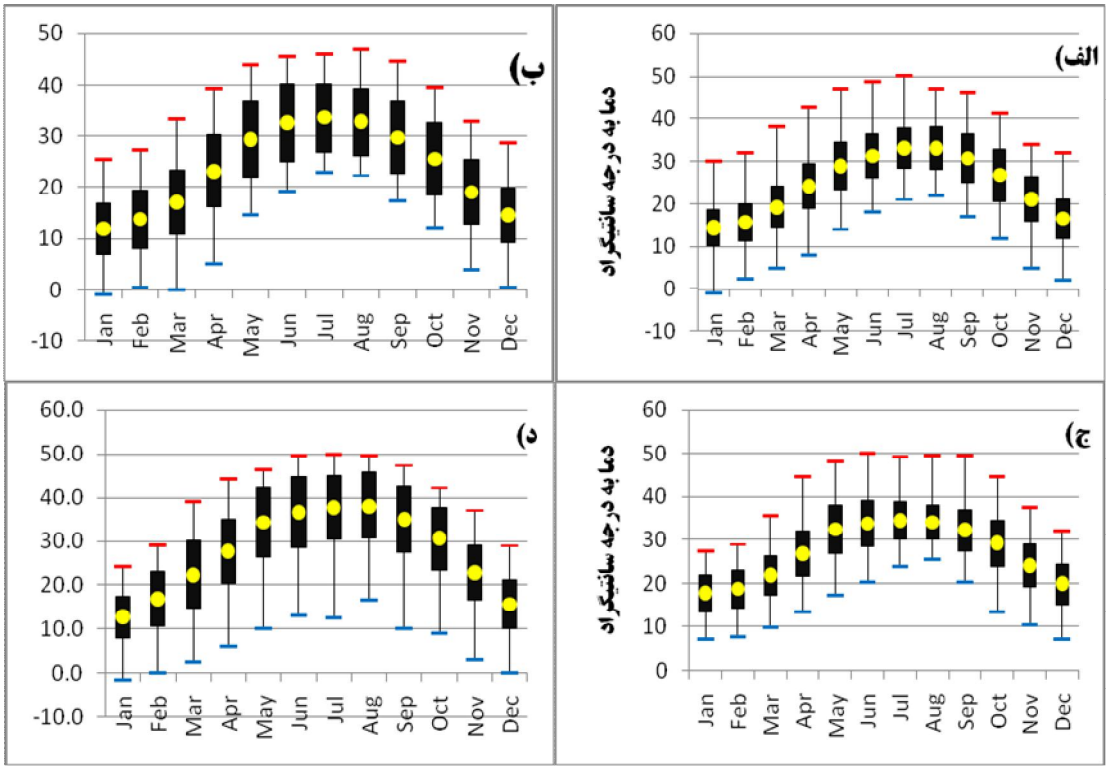
۳-۲-۱) شناسایی عوامل مؤثر در کشت گیاه آلوئه‌ورا و گردآوری داده‌ها

با توجه به مطالعات پیشین، عوامل اقلیمی و فیزیکی موثر بر گیاه آلوئه ورا به شرح زیر تعیین شدند: میانگین کمینه‌ی دمای هوا، میانگین بیشینه‌ی دمای هوا، تعداد روزهای یخبندان، کمینه‌ی مطلق دمای هوا، بیشینه‌ی مطلق دمای هوا، میزان بارش، جنس خاک، میزان شیب (درصد) و جهت شیب. در مرحله‌ی بعد، داده‌های مورد نظر برای ایستگاه‌های استان بوشهر از ۵ ایستگاه هواشناسی همدیدی و ۳ ایستگاه کلیماتولوژی فعال این استان استخراج شدند. به منظور افزایش دقت در محاسبات، از سه ایستگاه کلیماتولوژی در خارج از سطح استان نیز استفاده گردید. موقعیت، نوع و پراکنش فضایی ایستگاه‌های مذکور در شکل ۱ نمایش شده است.



شکل ۱. موقعیت و پراکنش فضایی ایستگاه‌های به کار رفته در پژوهش

سپس، در نخستین مرحله‌ی تحلیل، وضعیت اقلیمی استان بوشهر با استفاده از داده‌های مورد نظر تعیین شد. شکل ۲ نمایشگر دامنه‌ی دما برای متغیرهای دمایی (بیشینه‌ی مطلق دمای هوا، میانگین بیشینه‌ی دمای هوا، میانگین روزانه‌ی دمای هوا، میانگین کمینه‌ی دمای هوا، و کمینه‌ی مطلق دمای هوا) ایستگاه‌های بوشهر، بندر دیلم، کنگان جم، و برازجان است. بر این اساس، با توجه به شکل ۲، در هیچ‌کدام از ایستگاه‌های مذکور دماهای بالای ۵۰ درجه سلسیوس دیده نمی شود. با توجه به مقاومت زیاد گیاه در دماهای بالا اهمیت دمای بیشینه و بویژه بیشینه‌ی مطلق بسیار ناچیز خواهد بود. با توجه به حساسیت زیاد گیاه به دماهای پایین تر از ۵ درجه سلسیوس، میانگین کمینه و کمینه‌ی مطلق می‌تواند اثرگذاری بیش‌تری داشته باشد. با توجه به میانگین کمینه‌ی دمای هوا نیز دیده می‌شود که در ایستگاه‌های مذکور میانگین کمینه دمای هوا هرگز به زیر ۵ درجه کاهش نیافته است. این امر نشان می دهد که به لحاظ دمایی استان بوشهر برای کشت گیاه آلوئه ورا مناسب است. نکته‌ی قابل توجه در اینجا دمای کمینه‌ی مطلق هوا است که به نوعی نمایش دهنده‌ی تعداد روزهای یخبندان و رخداد دماهای زیر صفر درجه است که می‌تواند به عنوان عامل محدود کننده در نظر گرفته شود. با بررسی دماهای کمینه‌ی مطلق مشاهده می شود که ایستگاه‌های برازجان، کنگان جم و بوشهر در ماه‌های ژانویه با دماهای منفی مواجه شده اند. با عنایت به اهمیت این متغیر، فراوانی وقوع دماهای منفی و دامنه‌ی دما مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱).



شکل ۲: متغیرهای دمایی بیشینه (میانگین و مطلق)، کمینه (میانگین و مطلق) و میانگین روزانه دمای هوا برای ایستگاه‌های بوشهر (الف)، کنگان جم (ب)، بندر دیلم (ج)، و برازجان (د)

با بررسی نوسان دمای کمینه‌ی مطلق، دیده می شود که کم‌ترین دما در ایستگاه برازجان رخ داده است (۱/۵- درجه سلسیوس) و کم‌ترین دمای رخ داده در ایستگاه بوشهر برابر ۱- درجه سلسیوس است. هرچند به لحاظ فراوانی وقوع، در هر سه ایستگاه مورد نظر که دارای دماهای منفی هستند، رخداد دماهای منفی تنها یک بار در کل دوره‌ی آماری (۵۵ سال برای ایستگاه بوشهر، ۱۶ سال برای ایستگاه کنگان جم، و ۳۳ سال برای ایستگاه برازجان) به وقوع پیوسته است. بر این اساس، با توجه به احتمال اندک رخداد دمای زیر صفر درجه در استان بوشهر، اهمیت دمای کمینه ی مطلق نیز بسیار کاهش می یابد. بدین ترتیب، با توجه به خصوصیات فیزیولوژیک گیاه آلوئه ورا و اقلیم منطقه، جنس خاک، میزان و جهت شیب، میزان بارش و میانگین کمینه ی دمای هوا به عنوان شاخص‌های نهایی انتخاب گشتند.

جدول ۱: فراوانی و شدت رخداد کمینه‌ی دمای هوا در ایستگاه‌های منتخب

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	دوره آماری	طول دوره آماری	کمینه ی مطلق دمای هوا	تعداد تکرار در دوره آماری
بوشهر	همدیدی	۲۰۰۵-۱۹۵۱	۵۵	-۱	۱
بندر دیلم	همدیدی	۲۰۰۵- ۱۹۹۰	۱۵	۱۰	-
کنگان جم	همدیدی	۲۰۰۵-۱۹۸۹	۱۶	-۱	۱
برازجان	کلیماتولوژی	۲۰۰۵-۱۹۷۳	۳۳	-۱/۵	۱

۲-۲-۳) تعیین وزن و میزان اثرگذاری عوامل با تکنیک بردار ویژه

تکنیک‌هایی برای شناخت و دانستن اهمیت نسبی عوامل مؤثر موجود وجود دارد؛ در این تکنیک ها، مجموع وزن هر مجموعه برابر با واحد (نرمالیزه) بوده و اهمیت نسبی درجه‌ی ارجحیت هر شاخص را نسبت به بقیه‌ی شاخص‌ها برای تصمیم‌گیری در زمینه‌ی مورد نظر می‌سنجد. در این زمینه چهار روش برای ارزیابی اوزان شاخص‌ها در تصمیم‌گیری وجود دارد که عبارتند از: روش آنتروپی، روش لینمپ، روش کم‌ترین مجذورات وزین شده، و تکنیک بردار ویژه (جعفری و همکاران ، ۱۳۸۸: ۵۶).

در این تحقیق از روش تکنیک بردار ویژه استفاده شده است. در این روش اگر ماتریس مقایسات زوجی را A در نظر بگیریم و دترمینان ماتریس (A-λI) را برابر صفر قرار دهیم (که در آن λ مجهول و I ماتریس یکه $n \times n$ است) مقادیر ویژه ماتریس A به‌دست می‌آید (شکل ۳). هم‌چنین اگر بزرگ‌ترین مقدار ویژه A (λ_{max}) را در ماتریس $(A-\lambda I)*(w_1,w_2,\ldots,w_n)^T$) به جای λ قرار دهیم و حاصل را مساوی صفر فرض کنیم با حل معادله ایجاد شده بردار ویژه ماتریس A که همان وزن‌های نسبی $(w_1,w_2,\ldots,w_n)$ است به‌دست خواهد آمد. با استفاده از این روش ناسازگاری ماتریس در وزن‌ها اعمال و نتایج به واقعیت نزدیکتر می‌شود (رمضانی مهریان و همکاران، ۱۳۹۰: ۷).

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & .. & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & .. & a_{2n} \\ . & . & .. & . \\ . & . & .. & . \\ a_{n1} & a_{n2} & .. & a_{nn} \end{bmatrix} \qquad (A-\lambda I)=\begin{bmatrix} 1-\lambda & a_{12} & .. & a_{1n} \\ a_{21} & 1-\lambda & .. & a_{2n} \\ . & . & .. & . \\ . & . & .. & . \\ a_{n1} & a_{n2} & .. & 1-\lambda \end{bmatrix}$$

شکل ۳: ماتریس مقایسات زوجی A و دترمینان ماتریس A-λI

برای به‌دست آوردن اوزان شاخص‌ها در ماتریس تصمیم‌گیری $n \times n$ که حاوی اطلاعات تصمیم‌گیری است، ابتدا پرسش‌نامه مقایسه زوجی از سوی کارشناسان تکمیل و توسط استراتژی کپ‌لند نتایج آن استخراج شد (جدول ۲). در ادامه وزن هر کدام از عوامل با استفاده از تکنیک بردار ویژه در نرم‌افزار MATLAB محاسبه و نتایج آن در جدول (۳) آمده است.

جدول ۲: ماتریس مقایسه زوجی

عامل	جهت شیب	میانگین دمای کمینه	جنس خاک	میزان شیب	میزان بارش
بارش	۳	۰/۱۱۱	۰/۱۴۲۸۵۷	۰/۲۵	۱
میزان شیب	۶	۰/۲	۰/۲۵	۱	۴
جنس خاک	۷	۱	۱	۴	۷
میانگین دمای کمینه	۷	۱	۱	۵	۹
جهت شیب	۱	۰/۱۴۲۸۵۷	۰/۱۴۲۸۵۷	۰/۱۶۶۶۶۷	۰/۳۳۳۳

جدول ۳: مقادیر وزنی به دست آمده از تکنیک بردار ویژه

بارش	۰/۰۵۴۲۷۲۲
میزان شیب	۰/۱۳۷۵۴
جنس خاک	۰/۳۶۳۷۱
میانگین کمینه دما	۰/۴۰۹۶۷۸
جهت شیب	۰/۰۳۴۸۰۰۵

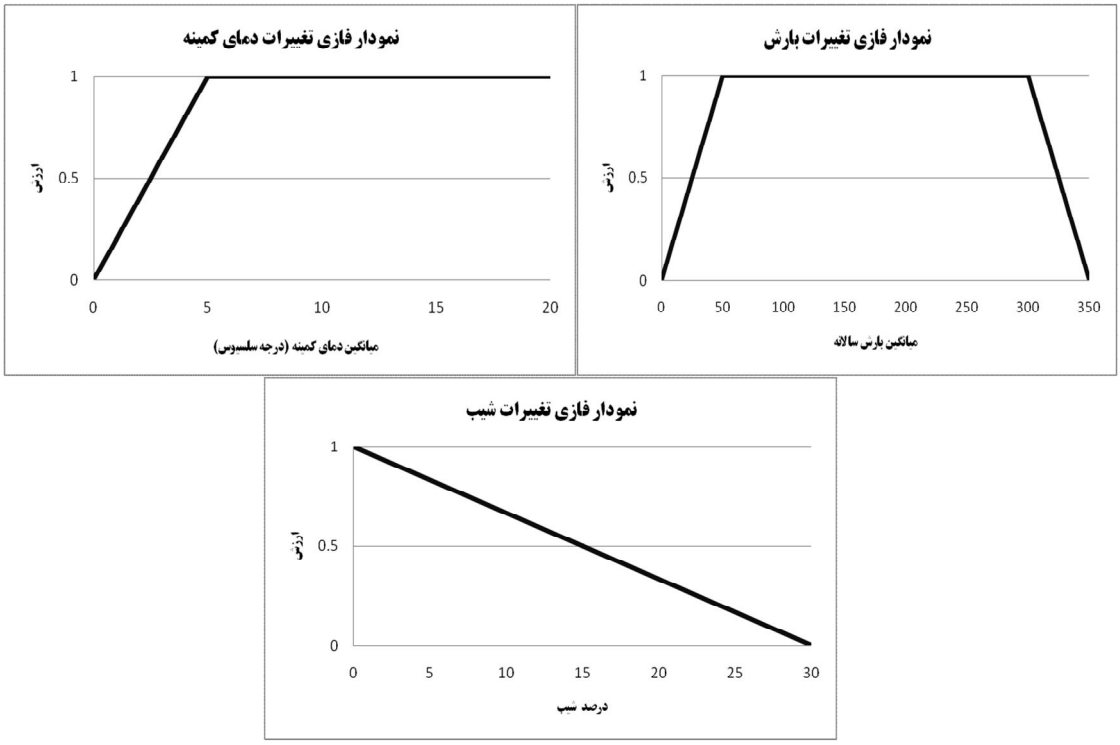
C.I.۰= /۰۸۸۳۳۱۴

بر اساس جدول ۳، بیش ترین وزن به عامل میانگین دمای کمینه هوا داده شده است، پس از آن جنس خاک و میزان شیب دارای وزن بیش تری هستند. هم‌چنین میزان بارش و جهت شیب در مقایسه با سایر عوامل وزن بسیار کم‌تری را به خود اختصاص داده اند. بدین ترتیب مشاهده می شود که مهم‌ترین عامل در تعیین مناطق بهینه‌ی کشت گیاه آلوئه ورا دمای کمینه‌ی هوا و کم اهمیت ترین عامل جهت شیب می‌باشد.

۳-۲-۳) تلفیق عوامل و پهنه‌بندی پتانسیل کشت منطقه

یکی از مهم‌ترین توانایی‌های GIS که آن را به عنوان سیستمی ویژه و انحصاری مجزا می‌کند، توانایی تلفیق داده‌ها برای مدل‌سازی، مکانیابی و تعیین تناسب اراضی از طریق ارزش‌گذاری پهنه‌ی سرزمین است. زیرا در نتیجه‌ی تلفیق و ترکیب معیارها، بهترین نقطه برای استقرار مراکز و مکان‌های بهینه انتخاب می‌شود (پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۶: ۳۴). منطق بولین، منطق همپوشانی شاخص، منطق احتمالات، ضریب همبستگی، شبکه‌های عصبی مصنوعی، ژنتیک، وزن‌های نشانگر، آنالیز خوشه‌بندی خاکستری و منطق فازی از جمله روش‌های ترکیب معیارها هستند.

بر اساس نظریه فازی مجموعه‌ها، یک مجموعه فازی زیر مجموعه‌ای است که مقدار عضویت عناصر آن در مجموعه اصلی با توجه به یک تابع عضویت حد واسط بین صفر و یک باشد. مقدار درجه‌ی عضویت هر کلاس و واحد مکانی بر اساس نظرات کارشناسی و استفاده از دانش داده‌ای تعیین می‌گردد. سپس با استفاده از عملگرهای فازی عملیات تلفیقی مورد نظر انجام می‌شود. پنج عملگر فازی به نام اشتراک فازی، اجتماع فازی، ضرب فازی، جمع فازی و فازی گاما برای تلفیق مجموعه‌ی فاکتورها مورد استفاده قرار می‌گیرند که در نهایت با اعمال عملگرهای فازی واحدهای مکانی نقشه خروجی حاوی درجه‌ی عضویت خواهند بود (شاد و همکاران، ۱۳۸۸: ۵۴۹). جهت پهنه‌بندی پتانسیل کشت گیاه آلوئه‌ورا در منطقه، ابتدا میزان عضویت فازی هر کدام از عوامل با توجه به نظرات کارشناسان تعیین شد (شکل ۴). برای این منظور از ابتدا روند تغییرات هر کدام از عوامل مورد نظر بررسی گردید و سپس ارزش این تغییرات محاسبه شد.



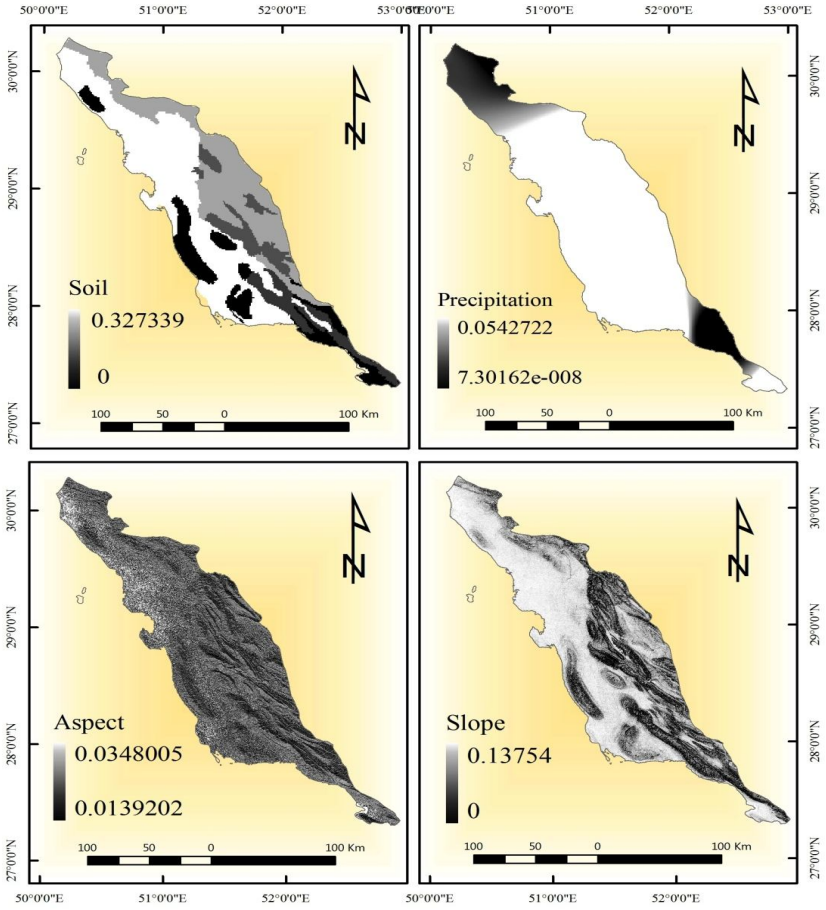
شکل ۴: نمودار فازی تغییرات دمای کمینه، بارش و درصد شیب برای نیازهای فیزیولوژیک آلوئه ورا.

بر اساس شکل ۴، با افزایش دما از صفر تا ۵ درجه‌ی سلسیوس ارزش عامل دما از صفر تا یک افزایش می-یابد، اما پس از دمای ۵ درجه، با افزایش دما ارزش آن ثابت می‌ماند. در مورد بارش، با افزایش میانگین بارش دریافتی از صفر تا پنجاه میلی‌متر در منطقه، ارزش آن از صفر تا یک افزایش می‌یابد. یعنی این‌که با افزایش میانگین کمینه‌ی دمای هوا از ۵ درجه‌ی سلسیوس ارزش آن برای کشت آلوئه ورا تغییر نمی‌کند. با افزایش بارش از ۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر ارزش آن ثابت می‌ماند. با افزایش بارش به بیش از ۳۰۰ میلی‌متر ارزش آن کاهش می‌یابد تا این‌که با رسیدن بارش به ۳۵۰ میلی‌متر ارزش آن به صفر می‌رسد. این بدان معنی است که بهترین محدوده‌ی بارشی برای آلوئه ورا بین ۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر است. بر خلاف دو عامل دیگر، با افزایش شیب ارزش عامل آن کاهش می‌یابد. بیش‌ترین ارزش آن در شیب صفر درصد (معادل ۱)، و کم‌ترین ارزش آن در شیب‌های بیش از ۳۰ درصد است (که به صفر می رسد). در نهایت، با استفاده از نمودارهای فوق وزن عوامل فازی تعیین شده و نقشه فازی هر یک از آن‌ها در نرم‌افزار ArcGIS تهیه شد (شکل ۵).

۴- یافته های پژوهش

پس از انجام محاسبات نهایی، اوزان به‌دست آمده از تکنیک بردار ویژه در نقشه‌های فازی هر یک از عوامل اعمال شد (شکل ۵). بر اساس شکل ۵، به نظر می رسد که با ارزش ترین منطقه به لحاظ شرایط خاک در امتداد ساحلی استان بوشهر قرار داشته باشد، که در نیمه‌ی شمالی استان مساحت بیش‌تری را به خود اختصاص داده است. درست در کنار ساحل، چند گنبد نمکی وجود دارند که امکان کشت بر روی آنها وجود نداشته و با ارزش صفر مشخص شده‌اند (رنگ سیاه). جنوب شرقی استان نیز از وضعیت چندان مساعدی برخوردار نیست. به لحاظ بارش، بخش اعظم استان در محدوده‌ی مساعد قرار می‌گیرد. در شمال غرب و

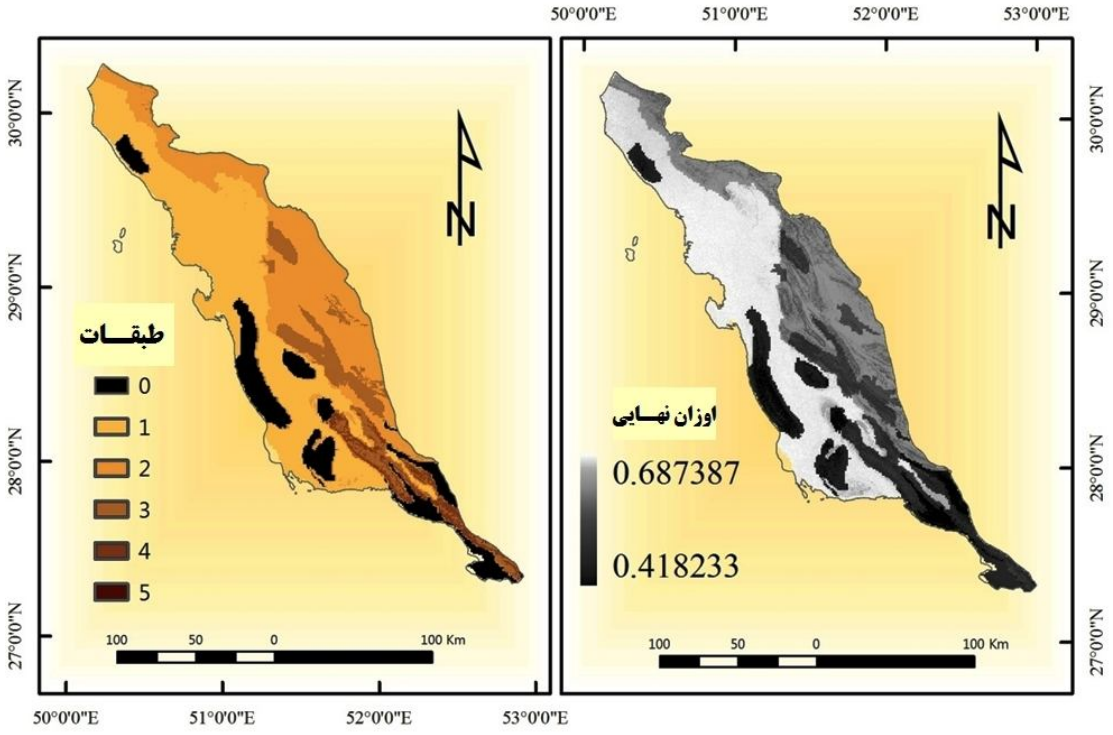
جنوب شرق، به دلیل تجاوز باران از میزان ۳۰۰ میلی‌متر ارزش آن کاهش یافته است. البته، منطقه‌ی جنوب شرقی از وضعیت نامساعدتری برخوردار است. با توجه به جهت شیب در محدوده‌ی استان بوشهر، مشاهده می‌شود که مناسب‌ترین مناطق برای کشت این گیاه شمال غربی استان (بندر دیلم) و شمال غرب بوشهر می‌باشند که دارای جهت شیب مسطح هستند. نامناسب ترین قسمت‌ها نیز بخش‌های کوهستانی شمالی بوشهر می‌باشند. به لحاظ میزان شیب، به‌طور کلی استان بوشهر به دو قسمت قابل تقسیم است. در یک امتداد شمال غربی- جنوب شرقی، نیمه‌ی شمالی شامل کوهستان‌هایی است که دنباله‌ی زاگرس محسوب می‌شوند که به‌طور نسبی شیب در آن‌ها بالاست. بالعکس، در دشت‌های نیمه‌ی جنوبی میزان شیب بسیار پایین است و همین مطلب باعث می‌شود تا نیمه‌ی جنوبی (دشت های ساحلی استان بوشهر) استان از وضعیت بهتر و امتیاز بالاتری برای کشت آلوئه ورا برخوردار باشد.



شکل۵: نقشه‌ی فازی وزنی هر کدام از عوامل مؤثر در کشت گیاه آلوئه‌ورا در استان بوشهر(به جز عامل دما)

در مرحله‌ی پایانی نقشه پهنه پتانسیل کشت گیاه آلوئه‌ورا با ترکیب معیارها توسط عمل‌گر جمع فازی تهیه شد (شکل ۶). به منظور ارزیابی ویژگی‌های پتانسیل کشت گیاه آلوئه‌ورا در منطقه، نقشه‌ی نهایی به‌دست آمده بر اساس انحراف معیار به ۵ کلاس تقسیم شد (شکل ۶). کلاس ۱ با توجه به پتانسیل بالای کشت به عنوان مناسب‌ترین کلاس و دیگر کلاس‌ها به ترتیب در درجات پایین‌تر قرار دارند. نتایج به‌دست آمده نشان

می‌دهد که ۴۲/۳۹ درصد از استان بوشهر در کلاس ۱ و ۲۹/۸۵ درصد در کلاس ۲ قرار گرفته است و سهم هر یک از کلاس‌های ۳، ۴ و ۵ به ترتیب ۱۱/۱۹، ۲/۰۶ و ۰/۰۵ درصد است. هم‌چنین ۱۴/۴۶ درصد از منطقه با توجه به پوشش خاک نامطلوب، برای این گیاه غیر قابل کشت می‌باشد.



شکل۶: نقشه‌ی نهایی فازی(a) و طبقه‌بندی(b) پتانسیل کشت گیاه آلوئه‌ورا در استان بوشهر

با توجه به شکل ۶، مشاهده می شود که منطقه‌ی غیرقابل کشت در استان بوشهر، مناطقی هستند که منطبق بر گنبدهای نمکی این استان هستند. کم‌ترین مساحت این کلاس در شمال غرب استان قرار دارد. پس از آن جنوب شرق استان در حد متوسط و بیش ترین مساحت محدوده‌ی غیر قابل کشت در مناطق میانی استان واقع شده است. کلاس ۴ و ۵، تنها در جنوب شرق استان مشاهده می‌شوند. این دو کلاس که مساحت اندکی را دارا هستند نیز منطبق بر محدوده‌ای است که خاک‌های آن برای کشت چندان مناسب نیستند. کلاس ۳ نیز منطبق بر ارتفاعات مناطق میانی استان بوشهر است. محدوده‌ی کلاس‌های ۱و ۲ بیش-ترین مساحت استان (۷۲ درصد) را در بر گرفته است. در یک طبقه بندی اولیه، خطی در جهت شمال غربی-جنوب شرقی جدا کننده‌ی این دو طبقه از یکدیگر است. کلاس ۱ در سمت ساحلی و کلاس ۲ در نواحی مرتفع شمالی قرار دارد. با توجه به سهم بالای این دو کلاس، می توان نتیجه گرفت که استان بوشهر به لحاظ شرایط کشت گیاه آلوئه ورا از پتانسیل بالایی برخوردار است.

برای بررسی بهتر پتانسیل کشت آلوئه ورا، وضعیت شهرستان‌های استان بوشهر در میزان تعلق به هر یک از کلاس‌ها محاسبه گردید (جدول، ۴).

جدول(۴): وضعیت شهرستان‌های استان بوشهر در میزان تعلق به هر یک از کلاس‌ها (به درصد)

گروه	کنگان	جم	دیر	دشتی	تنگستان	بوشهر	دشتستان	گناوه	دیلم
۰	۱۸/۰۳	۱۳/۴۲	۱۵/۳۰	۲۸/۷۹	۱۶/۲۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۵/۲۲	۳/۰۲
۱	۰/۳۳	۱/۷۵	۱۳/۵۹	۱۹/۳۲	۷/۲۲	۱۳/۰۰	۲۲/۲۴	۱۲/۲۹	۱۰/۲۶
۲	۰/۰۰	۳/۰۱	۰/۶۰	۱۷/۲۳	۹/۱۲	۰/۰۰	۵۶/۲۱	۵۴.۵	۸/۲۹
۳	۱۳/۱۰	۱۵/۳۵	۱۱/۷۶	۳۸/۸۷	۳/۴۰	۰/۰۰	۱۶/۸۲	۰/۲۳	۰/۴۷
۴	۳۲/۳۳	۳۲/۶۵	۲۰/۶۶	۱۲/۳۷	۰/۳۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۳	۰/۶۵
۵	۴۸/۲۶	۴۴/۷۶	۱/۶۷	۵/۳۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰

نتایج نشان دهنده‌ی این است که شهرستان‌های دشتستان، دشتی و بوشهر به ترتیب بیشترین میزان نسبت کلاس ۱ را دارا می‌باشند. شهرستان بوشهر، تماماً در محدوده‌ی کلاس ۱ قرار گرفته؛ و به‌طور کل ۱۳ درصد از مساحت محدوده کلاس ۱ را در استان تشکیل می‌دهد. به این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که این شهرستان مناسب‌ترین محدوده برای کشت گیاه آلوئه ورا است. شهرستان دشتستان نیز تنها در سه کلاس ۱، ۲، و ۳ قرار دارد. محدوده‌ی کلاس ۲ به تنهایی بیش از نیمی از مساحت کلاس ۲ را در استان دارا می‌باشد، حدود یک چهارم کلاس ۱ و حدود ۱۷ درصد از کلاس ۳ استان نیز در این شهرستان واقع شده است؛ به این ترتیب پس از شهرستان بوشهر، این شهرستان مناسب‌ترین منطقه جهت کشت آلوئه ورا می‌باشد. شهرستان دشتی نیز پس از دو شهرستان نامبرده مناسب تر از سایر شهرستان‌هاست. هرچند این شهرستان شامل کلاسهای ۳ (تقریباً ۳۹ درصد) و کلاس ۰ (تقریباً ۲۹ درصد) استان می شود، اما حدود ۲۰ درصد از کلاس یک نیز در این شهرستان قرار دارند. پس از این سه شهرستان، شهرستان های دیر، گناوه، و دیلم با به ترتیب ۱۳/۵۹، ۱۲/۲۹، و ۱۰/۲۶درصد از مساحت کلاس ۱ رتبه های بعدی را در دارا بودن پتانسیل کشت آلوئه ورا به خود اختصاص داده‌اند. نامناسب ترین شهرستان‌های استان بوشهر نیز کنگان و جم شناخته شده‌اند. این شهرستان‌ها در کلاس ۵ بیش ترین مساحت را دارا هستند، بطوری که شهرستان کنگان ۴۸/۲۶ درصد و شهرستان جم ۴۴/۷۶ درصد از کلاس ۵ را به خود اختصاص داده‌اند. علاوه بر این، سهم این دو شهرستان از طبقه‌ی غیر قابل کشت نیز نسبتاً بالاست. بنابراین این دو شهرستان، نامناسب ترین شهرستان‌ها برای کشت گیاه آلوئه ورا به حساب می‌روند. با توجه به نتایج به دست آمده جهت کشت و پرورش گیاه آلوئه ورا در استان بوشهر، شهرستان‌های بوشهر، دشتستان و دشتی بیش‌ترین پتانسیل و شهرستان‌های کنگان و جم کم‌ترین پتانسیل را دارا هستند.

۵- نتیجه گیری:

در دوران حاضر کشت گیاهان با اهمیت استراتژیک و صنعتی رواج بسیاری یافته است. در این مقاله، به امکان سنجی کشت گیاه آلوئه ورا در استان بوشهر پرداخته شده است. برای این منظور پس از انتخاب متغیرهای نهایی با تهیه پرسشنامه و استفاده از روش بردار ویژه وزن هر یک از آن‌ها محاسبه شده و با استفاده از منطق فازی با یکدیگر تلفیق شدند. نتایج نهایی نشان دهنده‌ی این مطلب هستند که استان بوشهر

برای کاشت این گیاه دارای پتانسیل بالایی می‌باشد؛ زیرا بخش اعظم استان در محدوده‌ی کلاس ۱ و ۲ قرار می‌گیرد. به‌طور کل کلاس یک در دشت‌های جنوبی استان بوشهر در حد فاصل ساحل دریا تا ارتفاعات شمال بوشهر قرار دارد و کلاس ۲ نوار شمالی استان بوشهر را می‌پوشاند. کلاس ۳ نیز تنها در ارتفاعات استان بوشهر یافت می‌شود. کلاس های ۴ و ۵ نیز در بخش کوچکی از استان در جنوب شرقی آن مشاهده می‌شوند و بنابر نتایج به دست آمده کم‌ترین مساحت را در بین سایر طبقات دارا هستند (مجموعاً ۲/۱ درصد). مناطق غیر قابل کشت بر گنبدهای نمکی منطبق هستند. به تفکیک شهرستان‌ها، شهرستان بوشهر ۱۳ درصد از مساحت طبقه ۱ را داراست که برابر تمام مساحت شهرستان می‌باشد. پس از آن شهرستان‌های دشتستان و دشتی بهترین مناطق برای کشت گیاه هستند. شهرستان‌های کنگان و جم نیز با دارا بودن مجموعاً بیش از ۹۰ درصد از کلاس ۵ و حدود ۵ درصد از مجموعاً کلاس های ۱ و ۲ نامناسب‌ترین شهرستان‌ها برای کشت گیاه آلوئه ورا به شمار می‌روند. بدین ترتیب، در صورت اقدام برای کشت این گیاه، شهرستان‌های دشتستان، دشتی و بوشهر باید در اولویت قرار بگیرند.

۶- فهرست منابع:

۱- آرخی، عبدالجلیل، (۱۳۸۴)، **امکان سنجی اقلیمی کشت کلزا در استان گلستان**، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی- گرایش اقلیم شناسی، دانشکده‌ی جغرافیا، دانشگاه تهران.

۲- آویژگان، مجید، (۱۳۸۳)، **ژل آلوئه ورا (صبر زرد)، جایگزینی موثر و ارزان، برای درمان زخمهای مزمن بستر**، مجله‌ی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی گیلان، سال ۱۳، شماره‌ی ۵۰، صص ۵۰-۴۵.

۳- بازگیر، سعید، (۱۳۷۸)، **بررسی پتانسیل اقلیمی گندم دیم، مطالعه ی موردی استان کردستان**، پایان نامه‌ی دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی.

۴- پوراحمد، احمد، کیومرث حبیبی، سجاد محمد زهرایی، سعید نظری عدلی، (۱۳۸۶)، **استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS برای مکان‌یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی: محل دفن زباله‌ی شهر بابلسر)**، مجله‌ی محیط شناسی، شماره‌ی ۴۲، ۴۲-۳۱.

۵- جعفری، حمیدرضا، اطهره نژادی، امین عبری جهرمی، (۱۳۸۸)، **ارزیابی ریسک سایت‌های صنعتی منطقه‌ی عسلویه با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی به کمک سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی**، مجله‌ی محیط شناسی، شماره‌ی ۴۹، صص ۶۰-۵۳.

۶- رمضانی مهریان، مجید، بهرام ملک محمدی، حمید رضا جعفری، یوسف رفیعی، (۱۳۹۰)، **مکانیابی محل‌های انجام عملیات تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی با بکارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و سامانه اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: استان هرمزگان، دشت شمیل و آشکارا)**، مجله‌ی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، شماره‌ی ۱۴، صص ۱۰-۱.

۷- شاد، روزبه، حمید عبادی، محمد مسگری سعدی، علیرضا وفائی‌نژاد، (۱۳۸۸)، **طراحی و اجرای GIS کاربردی جهت مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی با استفاده از مدل‌های فازی، وزن‌های نشانگر و ژنتیک**، نشریه‌ی دانشکده فنی، شماره‌ی ۴۳، ۵۴۷-۵۵۹.

۸- صادقی، نسترن، مرضیه شفیعی حاجی آباد، امیر مهدی شوکتی، (۱۳۸۹)، **بررسی اثر اشعه ی UV-C و تنظیم کننده های رشد گیاهی بر آلوئه ورا (Aloe vera L.)** ، مجله‌ی داروهای گیاهی، پیش شماره‌ی ۲/، صفحه ۳۷ تا ۴۶.

۹- علیشاهی، مجتبی، (۱۳۸۹)، **بررسی اثر سطوح مختلف عصاره خام گیاه آلوئه ورا بر شاخص های رشد و میزان مقاومت در برابر عفونت با باکتری آئروموناس هیدروفیلادر ماهی سیکلید**، مجله‌ی علمی پژوهشی بیولوژی دریا -دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال دوم، شماره‌ی هشتم، صص ۶۳-۵۵.

۱۰- علیشاهی، مجتبی، مسعود قربانپور نجف آبادی، حسین نجف زاده، مرضیه پشم فروش، (۱۳۸۹)، **مطالعه ی اثرات ضد باکتریایی برخی عصاره های گیاهی علیه استروپتوکوکوس اینیایی، یرسینیا راکری، آئروموناس هیدروفیلیا**، مجله‌ی دامپزشکی ایران، دوره ششم، شماره‌ی 2، صص ۳۰-۲۱.

۱۱- فرج زاده، منوچهر، رضا میرزا بیاتی، (۱۳۸۶)، **امکان سنجی نواحی مستعد کشت زعفران در دشت نیشابور با استفاده از GIS**، فصلنامه‌ی مدرس علوم انسانی- برنامه ریزی و آمایش فضا، دوره‌ی ۱۱، شماره‌ی ۱ (پیاپی ۵۰)، صص ۹۱-۶۷.

۱۲- کمالی، غلامعلی، علی صدقیانی پور، عبداله صداقت کردار، (۱۳۸۷)، **بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان شرقی**، مجله‌ی آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) ، جلد 22 ، شماره‌ی ۲، ۴۸۳-۴۶۷.

۱۳- کیخسروی، قاسم، (۱۳۸۵)، **امکان سنجی اقلیمی کشت پسته در شهرستان سبزوار**، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد جغرافیا- گرایش اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی، دانشگاه شهید بهشتی.

۱۴- محمدی، حسین، مهدی کاظمی، نفیسه گودرزی، (۱۳۸۶)، **کاربرد** GIS **در امکان سنجی کشت زیتون در استان اصفهان**، مجله‌ی پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره‌ی ۷۴، صص۱۳۳-۱۲۳.

۱۵- میرموسوی، سید حسین، حمید اکبری، (۱۳۸۹)، **امکان سنجی اقلیمی کشت زیتون در استان کرمانشاه**، مجله‌ی چشم انداز جغرافیایی، شماره‌ی دهم، صص ۱۴۲-۱۲۱.

۱۶- یزدانی، داراب، محمدباقر رضایی، سعید کیانبخت، سجاد خسروانی، (۱۳۸۵)، **مروری بر جنبه های مختلف گیاه صبر زرد دارویی** (Aloe vera (L.) Burm. F.)، فصلنامه‌ی گیاهان دارویی، سال پنجم، صص ۸-۱.

17- Bassetti, A., Saia S., (2001), ***the Great Aloe Book****, Zuccari Pty Ltd, Trento, Italy.*

22- Cowling, R.M., (1982), ***Patterns of plant endemism in the south East Cape****, The Naturalist, vol.27, pp. 17–36.*

18– 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 as first aid treatment for partial thickness burn injuries****, burns 34, 1176– 1182.*

19- Jin, Zan Min, Chang Hai Wang, Zhao Pu Liu, Wei Jia Gong, (2007), ***Physiological and ecological characters studies on Aloe vera under soil salinity and seawater irrigation,*** *Process Biochemistry, vol. 42, pp. 710–714.*

20- García Rodríguez R., D. Jasso de Rodríguez, J.A. Gil-Marín, J.L. Angulo-Sánchez, R.H. Lira-Saldivar, (2007), ***Growth, stomatal resistance, and transpiration of Aloe vera under different soil water potentials****, Industrial Crops and Products, vol. 25, pp. 123–128 .*

21– Maenthaisong, R., Chaiyakunapruk, N., Niruntraporn, S., Kongkaew, C., (2007), ***the efficacy of aloe vera used for burn wound healing: A systematic review****, burns 33, 713– 718.*

22- ***Medicinal Plants of the Arid Zones****, ARID ZONE RESEARCH- XIII, 1980, the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Renne, Paris.*

23– Natures Medicine Chest, (2001), ***an Article collection on Aloe Vera****, The International Aloe Science Council.*

24– Orafidiya, L.O., Agbani, E.O., Oyedele, A.O., Babalola, O.O., Onayemi, O., Aiyedun, F.F., (2004), ***the effect of aloe vera gel on the anti-acne properties of the essential oil of Ocimum gratissimum Linn leaf – a preliminary clinical investigation****, The International Journal of Aromatherapy 14, 15–21.*

25– Panda, H., (2003), ***Aloe Vera Handbook: Cultivation, Research Finding, Products, Formulations, Extraction & Processing****, National Institute of Industrial Research, India.*

26- Silva. H, S. Sagardia, O. Seguel, C. Torres, C. Tapia, N. Franck, L. Cardemil, (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, vol. 31, pp. 20–27.*

27- Simal S., A. Femenía, P. Llull, C. Rosselló, (2000), ***Dehydration of aloe vera: simulation of drying curves and evaluation of functional properties****, Journal of Food Engineering, vol. 43, pp. 109-114.*

28– ***The Genus Aloe****, (2009), university of California Davis botanical conservatory, volume 1, issue 1.0*

29- Vega, Antonio, 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 vol.40, pp. 1698–1707.*
30-Yazdanpanah, Hojjat, Khalili Ali, Hajam S., Kamali G., Vezvai, (2003), ***Agroclimatic Zoning of Azarbayjan-Sharghi province for rain fed alomond using GIS****, GISdevelopment.net/*
31– http://www.desert-tropicals.com/