دوره (۲)
شماره (۱)
پیاپی (۳)
بهار و تابستان (۱۴۰۲)
شماره صفحه: ۷۲-۵۹

نشریه علمی پژوهش‌های نوین در مهندسی آب پایدار

توان‌سنجی اقلیمی کشت درخت موز (مطالعه موردی: استان سیستان و بلوچستان)

عبدالجبار پزاوه[۱]، سعید بازگیر*[۲]، حسین محمدی[۳]

تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۱۰/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۰۱
DOI: 10.22103/nrswe.2023.21072.1031

چکیده

مناطق پرورش موز در اقلیم‌های نیمه گرمسیری بین ۲۰ تا ۳۰ درجه شمالی یا جنوبی خط استوا واقع شده است و با توجه به اینکه استان سیستان و بلوچستان در عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۳۱ درجه شمالی قرار گرفته است، می‌تواند برای کشت موز مناسب باشد. در همین راستا هدف اصلی این پژوهش شناسایی توان اقلیمی استان سیستان و بلوچستان برای کشت درخت موز با استفاده از نمایه‌های اقلیم کشاورزی است. در این پژوهش نمایه‌های درجه روزهای رشد، درجه روزهای موثر بیولوژیکی، مجموع دماهای فعال، اختلاف تجمعی دما، کمبود فشار بخار آب و تبخیر و تعرق پتانسیل با استفاده از دو روش سلسله مراتبی و منطق بولین اقلیم استان مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج پژوهش نشان داد با روش سلسله مراتبی ۱۷ درصد از مساحت استان (شهرستان های دشتیاری، چابهار، کنارک و زرآباد و بخش هایی از جنوب شهرستان‌های راسک، قصرقند و نیکشهر) برای کشت موز بسیار مناسب و ۸ درصد برای کشت موز مناسب می‌باشد (نیمه شمالی شهرستان‌های سرباز، راسک و نیکشهر). همچنین نتایج این پژوهش نشان داد در منطق بولین ۱۰ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه (شهرستان‌های دشتیاری، چابهار، کنارک و زرآباد و بخش‌هایی از جنوب شهرستان‌های راسک، قصرقند و نیکشهر) برای کشت درخت موز در استان مناسب می‌باشد. مناطق کشت موز در حال حاضر کمتر از ۱ درصد مساحت استان می‌باشد که با نتایج این پژوهش تطابق ندارد. بنابراین بر اساس نتایج این پژوهش می‌تواند مناطق زیر کشت موز در استان افزایش یابد.

واژگان کلیدی: اقلیم شناسی کشاورزی، تبخیر و تعرق پتانسیل، درجه روزهای رشد، درخت موز، سیستان و بلوچستان، ، منطق بولین.

۱ – دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۲* - نویسنده مسئول و دانشیار، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. Email:sbazgeer@ut.ac.ir
۳ - استاد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

مقدمه

آب و هوا مهمترین عامل در تعیین نوع محصولات یک منطقه به‌شمار می‌رود که تاثیر خود را هم به صورت مستقیم با نیازهای رطوبتی، نور و دما و هم به صورت غیر مستقیم با اثر گذاری بر خصوصیات خاک و آفات گیاهی بر جای می‌گذارد. هیچ برنامه‌ریزی و کاربری به اندازه کشاورزی به اطلاعات دقیق و کامل اقلیمی نیاز ندارد (Karami 2005). موز یکی از مهمترین محصولات غذایی جهان است. از نظر ارزش تولید ناخالص، موز چهارمین محصول مهم در کشورهای در حال توسعه جهان پس از برنج، گندم و ذرت است و منبع اصلی تغذیه میلیون‌ها نفر در کشورهای گرمسیری و نیمه گرمسیری است. موز بیشترین حجم میوه صادراتی در جهان و همچنین با ارزش-ترین محصول صادراتی در جهان است (FAO 2011). مناطق مستعد کشت موز در اقلیم‌های نیمه گرمسیری بین ۲۰ تا ۳۰ درجه شمالی یا جنوبی خط استوا واقع شده است. در جایی‌که آب عامل محدود کننده نیست، سرعت رشد و نمو موز با تغییرات دما تعیین می‌شود. دمای مطلوب برای رشد و گلدهی ۲۲ درجه سلسیوس و دمای بهینه برای سرعت رویش برگ حدود ۳۱ درجه سلسیوس است (Turner and Lahav 1983). میانگین دمای کلی برای تعادل مطلوب بین رشد (جذب) و توسعه (میزان ظهور برگ) ۲۷ درجه سلسیوس است (Calberto et al. 2015). نیاز سالانه کشور به محصول موز ۵۵۰ هزارتن است که ۴۵۰ هزارتن آن از محل واردات و نزدیک به ۱۰۰ هزارتن از محل تولید داخل تامین می‌شود. طبق آمار گمرک جمهوری اسلامی ایران میزان واردات موز در سال ۹۸ حدود ۴۵۷ هزار و ۲۲۵ تن به ارزش ۳۰۸ میلیون دلار بوده است (Boroomandi 2020). با توجه به نیاز موز در کشور و کاهش واردات آن، کشت موز در کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و استان سیستان و بلوچستان به دلیل قرار گرفتن در عرض‌های پایین جغرافیایی و هم مرز با آب‌های گرم اقیانوس هند می‌تواند برای کشت موز مساعد باشد. بنابراین ضرورت دارد که اقلیم استان سیستان و بلوچستان جهت توان‌سنجی کشت موز مورد بررسی قرار گیرد.

تصمیم‌گیری چند معیاره یکی از حوزه‌های تحقیق در عملیات و علوم مدیریت بوده که در طول دهه اخیر با توجه به نیازمندی‌های کاربردی گوناگون به سرعت توسعه یافته است. روش ارزیابی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی جزو روش‌های ارزیابی چند معیاری است. فرآیند AHP[۴] یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند شاخصی است که ترکیب معیار کیفی و کمی را به طور همزمان امکان پذیر می‌سازد. فرآیند سلسه مراتبی یک مدل یگانه، ساده و انعطاف پذیر برای حل محدوه وسیعی از مسائل بدون ساختار است که به راحتی قابل درک همگان می‌باشد (Zebrdast 2001). مدل بولین[۵] نیز یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که برای هر معیار در ارتباط با کاربری یا عمل مورد نظر، مناطق را به دو گروه مناسب نامناسب تقسیم می‌کند (Kazemi and Sadeghi 2014).

در جهان مطالعات بسیاری برای پتانسیل‌سنجی اقلیم کشاورزی با کاربرد GIS و با استفاده از مدل سلسله مراتبی و مدل بولین صورت گرفته است. در همین راستا (Mahouachi 2007) به تاثیر خشکسالی بر رشد خوشه موز در جزایر قناری پرداخت. نتایج پژوهش نشان داد که تنش آب باعث کاهش عملکرد موز می‌شود. (Oliveira Coelho 2015) در پژوهشی با استفاده از GIS نقشه پهنه‌بندی اقلیمی مناطق مستعد رشد درخت موز در منطقه واله دو ریو دوس ایالت میناس گرایس برزیل را بدست آورد. نتایج تحقیق ایشان نشان داد با استفاده از آبیاری ۲۸/۷ درصد از منطقه (حدود ۱۱۰۰۰ کیلومتر مربع) مساعد و ۷۱/۳ درصد از منطقه به دلیل نامناسب بودن ارتفاع و خاک برای تولید موز نامناسب می‌باشد. (Adzemi and Haruna 2016) نیز با کمک روش پاپاداکیس[۶]، قابلیت‌های کشاورزی شبه جزیره مالزی را از نظر کشت محصولات کشاورزی مختلف بررسی

[۴]-Analytic Hierarchy Process
[۵] -Boolean
[۶] -Papadakis

کردند. (Valeriano et al. 2018) با استفاده از رابطه همبستگی و تحلیل خوشه‌ای به طبقه‌بندی مناطق مختلف شهر سائوپائولو از لحاظ کشت قهوه پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تقویم زراعی محصول یکی از متغیرهای مهم در تشخیص مکان های مستعد رشد این گیاه می‌باشد. (Soleimani et al. 2018) با استفاده از GIS و با کاربرد روش سلسه مراتبی به توان‌سنجی اراضی مستعد کشت گردو در استان تهران پرداختند. نتایج نشان داد از میان کل اراضی استان تهران ۲۴۳۸۸۲ هکتار معادل ۷۲/۱۸ درصد جهت کاشت گردوی ایرانی دارای استعداد بسیار مناسب می‌باشد. همچنین نتایج نهایی حاکی از آن است که از میان پارامترهای مؤثر بر رشد گردو سه عامل دما، رطوبت نسبی و جهت شیب از تأثیر و اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. (Zarehi 2018) در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود با استفاده از روش AHP به پهنه‌بندی و امکان سنجی اگرو کلیمایی کاشت گیاه پنیر باد (ویتانیا) در استان سیستان و بلوچستان پرداخت. نتایج تحقیق نشان داد که بهترین شرایط اقلیمی برای رشد گیاه پنیرباد، میانگین سالانه دمای بین ۲۲-۲۷ درجه سلسیوس، میانگین سالانه بیشینه دمای بین ۳۰-۳۶ درجه سلسیوس، میانگین سالانه دمای کمینه دمای بین۱۸-۲۳ درجه سلسیوس، مجموع بارش سالانه بین ۱۲۰-۱۵۵ میلیمتر و میانگین رطوبت نسبی بین ۳۰-۴۰ درصد در سال می‌باشد. (Souza et al. 2022) طی مطالعه‌ای به پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی محصول موز در شرایط تغییر اقلیم در برزیل پرداختند. آنها با توجه به دمای هوا (میانگین دمای بین ۲۰ الی ۲۹ درجه سلسیوس)، بارش سالانه (۱۲۰۰ الی ۱۹۰۰ میلی متر) و خاک (دارای رس ۳۰ الی ۵۰ درصد) عنوان کردند که در شرایط فعلی ۸/۱ درصد از منطقه برای کشت موز بسیار مناسب است. همچنین ۴۴/۶ درصد منطقه برای کشت موز توصیه می‌شود. همچنین نتایج پژوهش آنها نشان داد که تا سال ۲۰۷۰ تغییر اقلیمی که بتواند مساحت مناطق مستعد کشت موز را تغییر بدهد، رخ نخواهد داد.

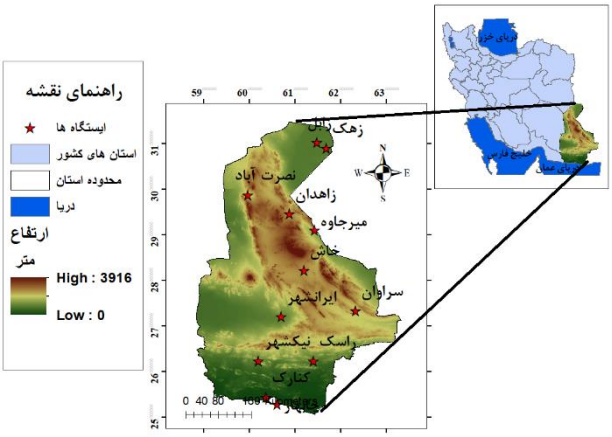
بررسی پیشنیه پژوهش نشان می‌دهد که در داخل کشور مطالعه‌ای در ارتباط با پهنه بندی و توان سنجی اقلیمی موز صورت نگرفته است و پژوهش‌های خارج از کشور هم فقط با استفاده از عناصر اقلیمی و محیطی صورت گرفته‌اند که این مساله ضرورت این پژوهش را در کشور دو چندان می‌کند. همچنین در این مطالعه توان‌سنجی کشت موز علاوه بر عناصر اقلیمی و محیطی، با استفاده از شاخص‌های اقلیم-کشاورزی صورت گرفته که نوآوری این پژوهش محسوب می‌شود.

هدف اصلی این پژوهش شناسایی توان اقلیمی مناطق استان سیستان و بلوچستان برای کشت درخت موز با استفاده از نمایه‌های اقلیم کشاورزی به کمک روش AHP و منطق بولین است.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

استان سیستان و بلوچستان پهناورترین استان کشور با مساحتی بالغ بر ۱۸۷۵۰۲ کیلومترمربع معادل ۱۱/۴ درصد از مساحت کل کشور در حد فاصل بین۲۵/۳۰ تا۳۱/۲۷ عرض شمالی و ۵۸/۵۰ تا ۶۳/۲۱طول شرقی واقع شده است (شکل۱). استان سیستان بلوچستان یکی از گرمترین استان های کشور است. میانگین سالانه دما در کل استان ۲۳/۴ درجه سلسیوس است؛ اما همه نقاط این استان دمای یکسان ندارند. توزیع دمایی استان نشان می‌دهد زاهدان و خاش با میانگین دمای ۱۹/۲۳ و ۲۰/۴۶ درجه سلسیوس سردتر و راسک و نیکشهر با میانگین دمای ۲۸/۷۸ و ۲۸/۱۶درجه سلسیوس گرمتر از سایر نقاط استان می‌باشند. استان سیستان و بلوچستان از نظر میزان بارش از خشک‌ترین استان‌های کشور است. میانگین بارش استان حدود ۱۰۰ میلی‌متر است. نیکشهر و خاش به ترتیب با ۱۶۲ و ۱۴۳ میلی‌متر پربارش‌ترین مناطق استان و میرجاوه با بارش ۴۰ میلی‌متر کم‌بارش‌ترین نقطه استان می‌باشد.



شکل(۱): موقعیت استان سیستان بلوچستان

داده‌ها و روش پژوهش

در این پژوهش برای محاسبه نمایه‌های اقلیمی-کشاورزی از داده‌های روزانه ۱۲ ایستگاه هواشناسی همدیدی استان سیستان و بلوچستان با طول دوره آماری ۳۰ ساله (۲۰۲۱-۱۹۹۲) استفاده گردید.

در این پژوهش از دو روش سلسه مراتبی AHP و منطق بولین برای توان‌سنجی اقلیمی کشت درخت موز در استان سیستان بلوچستان استفاده گردید. در مدل AHP برای تهیه لایه‌های اقلیم‌شناسی کشاورزی نمایه‌های درجه روزهای رشد، درجه روزهای موثر بیولوژیکی، مجموع ساعات فعال، اختلاف تجمعی دما، کمبود فشار بخار آب و تبخیر و تعرق پتانسیل در فصل رشد موز (ماه مارس تا پایان ماه فوریه) برای هر یک از ایستگاه‌های منتخب استان محاسبه و با روش کریجینگ به درون یابی آنها اقدام گردید. سپس پهنه‌های تهیه شده بین صفر تا یک نرمال سازی شدند. همچنین با نظر کارشناسان، نمایه‌های اقلیم‌شناسی کشاورزی وزن دهی و با اعمال وزن هر لایه، لایه‌ها با روش Weighted sum ادغام و ۴ پهنه مستعد از نظر کشت درخت موز شناسایی گردید. در مدل بولین نیز بر اساس منابع و با استفاده از نظرات کارشناسان به وزن‌دهی لایه‌های اقلیمی کشاورزی به صورت صفر و یک اقدام گردید و با عملگر AND نقشه نهایی مناطق مستعد کشت درخت موز تهیه گردید.

در ادامه به بیان نحوه محاسبه نمایه های اقلیم‌شناسی کشاورزی پرداخته شده است.

نمایه درجه روزهای رشد (GDD[۷])

مفهوم اساسی GDD این است که رشد گیاه زمانی رخ می دهد که دما از دمای پایه فراتر رود و زمانی‌که از حداکثر درجه حرارت فراتر رود، کاهش می‌یابد. برای تخمین GDD از میانگین دمای ماه استفاده شده است. سپس دمای پایه از میانگین دمای ماهانه کم می‌شود تا یک GDD روزانه بدست آید. اگر GDD روزانه یک عدد منفی محاسبه شود، برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود. GDD ماهانه با ضرب تعداد روزهای ماه محاسبه و سپس در طول سال جمع (انباشته) می‌شود:

$$GDD = \sum_{a}^{b}(Tavg - Tb) \qquad (۱)$$

در این رابطه T_{avg} میانگین دما، T_b دمای پایه که همان صفر فیزیولوژیکی است و در این مطالعه برابر ۱۳ درجه سلسیوس در نظر گرفته شده است. a تاریخ شروع و b تاریخ اتمام هر مرحله فنولوژیکی است. (Turner and Lahav 1983).

[۷]- Growing Degree Days

مجموع دمای فعال (SAT[۸])

SAT به طور کلی یکی از مهمترین پارامترهای حرارتی در اقلیم شناسی کشاورزی محسوب می‌شود که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$SAT=\sum_{28\ Feb}^{1\ Mar} Td \quad for\ Td \geq 13°C \qquad (۲)$$

در این رابطه T_d میانگین دما (تنها میانگین دماهای مساوی و بیشتر از دمای پایه محاسبه می‌شوند)، a تاریخ شروع و b تاریخ اتمام دوره نمو است (Myśliwiec 2003).

اختلاف تجمعی دماهای بیشینه و کمینه(TD[۹])

مجموع اختلاف دمای بیشینه و کمینه روزانه در هر مرحله فنولوژیکی از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$TD = \sum_{a}^{b}(Tmax - Tmin) \qquad (۳)$$

در این رابطه Tmax دمای بیشینه، Tmin دمای کمینه (درجه سلسیوس)، a تاریخ شروع و b تاریخ اتمام هر مرحله فنولوژیکی است. این شاخص به منظور شناخت اثر نوسانات حداکثر و حداقل روزانه بر روی عملکرد محصول محاسبه شده است (Bazgeer 2014).

کمبود فشار بخار آب (VPD[۱۰])

کمبود فشار بخار آب نقش مهمی در تبخیر و تعرق گیاه دارد. برای محاسبه آن از روابط زیر استفاده شده است:

$$VPD = (ea - es) \qquad (۴)$$

$$e_a = (RH_{mean} - es) / 100 \qquad (۵)$$

در روابط بالا، es و ea به ترتیب فشار بخار آب اشباع و واقعی بر حسب میلی‌بار و مقدار es تابعی از دما می‌باشد که از جدول مربوطه (وابسته به میانگین دمای هوا) بدست می‌آید و مقدار ea نیز از رابطه (۵) محاسبه می‌شود و RH_{mean} میانگین رطوبت نسبی شبانه روزی بر حسب درصد است (Harmsen et al. 2009).

درجه روزهای موثر بیولوژیکی (BEDD[۱۱])

BEDD برای محاسبه جمع گرما در دوره رشد رویشی مورد استفاده قرار می‌گیرد و از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$BEDD = (Tav - 10) \qquad = (۶)$$

BEDD درجه روزهای موثر بیولوژیکی

Tav = میانگین دمای هوا

اگر میانگین دما بزرگتر و مساوی ۱۹ درجه سلسیوس باشد، میانگین دما ۱۹ درجه سلسیوس در نظر گرفته می‌شود. چنانچه میانگین دما کمتر و مساوی ۱۰ درجه سلسیوس باشد، مقدار BEDD صفر در نظر گرفته می‌شود. بنابراین حداکثر انباشت گرمای روزانه به ۹ واحد محدود می‌شود (Gladstones 1992).

تبخیر و تعرق پتانسیل (PET[۱۲])

تبخیر- تعرق مرجع همان تبخیر و تعرق پتانسیل برای یک پوشش گیاهی به‌خصوص است که معمولاً یونجه یا چمن انتخاب می‌شود (Alizade and Kamali 2007). پارامترهای هواشناسی تنها عوامل موثر بر تبخیر- تعرق گیاه مرجع می‌باشد. بنابراین تبخیر- تعرق گیاه مرجع یک نمایه وابسته به اقلیم می‌باشد (Waziri et al. 2008).

پنمن[۱۳] فیزیکدان انگلیسی از ترکیب روش آیرودینامیک و توازن انرژی روشی را برای محاسبه تبخیر- تعرق ارائه نمود که به روش ترکیبی یا معادله پنمن معروف شد. معادله پنمن در ابتدا برای محاسبه تبخیر از سطح آزاد آب ارائه گردید و سپس برای محاسبه شدت تبخیر- تعرق از یک سطح کاملاً پوشیده از چمن مورد استفاده قرار گرفت. این روش از رابطه زیر بدست می‌آید:

[۸] -Sum Active Temperature
[۹] -Temperature Difference
[۱۰] -Water Vapor Pressure Deficit
[۱۱] -Biologic Effective Degree Days
[۱۲] -Potential Evapotranspiration
[۱۳] -Penman

$$ET_o=\frac{.408\Delta(R_n-G)+[890/(T+273)]u_2(e_a-e_d}{\Delta+y(1+0/34u_2)} \quad (۷)$$

ETo= تبخیر- تعرق گیاه مرجع(mm/day)

Rn= تابش خالص در سطح پوشش گیاهی($MJm^{-2}d^{-1}$)

T= متوسط دمای هوا در ارتفاع 2 متری از سطح زمین به سلسیوس

U_2= سرعت باد در ارتفاع 2 متری از سطح زمین(ms^{-1})

e_a- e_d= کمبود فشار بخار در ارتفاع 2 متری(KPa)

Δ= شیب منحنی فشار بخار($KPa^{\circ}c^{-1}$)

y= ضریب رطوبتی($KPa^{\circ}c^{-1}$)

G= شار گرما به داخل خاک($MJm^{-2}d^{-1}$) (Waziri et al. 2008).

نتایج و بحث

توان سنجی نمایه های اقلیم کشاورزی برای کشت درخت موز با استفاده از مدل سلسله مراتبی AHP

وزن دهی معیارهای اقلیم کشاورزی در مدل سلسله مراتبی AHP

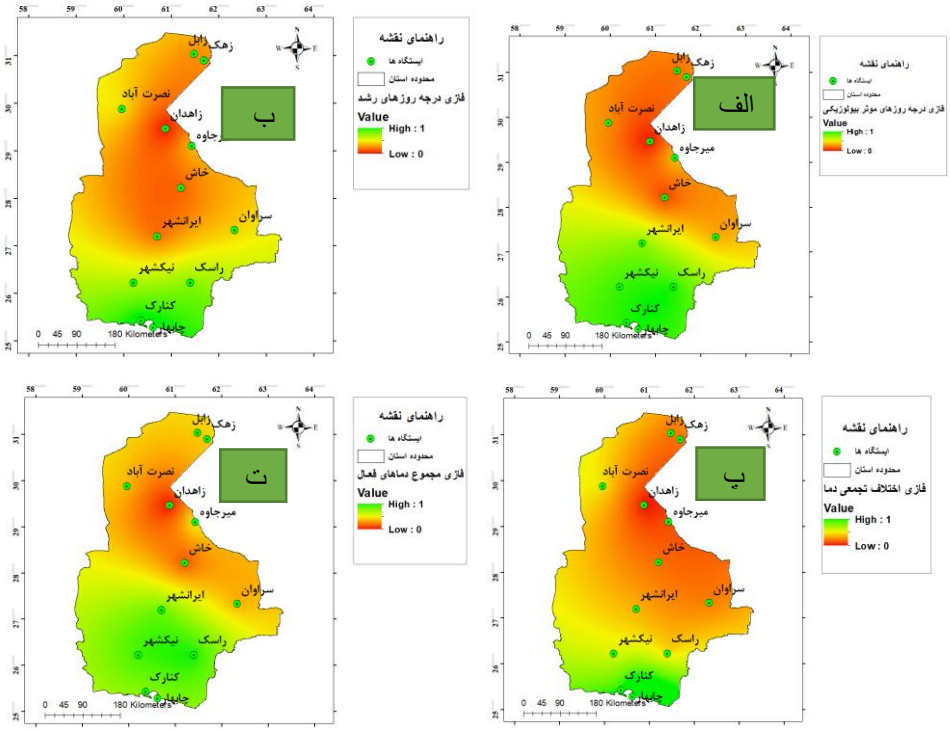
برای تعیین وزن معیارها، پرسش‌نامه تعیین وزن میان تعدادی از کارشناسان مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بلوچستان توزیع گردید. بعد از وزن دهی معیارها در نرم افزار اکسپرت چویس نرخ ناسازگاری ۰/۰۷ توسط نرم افزار بدست آمد. با توجه به اینکه نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ می‌باشد، بنابراین سازگاری در مقایسات و اعتبار پاسخ دهندگان تایید می‌گردد (Zebrdast 2001). همچنین در این پژوهش بر اساس نظر کارشناسان بیشترین وزن به معیار درجه روزهای رشد و کمترین وزن به معیار اختلاف تجمعی دما تعلق گرفت (جدول ۱).

نقشه های فازی در روش AHP

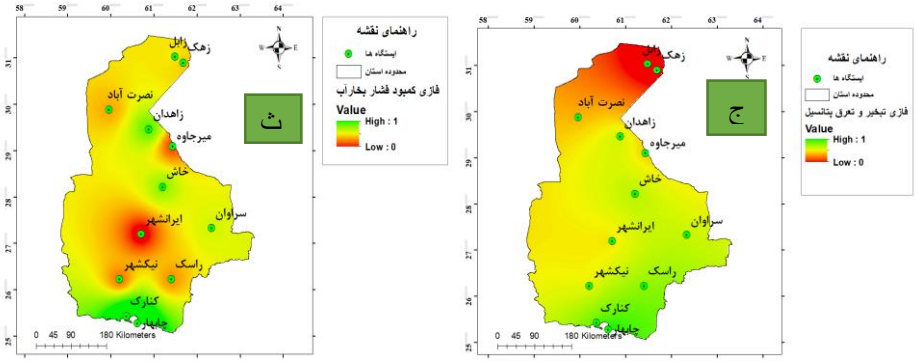
جنوب استان به دلیل بالا بودن مقدار درجه روزهای رشد بیشترین ارزش (نزدیک به یک) را در نقشه فازی دارد و مرکز و شمال استان به دلیل کم بودن مقدار درجه روزهای رشد کمترین ارزش (نزدیک به صفر) را دارد. شهرستان‌های زاهدان و خاش در نقشه فازی درجه روزهای موثر بیولوژیکی کم‌ترین ارزش (نزدیک به صفر) را دارند و شهرستان‌های نیمه جنوبی استان(شهرستان‌های دشتیاری، چابهار و کنارک) بالاترین ارزش (نزدیک به یک) را دارند. به طور کلی می‌توان گفت از جنوب به شمال مقدار درجه روزهای رشد کاهش می‌یابد که عمده دلیل آن وجود میانگین دمای بالاتر در جنوب نسبت به شمال است. با توجه به نقشه فازی، مجموع دماهای فعال شهرستان‌های زاهدان و خاش و نیمه شمالی استان به دلیل کمتر بودن مقدار مجموع دماهای فعال کمترین ارزش (نزدیک به صفر) را در دارند و شهرستان راسک و نیکشهر و نیمه جنوبی استان به دلیل بیشتر بودن مقدار مجموع دماهای فعال، بیشترین ارزش (نزدیک به یک) را دارند. نقشه فازی اختلاف تجمعی دما نیز نشان می‌دهد مناطق ساحلی استان (شهرستان های دشتیاری، چابهار و کنارک) به دلیل نزدیکی با دریای عمان و به دنبال آن رطوبت بالا دارای نوسان اندک دما می‌باشند و در نقشه فازی بیشترین ارزش را دارند. سایر نقاط استان به دلیل نوسان دمای بالا کم‌ترین ارزش (نزدیک به صفر) را در نقشه فازی دارند. شهرستان ایرانشهر با کمبود فشار بخار آب زیاد کم-ترین ارزش را در نقشه فازی دارد و مناطق ساحلی با کمبود فشار بخار اندک بیشترین ارزش (نزدیک به یک) را دارد. سایر نقاط استان هم از نظر کمبود فشار بخار آب از وضعیت خوبی برخوردار نیست و در آنها کمبود فشار بخار آب نسبتاً زیاد است و برای محصول موز مناسب نیست. نقشه فازی تبخیر و تعرق پتانسیل نشان می‌دهد شمال استان (شهرستان های زابل و زهک) به دلیل بالابودن تبخیر و تعرق کم‌ترین ارزش (نزدیک به صفر) را دارند و نیمه جنوبی و شرقی استان به دلیل کم بودن تبخیر و تعرق پتانسیل بیشترین ارزش (نزدیک به یک) را دارند و از این نظر از وضعیت خوبی برخوردارند (شکل۲الف تا ث).

جدول(۱): وزن نهایی معیارهای اقلیم کشاورزی جهت توان سنجی اقلیمی کشت درخت موز

معیارها	وزن معیارها
مجموع دماهای فعال (SAT)	۰/۱۷۷
درجه روزهای رشد (GDD)	۰/۴۴۳
درجه روزهای موثر بیولوژیکی (BEDD)	۰/۲۴۷
اختلاف تجمعی دما (TD)	۰/۰۳۳
کمبود فشار بخار آب (VPD)	۰/۰۵۳۷
تبخیر و تعرق پتانسیل (PET)	۰/۰۴۸



شکل(۲): نقشه‌های ارزش گذاری شده نمایه های اقلیم کشاورزی کشت درخت موز با منطق بولین



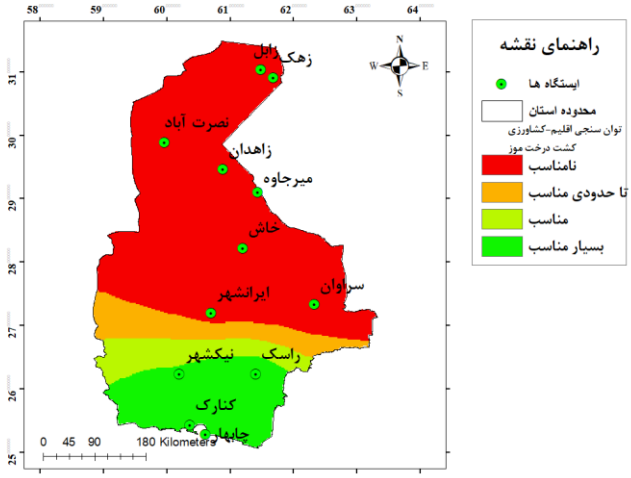
ادامه شکل(۲): نقشه‌های ارزش گذاری شده نمایه های اقلیم کشاورزی کشت درخت موز با منطق بولین

نقشه مناطق مناسب کشت درخت موز با مدل AHP و با استفاده از نمایه های اقلیم کشاورزی

با توجه به اطلاعات جدول(۲) و شکل (۳) مشاهده می‌شود حدود ۱۷ درصد از مساحت استان که از سواحل تا بخش هایی از شهرستان راسک و نیکشهر را در بر می‌گیرد، برای کشت موز بسیار مناسب است. در این مناطق مقدار شاخص های اقلیم کشاورزی بیشتر از سایر نقاط هستند (نزدیک به یک). همچنین حدود ۸ درصد از مساحت استان که معادل ۱۴۵۱۰ کیلومتر مربع است، برای کشت موز مناسب می-باشد. این مناطق بخش‌های شمالی شهرستان‌های راسک، سرباز و نیکشهر را شامل می‌شود. بیشتر مساحت استان (۶۵ درصد که معادل ۱۱۵۱۲۷ کیلومتر مربع است) برای کشت موز نا مناسب می‌باشد که از سراوان و خاش تا شمال استان را فراگرفته است. همچنین حدود ۹/۵ درصد از مساحت استان که بخش‌هایی از شهرستان سراوان، مهرستان، سرباز و ایرانشهر را در برگرفته است؛ برای کشت موز تا حدودی مناسب است. در حال حاضر کمتر از ۱ درصد از مساحت استان به کشت موز اختصاص دارد که در مقابل با نتایج این پژوهش بسیار ناچیز است.

جدول (۲): مشخصات حاصل از نقشه نهایی مدل AHP با استفاده از نمایه‌های اقلیم کشاورزی

توصیف قابلیت	مساحت(کیلومتر مربع)	درصد
نامناسب	۱۱۵۱۲۷/۳۳	۶۴/۶۴
تا حدودی مناسب	۱۶۸۸۹/۹۵	۹/۴۸
مناسب	۱۴۵۰۹/۹۵	۸/۱۴
بسیار مناسب	۳۱۵۶۷/۰۶	۱۷/۷۲



شکل(۳): نقشه نهایی توان سنجی اقلیم‌شناسی- کشاورزی کشت درخت موز با استفاده از روش AHP

توان سنجی نمایه‌های اقلیمی کشاورزی برای کشت درخت موز با استفاده از مدل بولین

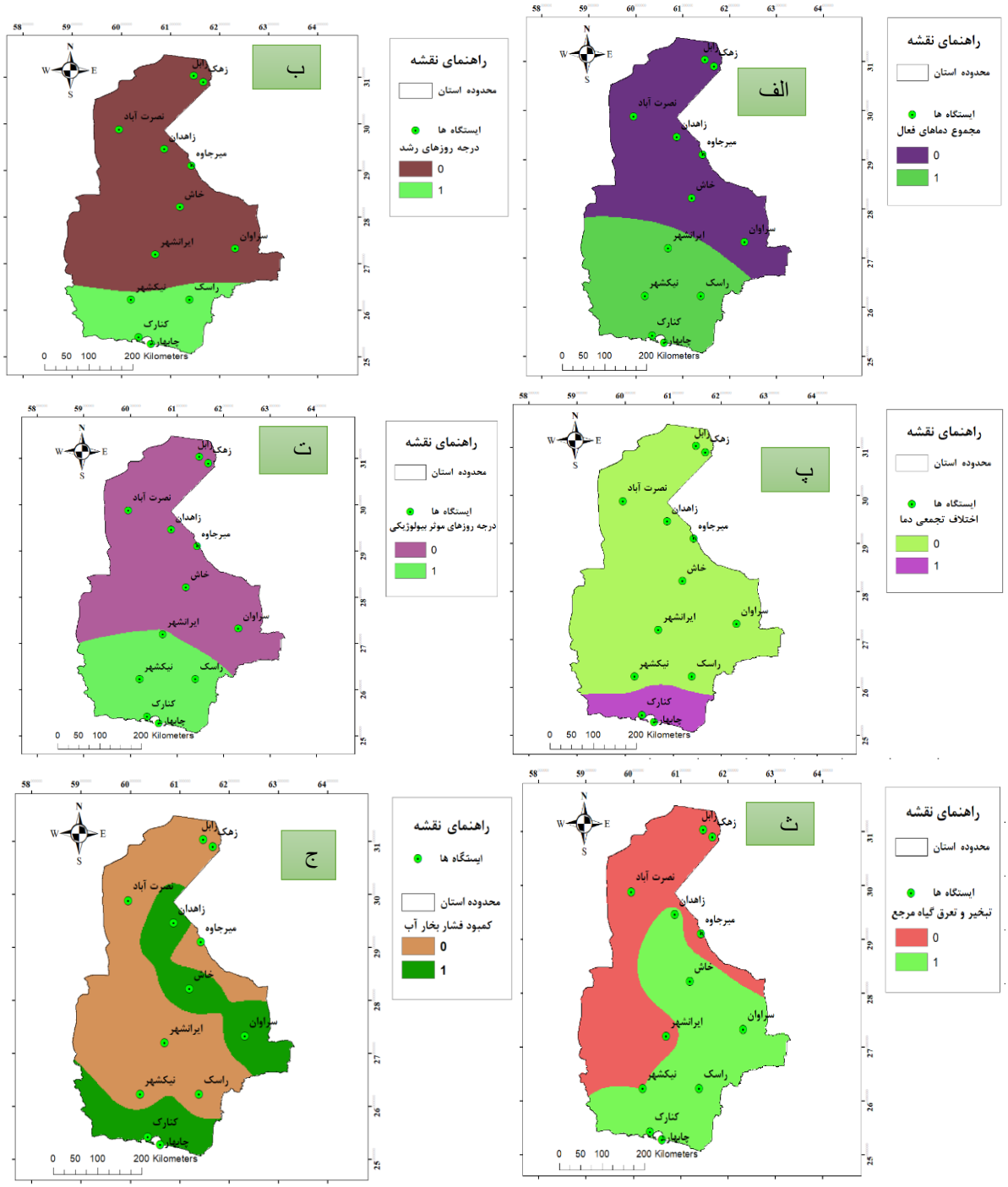
وزن گذاری شاخص‌های اقلیمی کشاورزی در مدل منطق بولین

در این مدل با استفاده از نظرات کارشناسان به وزن دهی لایه‌های اقلیمی کشاورزی اقدام گردید (جدول۳).

همان‌طور که در شکل(۴) نشان داده شده است در اکثر نمایه‌های اقلیمی کشاورزی، مناطق جنوبی استان دارای ارزش یک هستند که برای کشت موز مناسب است و بر عکس در نیمه شمالی استان دارای ارزش صفر هستند که برای کشت موز نا مناسب می‌باشد. با توجه به اینکه در نیمه جنوبی استان به ویژه مناطق ساحلی میانگین دما و رطوبت نسبی بالا است و نوسان دما اندک می‌باشد و بیشتر نمایه ها متاثر از دما هستند، بنابراین در نیمه جنوبی استان نمایه های اقلیم کشاورزی دارای ارزش یک هستند و در این مناطق شرایط برای کشت موز سازگار می‌باشد.

جدول (۳): مشخصات وزن یا ارزش نمایه‌های اقلیم- کشاورزی جهت توان سنجی کشت موز با مدل بولین

نمایه	ارزش صفر (نامناسب)	ارزش یک (مناسب)
مجموع دماهای فعال (SAT)	کمتر از ۹۰۰۰	۹۰۰۰ و بیشتر
درجه روزهای رشد (GDD)	کمتر از ۴۰۰۰	۴۰۰۰ و بیشتر
درجه روزهای موثر بیولوژیکی (BEDD)	کمتر از ۳۰۰۰	۳۰۰۰ و بیشتر
اختلاف تجمعی دما (TD)	۴۵۰۰ و بیشتر	کمتر از ۴۵۰۰
کمبود فشار بخار آب (VPD)	۲۰ و بیشتر	کمتر از ۲۰
تبخیر و تعرق پتانسیل (PET)	۲۳۰۰ و بیشتر	کمتر از ۲۳۰۰



شکل(۴): نقشه وزن دهی نمایه های اقلیم‌شناسی کشاورزی با منطق بولین

نقشه مناطق مستعد کشت درخت موز با منطق بولین

نتایج نهایی مدل بولین در جدول (۴) و شکل(۵) نشان داده شده است که ۹۰/۰۳ درصد از مساحت استان سیستان و بلوچستان معادل با ۱۶۰۹۷۱/۵ کیلومتر مربع فاقد استعداد جهت کشت درخت موز است که از شمال استان تا نیمه جنوبی شهرستان‌های راسک و نیکشهر را در بر گرفته است. همچنین۹/۹۷ درصد از منقطه برابر با ۱۷۸۲۸/۷۵ کیلومتر

مربع دارای استعداد لازم جهت کشت درخت موز در استان می‌باشد. این پهنه شهرستان‌های همجوار با اقیانوس هند یعنی شهرستان دشتیاری، چابهار، کنارک و زرآباد و بخش-هایی از جنوب شهرستان راسک، قصرقند و نیکشهر را شامل می‌شود. بر اساس منطق بولین و سلسله مراتبی AHP شهرستان‌های ساحلی استان که در آنها درجه روزهای رشد، مجموع دماهای فعال و درجه روزهای موثر بیولوژیکی بیشتر و اختلاف تجمعی شبانه روزی دما، تبخیر و عرق پتانسیل و کمبود فشار بخار آب که همگی متاثر از دمای هوا هستند، نسبت به سایر مناطق مورد مطالعه کمتر می-باشد، شرایط برای کشت درخت موز مطلوب و بسیار مناسب ارزیابی می‌شود. این پژوهش با نتایج (Oliveira Coelho 2015; Souza et al. 2021) مطابقت دارد. نتایج این پژوهشگران نشان می‌دهد دمای هوا نقش بسزایی در پتانسیل سنجی مناطق مستعد کشت موز دارد.

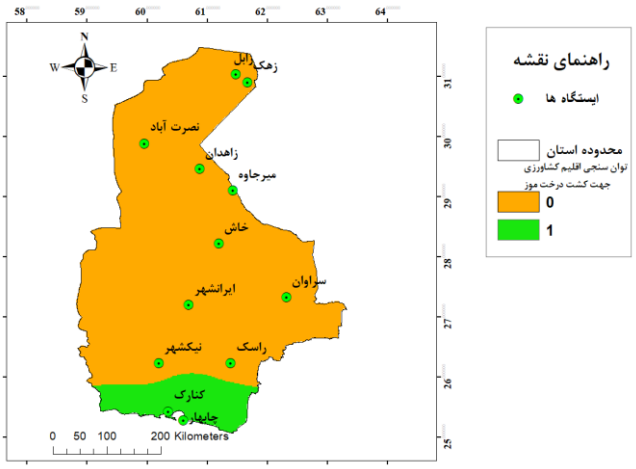
با توجه به اینکه در مدل بولین وزن دهی فقط به کلاس مناسب و نامناسب وجود دارد، مشخص است که این مدل دارای انعطاف پذیری بسیار کمی می‌باشد و فقط برای شرایط خاص و سطح محدودتر مناسب است.

اما مدل سلسه مراتبی AHP که بر اساس اهمیت قائل شدن بین لایه‌های مختلف و سطوح مختلف آن و استفاده از نظرات کارشناسی جهت الویت دادن به شاخص‌ها و نیز استفاده از مقایسات زوجی و محاسبه ضریب سازگاری یا نسبت توافق است، دارای دقت محاسباتی بیشتر است و اهمیت بیشتری جهت توان‌سنجی برای استان سیستان و بلوچستان را دارد و انطباق بیشتری با شرایط اقلیمی و محیطی منطقه مورد مطالعه را دارد.

در حال حاضر حدود ۵۰۰۰ هکتار موز به صورت پراکنده در نیمه جنوبی استان سیتان و بلوچستان وجود دارد که کمتر از یک درصد از مساحت استان را شامل می‌شود که نتایج این پژوهش نشان می‌دهد از نظر عناصر اقلیمی و شاخص های اقلیم کشاورزی مناطق مستعد کشت موز بسیار بیشتر از مساحت کشت شده حال حاضر است.

جدول(۴): مشخصات حاصل از نقشه نهایی مدل بولین

طبقه بندی اعمال شده	توصیف قابلیت	مساحت(کیلومتر مربع)	درصد
۰	مناطق فاقد استعداد	۱۶۰۹۷۱/۵	۹۰□۰۳
۱	مناطق دارای استعداد	۱۷۸۲۸/۷۵	۹□۹۷



شکل(۵): نقشه نهایی توان اقلیمی کشت درخت موز در استان سیستان و بلوچستان طبق منطق بولین

نتیجه گیری

در این پژوهش از دو روش AHP و منطق بولین برای توانسنجی اقلیمی کشت موز در استان سیستان و بلوچستان استفاده شد و نتایج پژوهش نشان داد بر اساس نمایه‌های اقلیم کشاورزی با روش مدل AHP حدود ۱۷ درصد از مساحت استان برای کشت موز بسیار مناسب و حدود ۸ درصد از مساحت استان که معادل ۱۴۵۱۰ کیلومتر مربع است، برای کشت موز مناسب می‌باشد. این مناطق شهرستان‌های ساحلی استان و بخش‌هایی از شهرستان های راسک، سرباز و نیکشهر را شامل می‌شود. در مدل بولین فقط ۹/۹۷ درصد از منقطه برابر با ۱۷۸۲۸/۷۵کیلومتر مربع دارای استعداد لازم جهت کشت درخت موز در استان می‌باشد. این پهنه شامل شهرستان های همجوار با اقیانوس هند یعنی شهرستان دشتیاری، چابهار، کنارک و زرآباد و بخش هایی از جنوب شهرستان راسک، قصرقند و نیکشهر می‌باشد. بنابراین در هر دو روش بولین و AHP مناطق مستعد کشت در نیمه جنوبی استان که منتهی به ساحل است، قرار دارند. همچنین مساحت مناطق مناسب کشت موز محاسبه شده در مدل AHP بیشتر از مدل بولین است. با توجه به نتایج پژوهش پیشنهاد می‌شود علاوه بر نمایه‌های اقلیمی کشاورزی از دیگر عوامل محیطی مانند بافت خاک برای توان‌سنجی کشت موز استفاده شود.

منابع

1. Adzemi M.A., and Haruna Y. 2016. Climatic classification for agricultural potential in peninsular Malaysia. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare و 12: 5- 13. Doi:https://www.researchgate.net/publication/316716679
2. Alizadeh A., and Kamali G. 2016. Water requirement of plants in Iran, Imam Reza University Press (In Persian).
3. Bazgeer S. 2014. Estimating grain corn yield using agricultural climatological indicators in western and southwestern regions of Iran. Journal of Applied Research in Geographical Sciences, 39: 7-32(In Persian).
4. Boroomandi M. M. 2020. Banana production situation in Iran, Etemadonline Paper news. Available At https://www.etemadonline.com/tiny/news-466026. (Visited 1 September 2021).
5. Calberto G., Staver C., and Siles P. 2015. An assessment of global banana production and suitability under climate change scenarios, In: Climate change and food systems, Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
6. FAO. 2011. The World Banana Forum (WBF): Working together for sustainable banana production and trade. Introductory note. https://www.fao.org/3/CA3228EN/ca3228en.pdf
7. Gladstones J.1992. Viticulture and Environment, Adelaide, Winetitles.
8. Harmsen E., Miller N., Schlegel N., and Gonzalez J.E. 2009. Seasonal climate change impacts on evapotranspiration, precipitation deficite and crop yield in Puerto Rico. Agricultural Water Management, 96: 1085-1095. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.02.006
9. Karami M. 2005. Determining dry wheat cultivation in Hamedan province using climatic data. Master's thesis. University of Tehran, Department of Geography (In Persian).
10. Kazemi. H., and Sadeghi S. 2014. Evaluation of the land suitability of Agh Qala city for the cultivation of dry chickpeas using Boolean logic and hierarchical process (AHP). Journal of Iran's Rainfed Agriculture, 5: 1-19 (In Persian).
11. Mahouachi J. 2007. Growth and mineral nutrient content of developing fruit on banana plants (Musa acuminate AAA, ‘Grand Nain’) subject to later stress and recovery. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 82:839–844. DOI:10.1080/14620316.2007.11512315
12. Myśliwiec R. 2003. Viticulture. National Agricultural and Forest Publishers.

13. Oliveira Coelho, G. 2015. Agroclimatic zoning for banana cultivation in the Vale do Rio Doce region, MG. Thesis (doctorate) – Federal University of Vicosa.
14. Soleimani M., Ahmzeh S., and Papi R. 2018. Finding the potential of land suitable for walnut cultivation in Tehran province with AHP Fuzzy method. Journal of Water and Soil Resources Protection, 1: 49-71(In Persian).
15. Souza G.H.D.O., Aparecido L.E.D.O., De Lima R. F., Torsoni G.B., Chiquitto A.G., and De Moraes J.R. C. 2022. Agroclimatic zoning for bananas under climate change in Brazil. Journal of the science of Food and Agriculture و 102: 6511 6529.https://doi.org/10.1002/jsfa.12018
16. Turner D.W., and Lahav E. 1983. The growth of banana plants in relation to temperature. Australian Journal of Plant Physiolog, 10: 43–53. https://doi.org/10.1071/PP9830043
17. Valeriano T., Rolim G., and Aparecida L.E. 2018. A Method to Determine Agro Climatic Zones Based On Correlation and Cluster Analyses. Journal of Theoretical and Applied Climatology, 134: 1355-1364. DOI:10.1007/s00704-017-2342-z
18. Waziri J., Salamat A., Intisari M., Maschi M., Haidari N. and Dehghani H. 2008. Evaporation and transpiration of plants (instructions for calculating the water required by plants). Publications of Iran's National Irrigation and Drainage Committee (In Persian).
19. Zarehi A. 2018. Agro-climatic zoning and feasibility of planting wind cheese plant (Vitania) in Sistan and Baluchistan province. Master's thesis. University of Sistan and Baluchistan (In Persian).
20. Zebrdast A. 2001. Application of Hierarchical Analysis Process in Urban and Regional Planning. Journal of Fine Arts, 10: 13-21(In Persian).

Vol (2)
No (1)
Serial Number (3)
Spring-Summer (2023)
Pages:59-72

New Researches in Sustainable Water Engineering

Climatic Potential of Banana Tree Cultivation (Case Study: Sistan and Baluchestan province)

Abduljabbar Pazaveh [1] , Saeed Bazgeer *[2], Hossein Mohammadi [3]

DOI: 10.22103/nrswe.2023.21072.1031

Abstract

Banana growing areas are located in subtropical climates between 20 and 30 degrees north or south of the equator. Considering that Sistan and Baluchistan province is located in the latitude of 25 to 31 degrees north, it can be suitable for banana cultivation. In this regard, the main goal of this research is to identify the climatic potential of Sistan and Baluchistan province for banana tree cultivation using agroclimatic indices. In this study, two methods of AHP and Boolean logic of the province's climate were used to evaluate the agroclimatic indices including growing degree days (GDD), biologically effective degree days (BEDD), sum of active temperatures (SAM), cumulative temperature difference (TD), water vapour pressure deficit (WVPD), and potential evapotranspiration (PET). The results of the research showed that with the AHP method, 17% of the area of the province (Dashtiari, Chabahar, Konarak and Zarabad cities and parts of the south of Rask, Qasrqand and Nikshahr cities) is very suitable for banana cultivation and 8% is suitable for banana cultivation (northern half of Sarbaz, Rask and Nikshahr counties). Also, the results of this research showed that in Bolin logic, 10% of the studied area (Dashtiari, Chabahar, Konarak and Zarabad cities and parts of the south of Rask, Qasrqand and Nikshahr cities) are suitable for banana tree cultivation in the province. Currently, banana cultivation areas are less than 1% of the area of the province, which is not consistent with the results of this research. Therefore, based on the results of this research, the areas under banana cultivation in the province can be increased.

Keywords: Agricultural-Climatology, Potential Evapotranspiration, Growing Degree-Days, Banana Tree, Sistan and Baluchistan, Boolean logic.

[1]- Master's student, Department of Physical Geography, University of Tehran, Tehran, Iran.
[2]* - Corresponding author, Associate Professor, Department of Physical Geography, University of Tehran, Tehran, Iran. Email:sbazgeer@ut.ac.ir
[3] - Professor, Department of Physical Geography, University of Tehran, Tehran, Iran.