شناخت پتانسیل اقلیمی – کشاورزی مناطق استان خوزستان از لحاظ کاشت محصولات باغی

سیّدعرفان مومن‌پور[۱] و سعید بازگیر[۲]*

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۷/۲۰- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۶)

شناخت استعدادها و پتانسیل اقلیمی مناطق برای کاشت محصولات باغی اولین گام در برنامه‌ریزی کشاورزی محسوب می‌شود. برای رسیدن به این هدف، یکی از مهم‌ترین ابزارها، استفاده از روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی-کشاورزی است. در این تحقیق از روش طبقه‌بندی پاپاداکیس استفاده گردید که به دلیل برخورداری از ۴۴۰ زیرگروه اقلیمی و تاکید بر ویژگی‌های بوم شناختی از دقّت بالایی برخوردار است. در ابتدا ۱۰ ایستگاه هواشناسی همدید به دلیل پیوستگی داده با طول دوره مشترک آماری ۲۳ سال (۲۰۱۶-۱۹۹۴) انتخاب گردید. قابل ذکر است که هر ایستگاه نماینده وضعیت اقلیمی یک شهرستان بوده و ایستگاه‌ها بر اساس شاخص‌های اقلیمی روش پاپاداکیس طبقه‌بندی شدند. نتیجه این تحقیق نشان داد که سه ایستگاه آبادان، بستان و بندر ماهشهر دارای اقلیم جنب حاره‌ای گرم بوده که برای کاشت میوه‌های گرمسیری بسیار مناسب هستند. همچنین ایستگاه‌های آغاجاری، اهواز، بهبهان و رامهرمز به دلیل برخورداری از اقلیم مدیترانه‌ای نیمه خشک جنب حاره و در ایستگاه‌های ایذه، صفی آباد و مسجد سلیمان به دلیل داشتن اقلیم مدیترانه‌ای جنب حاره، برای کاشت انواع میوه‌های سردسیری، نیمه‌گرمسیری و همچنین مرکّبات و سبزیجات زودرس و دیررس مناسب می‌باشند.

کلمات کلیدی: کشاورزی، طبقه‌بندی، اقلیمی، روش پاپاداکیس

۱ - دانشجوی دکتری رشته آب و هواشناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
۲- استادیار، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
* پست الکترونیک: sbazgeer@ut.ac.ir

مقدمه

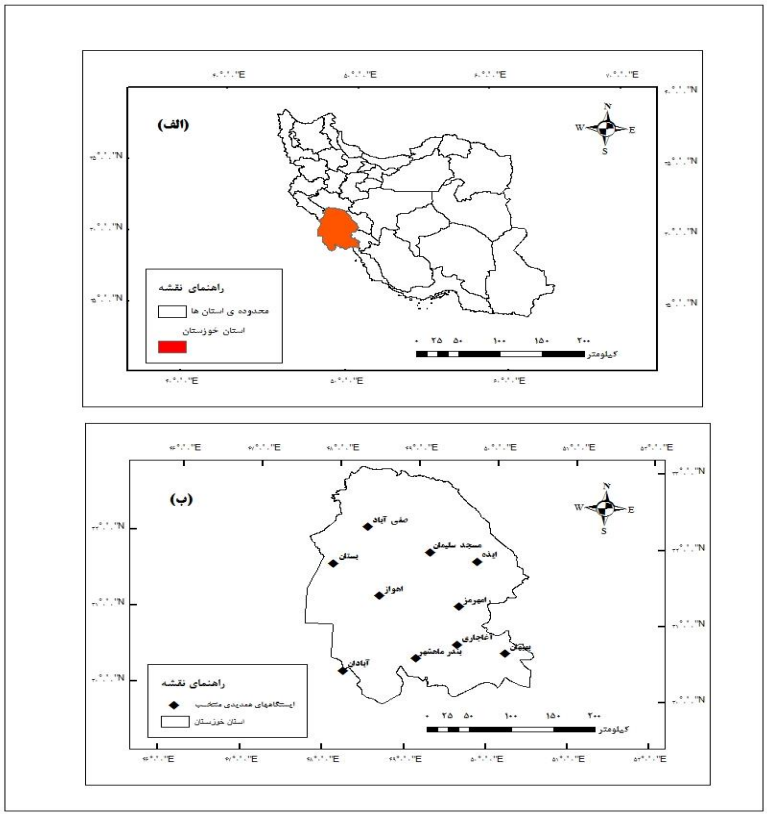
اقلیم‌شناسی کشاورزی ارتباط متقابل عوامل اقلیمی و هیدرولوژیکی را با کشاورزی بررسی می‌کند (ماوی و تاپر[1]، ۱۳۸۸). در بین تمام عوامل محیطی، آب و هوا نقش عمده‌ای در روند تولید محصولات کشاورزی دارد (خالدی، ۱۳۷۴). هدف اقلیم‌شناسی کشاورزی، بکارگیری اطّلاعات آب و هوایی به منظور بهبود عملیات کشاورزی و افزایش تولیدات کشاورزی از جنبه کمّی و کیفی است و در این میان، یکی از مهمترین روش‌ها برای رسیدن به این هدف، استفاده از طبقه‌بندی‌های اقلیمی- کشاورزی است. در طبقه‌بندی اقلیمی- کشاورزی ابتدا مناطق براساس آمار بلند مدّت فراسنج‌های جوّی موثّر بر رشد محصولات کشاورزی مانند دمای کمینه، دمای بیشینه و بارش که از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی حاصل می‌شوند، طبقه‌بندی می‌شوند و سپس با در نظر گرفتن شرایط مورد نیاز محصول نظیر آستانه‌های دمایی، طول دوره رشد و غیره، مناطق مساعد کشت محصول خاصّ مشخّص می‌گردد (فائو[2]، ۱۹۹۶). در ایران تاکنون تحقیقات زیادی در زمینهٔ طبقه بندی اقلیمی- کشاورزی و اثرات شاخص های اقلیمی بر روی محصولات زراعی و باغی انجام گرفته است. برای نمونه، نوریان (۱۳۶۸) با استفاده از معادلهٔ هیدروترمیک سیلیانینو[3] و به بکارگیری داده‌های آب و هوایی ۱۹ ایستگاه هواشناسی، کشور را به ۱۰ ناحیهٔ اقلیمی- کشاورزی تقسیم کرد. همچنین بازگیر (۱۳۷۸)، میرزا بیاتی (۱۳۸۳)، علیجانی و دوستان (۱۳۸۵)، محمّدی و همکاران (۱۳۸۶) و خالدی و روشن (۱۳۸۷) با استفاده از روش فائو و با کمک نرم افزار سیستم اطّلاعات جغرافیایی، مناطق مستعدّ برای کشت محصولات مختلف زراعی و باغی را تعیین نمودند. در پژوهشی دیگر، ضیائی فیروزآبادی و همکاران (۱۳۸۹) با استفاده از مدل منطق فازی و حجازی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) با کمک مدل تحلیل سلسله مراتبی به ترتیب، بهترین مناطق کشت زیتون و سیب را مشخّص کردند. در همین زمینه، احمدی و قالهری (۱۳۹۴) با استفاده از روش پاپاداکیس، به طبقه‌بندی اقلیمی- کشاورزی مناطق شمال شرق کشور پرداختند و استعدادهای کشاورزی این مناطق را تعیین نمودند. جمشیدی (۱۳۹۶) نیز با بکارگیری مدل تحلیل سلسه مراتبی در محیط GIS[4]، نواحی مستعدّ کشت انگور در شهرستان بوکان را مشخّص کرد. رید[5] و همکاران (۱۹۷۶) در تحقیقی با عنوان شناسایی مناطق مستعد برای حبوبات مرتعی با استفاده از روش پاپاداکیس، مناطق شمال استرالیا را طبقه‌بندی کردند. همچنین توماس[6] (۱۹۹۲)، کالدیز[7] و همکاران (۲۰۰۱)، هاچینسون[8] و همکاران (۲۰۰۵)، بینبول[9] و همکاران (۲۰۰۶)، آرایا[10] و همکاران (۲۰۱۰)، فالاسکا[11] و همکاران (۲۰۱۲)، ون وارت[12] و همکاران (۲۰۱۳)، نیگول‌سو[13] و همکاران (۲۰۱۴)، آدزمی و هارانا (۲۰۱۶) و والنتینا[14] و همکاران (۲۰۱۷) هر کدام با استفاده از یکی از روش‌های طبقه بندی اقلیمی- کشاورزی فائو، استل و کولن[15] و هاچینسون و پاپادکیس[16] مناطق مختلف مطالعاتی را به منظور تعیین بهترین مکان برای کاشت محصولات خاص طبقه‌بندی کردند. در همین راستا، در پژوهش حاضر، مناطق مختلف استان خوزستان با استفاده از روش طبقه بندی اقلیمی- کشاورزی پاپاداکیس از نظر کشت محصولات باغی طبقه‌بندی شد با این هدف که بهترین مناطق برای کاشت انواع میوه‌های گرمسیری، نیمه گرمسیری، سردسیری، مرکّبات و سبزیجات و صیفی‌جات مشخص گردد. لازم به ذکر است که استان خوزستان به این دلیل انتخاب شده است که از قطب‌های مهم محصولات باغی کشور بوده، بطوریکه از لحاظ عملکرد میوه‌های نیمه‌گرمسیری مانند (خرما، انجیر، زیتون، پرتقال، لیمو و سایر مرکّبات) و میوه‌های گرمسیری مانند (موز، انبه، کنار و غیره) در بین تمامی استان‌های کشور در سال‌های اخیر به ترتیب دارای رتبه‌های ۷ و ۴ می‌باشد (وزارت جهاد کشاورزی خوزستان، ۱۳۹۵). بنابراین در صورتی که استعدادها و توان مناطق آن از لحاظ کاشت انواع محصولات باغی بهتر شناسایی شود می‌توان به کشاورزان این مناطق در زمینهٔ بهبود رشد این محصولات هم از نظر کمّی و هم

1. Mavi and Tupper
2. FAO (Food and Agricultural Organization)
3. Selianinov
4. Geography Information System
5. Ride
6. Thomas
7. Caldize
8. Hutchinson
9. Binbol
10. Araya
11. Falasca
12. Van wart
13. Niggol seo
14. Valentina
15. Stol and Keulen
16. Papadakis

از لحاظ کیفی کمک کرد.

مواد و روش‌ها

به منظور توان سنجی اقلیمی- کشاورزی مناطق استان خوزستان از نظر کاشت محصولات باغی، در ابتدای کار ۱۰ ایستگاه هواشناسی همدیدی به دلیل نداشتن خلأ آماری با برخورداری از طول دوره مشترک آماری ۲۳ سال (۲۰۱۶-۱۹۹۴) انتخاب گردید با این توضیح که هر ایستگاه نماینده یک شهرستان محسوب می‌شد. لازم به ذکر است که ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی، تأسیساتی در هر شهرستان هستند که فراسنج‌هایی مانند دمای کمینه، دمای بیشینه، مقدار بارش، سرعت و جهت باد، فشار هوا و سایر فراسنج‌های اقلیمی را اندازه‌گیری می‌کنند و بنابراین از نظر اقلیمی، نماینده و نمایانگر آب و هوای یک شهرستان محسوب شده و داده‌های آن پایه و اساس کارهای طبقه‌بندی اقلیمی و طبقه‌بندی‌های اقلیمی- کشاورزی را تشکیل می‌دهند. به منظور کسب اطلاع در این زمینه می‌توان کارهای تحقیقی با موضوع طبقه‌بندی اقلیمی، مانند کار مسعودیان (۱۳۸۲)، شائمی و احمدی (۱۳۹۰)، غفّاری و همکاران (۱۳۹۴)، پاپاداکیس (۱۹۷۰) و سایر تحقیقاتی که در بخش مقدمه پژوهش جاری به آن اشاره گردیده است را مطالعه نمود. در (شکل ۱) موقعیت جغرافیایی استان خوزستان به همراه ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان داده شده است. در گام بعدی هر کدام از این ایستگاه‌ها بر اساس شاخص‌های اقلیمی- کشاورزی روش پاپاداکیس طبقه‌بندی شدند و در نهایت نوع اقلیم هر کدام از ایستگاه‌ها و محصولاتی که با توجّه به هر اقلیم می‌تواند در آن کاشت شود و عملکرد مناسبی را داشته باشد، مشخّص گردید. در ادامه بطور مختصر به شرح روش پاپاداکیس می‌پردازیم. برای مطالعه و کسب اطلاعات بیشتر از جزئیّات در مورد این روش، می‌توان به پاپاداکیس (۱۹۷۰) و عزیزی و شائمی (۱۳۸۳) مراجعه نمود.



شکل ۱- نقشهٔ مربوط به موقعیّت استان خوزستان در کشور (الف) به همراه پراکنش ایستگاه‌های همدیدی مورد مطالعه (ب)

روش پاپاداکیس

برای به کارگیری این روش، عناصر اقلیمی مورد نیاز عبارتند از متوسط بارش ماهانه و سالانه، کمینه، متوسط و بیشینه دمای ماهانه و سالانه، کمینه و بیشینه دمای مطلق هر ماه. در این روش ابتدا بایستی رژیم حرارتی مشخص شود که برای بدست آوردن آن شرایط تابستانی و زمستانی هر ایستگاه تعیین می‌گردد. سپس رژیم رطوبتی به کمک تبخیر و تعرق بالقوه[1]، نیاز آبشویی[2]، شاخص فصلی رطوبت[3]، میزان و توزیع فصلی بارش محاسبه می‌شود. در نهایت بر اساس انواع رژیم حرارتی و رطوبتی، انواع اقلیم اصلی و فرعی هر ایستگاه تعیین می‌گردد که برای هر اقلیم بدست آمده، محصولاتی که می‌تواند بسته به نوع اقلیم کاشت شود و عملکرد خوبی داشته باشد در روش پاپاداکیس مشخص می‌شود. در ادامه هر یک از شاخص‌های فوق به اختصار توضیح داده خواهد شد:

شرایط دمای زمستان

برای تعیین دمای زمستان بر مبنای حسّاسیّت و درجه پایداری گیاهان به سرما، شش طبقه مختلف حرارتی در نظر گرفته شده که شامل طبقات محصولات استوایی، محصولات حارّه‌ای، مرکّبات، جو دو سر، گندم و محصولات بهاری است که با توجه به آستانه‌های دمایی زمستان، ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه در این تحقیق در یکی از این طبقات حرارتی قرار خواهند گرفت. به دلیل محدودیت صفحات این مقاله و همچنین رعایت اختصار، فقط شرایط طبقهٔ زمستانی که ۱۰ ایستگاه مورد مطالعه در این تحقیق، در آن قرار گرفته‌اند در جدول ۱ آورده شده است.

شرایط دمای تابستان

با توجه به شرایط دمای تابستان نه طبقه حرارتی در روش پاپاداکیس قابل تشخیص است که بر اساس پتانسیل‌های گرمایی و شرایط اقلیمی شامل پنبه، قهوه، برنج، ذرّت، گندم، تایگا، توندرا، منجمد و آندی-آلپی می‌شوند. معیارهای لازم برای تعیین شرایط تابستان عبارتند از: طول فصل بدون یخبندان، میانگین بیشینه دمای n ماه گرم‌تر سال، میانگین بیشینه دمای گرمترین ماه سال. طول فصل بدون یخبندان به سه حالت کمینه، قابل دسترس و متوسط دسته‌بندی می‌شود. مبنای تعیین این طبقات، متوسط ماهانه کمینه‌های مطلق دما می‌باشد. بدین صورت که مبنا برای حالت حداقل، ۷ درجه و برای حالت قابل دسترس، ۲ درجه و برای متوسط، صفر درجه سلسیوس می‌باشد. به عنوان مثال در خصوص کشت پنبه معیارهای فوق براساس شرایط دمای تابستان به این شکل دسته‌بندی می‌شوند: طول فصل بدون یخبندان می‌بایست حداقل در ۴/۵ ماه از سال، کمینه دمای مطلق ماهانه بالای ۷ درجه سلسیوس، میانگین بیشینه دمای ۶ ماه گرمتر سال بیش از ۲۵ درجه سلسیوس و میانگین دمای بیشینه گرم‌ترین ماه سال کمتر از ۳۳/۵ درجه سلسیوس باشد. جهت رعایت ایجاز، تنها شرایط طبقهٔ تابستانی که ۱۰ ایستگاه مورد مطالعه در این تحقیق در آن قرار گرفته‌اند در جدول ۲ آورده شده است.

تعیین رژیم حرارتی

بعد از تعیین شرایط دمای زمستان و تابستان ایستگاه‌ها، بر اساس نوع طبقات آنها رژیم حرارتی هر ایستگاه معیّن می‌گردد که در جدول ۳، شرایط رژیم حرارتی که ایستگاه‌های مورد بررسی در این تحقیق در آن قرار گرفته‌اند آورده شده است.

تعیین رژیم رطوبتی

شاخص‌هایی که بر مبنای آن شرایط رطوبتی یک ایستگاه معیّن می‌گردد عبارتند از: تبخیر و تعرّق پتانسیل، تداوم فصل خشک و مرطوب، شاخص رطوبتی ماهانه و سالانه و میزان آبشویی خاک. برای تعیین رژیم رطوبتی هر ایستگاه ابتدا میزان تبخیر و تعرّق بالقوه ماهانه، طبق پیشنهاد پاپاداکیس از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$PET = 0.5625\ (e_{max} - e_{min-2}) \times 10$$

در این رابطه PET، تبخیر و تعرّق پتانسیل برحسب میلی متر، ۰/۵۶۲۵ ثابت پاپاداکیس، e_{min-2} و e_{max} به ترتیب فشار بخار آب اشباع در دمای بیشینه و دمای کمینه منهای ۲ بر حسب هکتوپاسکال (میلی‌بار) که با مراجعه به جدول معرفی شده توسط پاپاداکیس بدست می‌آیند. بر اساس نسبت بارش به تبخیر و تعرّق بالقوه (R/E)، شاخص رطوبتی (H_I) ماهانه و سالانه تعیین می‌گردد. در ایستگاه‌هایی که دارای دوره مرطوب (R>E) باشند، شاخص آبشویی (Ln) به منظور تعیین نوع ماه از نظر شرایط رطوبتی محاسبه خواهد گردید. ماه‌های سال بر مبنای رابطه بین بارش، تبخیر و آب ذخیره در خاک به سه نوع خشک، میانه و مرطوب تقسیم شده که شامل R+WS < 50 % PET برای ماه خشک، همچنین

1. Potential Evapotranspiration
2. Leaching Requirement
3. Humidity Seasonal Index

جدول ۱- طبقهٔ زمستان ایستگاه‌های مورد مطالعه و محدوده‌های حرارتی آنها بر اساس ویژگی‌های اکولوژیکی

طبقه	نوع	پایین‌ترین دمای سرد ترین ماه	متوسط حداقل دمای سردترین ماه	متوسط حداکثر دمای سردترین ماه	ویژگی‌های بوم‌شناسی
مرکّبات	(مرکّبات) *Ci	$-۲/۵ - ۷^{\circ}c$	-	$۱۰ - ۲۱\ ^{\circ}c$	به قدر کافی برای مرکبات مناسب، اما فاقد یخبندان نیست.

* Ci علامت اختصاری کلمهٔ Citrus به معنی مرکّبات می‌باشد.

جدول ۲ - طبقهٔ تابستان ایستگاه‌های مورد مطالعه و محدوده‌های حرارتی آن (درجه سلسیوس)

نوع تابستان	طول فصل آزاد از یخبندان به ماه	معدل بیشینه دمای n ماه گرم تر	معدل دمای بیشینه گرم ترین ماه	ویژگی بوم شناسی
پنبه گرم تر (*G)	حداقل ۴/۵ ماه <	۲۵ < n = ۶	۳۳/۵ < ۳۳/۵ <	تابستان به قدر کافی گرم و طولانی برای کشت پنبه

* G علامت اختصاری نام علمی پنبه یعنی Gossypium می‌باشد.

جدول ۳ – نوع رژیم حرراتی ایستگاه‌های مورد مطالعه براساس شرایط دمای زمستان و تابستان آنها

طبقه اصلی	طبقه فرعی	تعریف	نوع زمستان	نوع تابستان
جنب حارّه	* Su1	گرم	Ci	G

* Su علامت اختصاری کلمهٔ Subtropical به معنی جنب حارّه می‌باشد و عدد ۱ نیز به معنای اولین طبقه گروه فرعی است.

50% PET > R+WS برای ماه معتدل (میانه) و R>PET برای ماه مرطوب می‌باشند. در این روابط بارش با R[1]، آب ذخیره در خاک با WS[2] و تبخیر و تعرّق بالقوه با PET[3] نشان داده شده است. همچنین شاخص آبشویی (Ln) بر اساس رابطه (R+WS)-E برای دوره میانه و خشک و بر اساس رابطه ∑(R-E) برای دوره مرطوب تعیین و در نهایت بر اساس آستانه‌های تعریف شده، نوع رژیم رطوبتی هر ایستگاه مشخّص می‌شود. آب ذخیره در خاک نیز از اختلاف بین بارش و تبخیر و تعرّق به دست می‌آید. لازم به ذکر است که برای هر ایستگاه، نوع رژیم رطوبتی در جداول جداگانه‌ای تهیه شده که به منظور رعایت ایجاز از آوردن آنها خودداری شده است و فقط نوع رژیم رطوبتی که ایستگاه‌های مورد مطالعه در این تحقیق در آن قرار گرفته‌اند، آورده شده است (جدول ۴).

تعیین اقلیم ایستگاه‌ها

در نهایت براساس رژیم حرارتی و رطوبتی هر ایستگاه، نوع اقلیمی که در آن قرار می‌گیرد مشخّص می‌شود. روش پاپاداکیس به دلیل دارا بودن ۴۴۰ زیرگروه اقلیمی از تنوّع بسیاری برخوردار می‌باشد. در جدول ۵، شرایط انواع اقلیم‌هایی آورده شده است که ایستگاه‌های مورد مطالعه در استان خوزستان طبق رژیم حرارتی و رطوبتی در آن قرار می‌گیرند.

نتایج و بحث

نتایج طبقه‌بندی اقلیمی کشاورزی برای ایستگاه‌های منتخب در جدول ۷ و جدول ۸ ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود تمامی ایستگاه‌ها از نظر شرایط دمایی زمستان در گروه مرکّبات (Ci) قرار می‌گیرند و ماه تابستان آنها به اندازه کافی برای رشد پنبه مساعد است (جدول ۷). رژیم حرارتی تمامی ایستگاه‌ها؛ جنب حارّه‌ای (SU1) می‌باشد امّا از نظر رژیم رطوبتی، سه ایستگاه آبادان، بستان و بندر ماهشهر دارای رژیم رطوبتی بیابانی از نوع (de) و ایستگاه‌های آغاجاری، اهواز، بهبهان و رامهرمز دارای رژیم رطوبتی مدیترانه‌ای از نوع خشک (me dry) می‌باشند. بعلاوه، رژیم رطوبتی سه ایستگاه ایذه، صفی‌آباد دزفول و مسجد سلیمان از نوع مدیترانه‌ای نیمه‌خشک (Me semi-arid) می‌باشد. بر اساس ستون آخر (جدول ۸)، سه اقلیم

1. Rain
2. Water Storage
3. Potential evapotranpiration

جدول ۴- انواع رژیم‌های رطوبتی موجود در ایستگاه‌های مورد مطالعهٔ استان خوزستان

رژیم اصلی	طبقات فرعی	برخی از ویژگی‌ها
مدیترانه‌ای	1-1. me (semi-arid)	LN < 20˚ . EPT و ۰/۲۲ < HI < ۰/۸۸ یا
	1-2. Me (dry)	بسیار خشک نسبت به طبقه Me
بیابانی	de (Mediterranean)	بارش تابستان < بارش زمستان

جدول ۵- انواع اقلیم‌های موجود در استان خوزستان براساس ایستگاه‌های مورد مطالعه و شرایط رژیم حرارتی و رطوبتی آنها

نوع اقلیم	رژیم حرارتی	رژیم رطوبتی
۱- اقلیم مدیترانه‌ای		
۱-۱ . جنب حاره‌ای	SU1. SU2	ME.Me
۱-۲ . نیمه‌خشک جنب حاره‌ای	SU1.SU2.Tr.tr.MA	Me
۲- اقلیم بیابانی		
۱-۲ . جنب حاره ای گرم	TS. SU1	Da.de.di.do

متفاوت در مناطق تحت بررسی استان خوزستان دیده می‌شود که عبارتند از: ۱- اقلیم جنب حارّه‌ای گرم ۲- اقلیم مدیترانه‌ای نیمه‌خشک جنب حارّه ۳- اقلیم مدیترانه‌ای جنب حارّه.

ویژگی‌های هر کدام از این اقلیم‌ها و ایستگاه‌هایی که در هر یک از آنها قرار گرفته‌اند، در بخش زیر آماده است:

۱- اقلیم جنب حارّه‌ای گرم: این گروه اقلیمی فاقد یخبندان نیست. در تیپ‌هایی که زمستان مانند آنها جزء Ci یا Ct است، مرکّبات ثمر می‌دهد. در برخی نواحی که یخبندان به ندرت اتفاق می‌افتد، نیشکر و موز هم می‌توانند رشد کنند (ایستگاه‌های آبادان، بستان و بندر ماهشهر در این اقلیم قرار می‌گیرند).

۲- اقلیم مدیترانه‌ای نیمه‌خشک جنب حارّه

در این اقلیم محصولات زمستانه به طور قابل ملاحظه‌ای از خشکسالی خسارت می‌بینند. اگر شروع فصل خشک از ماه مارس یا زودتر باشد، کشاورزی بدون آبیاری ممکن نیست. انواع محصولات تابستانی و نیمه‌گرمسیری، انواع میوه‌جات سردسیری و سبزی‌جات به خوبی ثمر می‌دهد. در بعضی از نقاط که مناطق به فاقد یخبندان نزدیک است، رشد موز و نیشکر نیز امکان‌پذیر است (ایستگاه‌های آغاجاری، اهواز، بهبهان و رامهرمز در این گروه اقلیمی قرار دارند).

۳- ویژگی‌های اقلیم مدیترانه‌ای جنب حارّه

در این محدوده، اقلیم زراعی بدون آبیاری محصولات باغی چون: میوه‌های نیمه‌گرمسیری زیتون و انجیر و میوه‌های خشک و دانه‌ریزی مانند بادام‌زمینی و انگور عملکرد خوبی دارد. همچنین، اقلیم زراعی با آبیاری: مرکّبات، میوه‌جات سردسیری چون: زالزالک، ازگیل، زرشک و غیره و انواع سبزیجات دیرکاشت و زودکاشت مانند خیار، گوجه فرنگی، بادمجان و غیره، محصول خوبی می‌دهد. اگر زمستان جزء Ci باشد، مرکّبات و انواع سبزیجات زود کاشت و دیرکاشت به خوبی به عمل می‌آید. اگر فصل خشک از ماه مارس شروع شود، حتّی گندم نیز احتیاج به آبیاری دارد. اگر شروع فصل خشک از ماه می باشد، ذرّت دیم با مشکل مواجه بوده، ولی گندم دیم مناسب است. اگر شروع فصل خشک از ماه ژوئیه باشد، برخی از ارقام ذرّت بدون آبیاری محصول می‌دهد (ایستگاه‌های ایذه، صفی‌آباد دزفول و مسجد سلیمان در این گروه قرار دارند).

نتیجه‌گیری کلی

از این تحقیق نتیجه گرفته می‌شود که بر اساس روش پاپاداکیس، استان خوزستان به دلیل داشتن تنوّعات اقلیمی مناطق آن، پتانسیل کاشت انواع محصولات باغی از جمله: میوه‌های گرمسیری، نیمه‌گرمسیری، سردسیری و سبزیجات و صیفی‌جات را دارد بطوریکه شهرستان‌های آبادان، بستان و بندر ماهشهر به دلیل برخورداری از اقلیم جنب حارّه‌ای گرم، برای کاشت میوه‌های گرمسیری مانند موز، انبه، کنار، نارگیل و غیره بسیار مناسب است و همچنین در شهرستان‌های آغاجاری، اهواز، بهبهان و نیز در

رامهرمز به دلیل برخورداری از اقلیم مدیترانه‌ای نیمه خشک جنب حارّه و در شهرستان‌های ایذه، صفی‌آباد دزفول و مسجد سلیمان به دلیل داشتن اقلیم مدیترانه‌ای جنب حارّه، کاشت انواع میوه‌های سردسیری، نیمه گرمسیری و سبزیجات زودرس و دیررس عملکرد خوبی دارد.

جدول ۷ - نتایج روش طبقه‌بندی اقلیمی –کشاورزی پاپاداکیس

نام ایستگاه	بارش سالانه	تبخیر و تعرّق	میانگین بیشینه دما n ماه گرمتر	میانگین بیشینه دمای گرمترین ماه	پایین‌ترین دمای سردترین ماه	میانگین کمینه دمای سردترین ماه	میانگین بیشینه دما سردترین ماه	نوع تابستان
آبادان	۱۶۵/۷	۲۲۸۳/۹	۴۲/۹	۴۶/۷	۲/۸	۸	۱۷/۸	G
آغاجاری	۲۷۵/۲	۲۱۵۹/۱	۴۳	۴۶/۵	۲/۴	۷/۹	۱۷/۷	G
اهواز	۲۲۷/۲	۲۰۳۶/۷	۴۳	۴۶/۶	۳/۵	۸/۳	۱۷/۵	G
بندر ماهشهر	۲۰۸/۲	۲۴۰۷	۴۱/۶	۴۵/۱	۲/۸	۸/۳	۱۷/۳	G
بهبهان	۳۱۷/۳	۱۷۱۹/۹	۴۱/۵	۴۴/۸	۱/۱	۷	۱۷/۴	G
بستان	۲۰۳/۸	۲۵۷۱/۷	۴۰/۶	۴۴/۳	۱	۷	۱۶/۹	G
ایذه	۶۶۶	۱۷۳۳/۴	۳۷/۴	۴۱/۶	- ۰/۱	۴/۶	۱۴/۱	G
مسجد سلیمان	۴۳۲/۶	۱۷۸۲/۹	۴۱/۱	۴۵	۲/۷	۷	۱۶/۳	G
رامهرمز	۳۱۲/۵	۱۹۲۹/۲	۴۲/۴	۴۶	۳/۳	۸/۶	۱۷/۴	G
صفی‌آباد	۳۴۴/۸	۱۴۰۴	۴۱/۵	۴۶	۱/۵	۶/۶	۱۶/۹	G

جدول ۸- ادامهٔ نتایج روش طبقه‌بندی اقلیمی –کشاورزی پاپاداکیس

نام ایستگاه	نوع زمستان	رژیم حرارتی	فصول مرطوب	فصول میانه	فصول خشک	شاخص رطوبتی	شاخص آب شویی	رژیم رطوبتی	نوع اقلیم
آبادان	Ci	SU1	-	Jan, Dec	Feb-Nov	۰/۰۷	۰	de	جنب حارّه‌ای گرم
آغاجاری	Ci	SU1	Jan, Dec	Feb, Nov	Mar-Oct	۰/۱۳	۲۶/۵	Me	مدیترانه‌ای نیمه‌خشک جنب حارّه
اهواز	Ci	SU1	Jan, Dec	Feb, Nov	Mar-Oct	۰/۱۱	۹/۶	Me	مدیترانه‌ای نیمه‌خشک جنب حارّه
بندر ماهشهر	Ci	SU1	-	Jan, Feb, Dec	Mar-Nov	۰/۰۸	۰	de	جنب حارّه‌ای گرم
بهبهان	Ci	SU1	Jan, Dec	Feb, Mar, Nov	Apr-Oct	۰/۱۸	۷۹/۳	Me	مدیترانه‌ای نیمه‌خشک جنب حارّه
بستان	Ci	SU1	-	Jan. Feb, Dec	Mar-Nov	۰/۰۸	۰	de	جنب حارّه‌ای گرم
ایذه	Ci	SU1	Jan-Mar ,Nov,Dec	April	May-Oct	۰/۳۸	۲۷۶/۵	me	مدیترانه‌ای جنب حارّه
مسجد سلیمان	Ci	SU1	Jan, Feb, Dec	Mar, Nov	Apr-Oct	۰/۲۴	۱۲۷/۹	me	مدیترانه‌ای جنب حارّه
رامهرمز	Ci	SU1	Jan, Dec	Feb, Mar, Nov	Apr-Oct	۰/۱۶	۶۷/۴	me	مدیترانه‌ای نیمه‌خشک جنب حارّه
صفی‌آباد	Ci	SU1	Jan, Dec	Feb, Mar, Nov	Apr-Oct	۰/۲۵	۹۲/۳	me	مدیترانه‌ای جنب حارّه

منابع

احمدی، ح. و فلاح قالهری، ع .۱۳۹۴. طبقه‌بندی اقلیم کشاورزی شمال شرق ایران براساس شرایط گرمایی و رطوبتی. نشریه هواشناسی کشاورزی، ۳ (۱): ۶۷-۸۱.

بازگیر، س. ۱۳۷۸. بررسی پتانسیل اقلیمی زراعت گندم دیم: مطالعه موردی استان کردستان، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، رشته هواشناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

جمشیدی، ک. ۱۳۹۶. تعیین نواحی مستعد کشت انگور در شهرستان بوکان با استفاده از GIS. نشریه پژوهش‌های میوه‌کاری، ۲ (۲): ۱۷-۴۰.

حجازی‌زاده، ز.، سلیقه، م.، بلیانی، ی.، حسینی، م. و ماهوتچی، م. ۱۳۹۲. مکان‌یابی کشت زیتون با استفاده از پارامترهای اقلیمی و زمینی به روش تحلیل سلسله مراتبی مطالعه موردی: استان فارس. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۳ (۳۰): ۱۷۱-۱۹۰.

خالدی، ش. و روشنی، ا. ۱۳۸۷. پتانسیل‌یابی مناطق بهینه کشت و پرورش درخت سیب بر پایه پارامترهای اقلیمی مطالعه موردی: شهرستان دماوند. مجلّه جغرافیا (انجمن جغرافیایی ایران)، ۶: ۱۴۴-۱۶۳.

خالدی، ش. ۱۳۷۴. آب و هواشناسی کاربردی، انتشارات قومس. ۲۹۶ ص.

شائمی، ا و احمدی، ح. ۱۳۹۰. بررسی تنوّع اقلیمی و پتانسیل‌های آگروکلیمایی استان ایلام با استفاده از شاخص‌های روش پاپاداکیس. نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، ۷: ۱۳-۲۰.

ضیائیان فیروزآبادی، پ.، خالدی، ش.، خندان، س. و علیزاده، ا. ۱۳۸۹. پهنه‌بندی آگروکلیمایی مرکّبات در استان لرستان با استفاده از مدل همپوشانی شاخص و منطق فازی و مقایسه مدل‌ها. فصلنامه جغرافیایی آمایش، ۸: ۲۱-۵۴.

عزیزی، ق. و شائمی، ا. ۱۳۸۳. ارزیابی تنوّع و استعدادهای کشاورزی ایران به روش پاپاداکیس. نشریهٔ پژوهش‌های جغرافیایی، ۴۹: ۷۱-۹۲.

غفّاری، ع.، قاسمی، و. و دپائو، ادی.۱۳۹۴. پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ایران با استفاده از روش یونسکو. نشریهٔ علمی پژوهشی زراعت دیم ایران، ۱: ۶۳-۷۴.

محمدی، ح. ۱۳۸۸. آب و هواشناسی کشاورزی (ترجمه). چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، صفحات ۳ و ۴.

محمّدی، ح.، قلمی، م. و گودرزی، ن. ۱۳۸۶. کاربرد GIS در امکان‌سنجی کشت زیتون در استان اصفهان. مجلّه زراعت و باغبانی، ۷۴: ۱۲۴-۱۳۳.

مسعودیان، س. ا. ۱۳۸۲. مقالهٔ نواحی اقلیمی ایران. مجله جغرافیا و توسعه، ۲: ۱۷۱-۱۸۴.

میرزا بیاتی، ر. ۱۳۸۳. بررسی نواحی مستعدّ کشت زعفران در دشت نیشابور با استفاده از RS و GIS. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، رشته اقلیم شناسی، دانشگاه تربیّت مدرّس.

نوریان، ع . ۱۳۶۸. کاربرد عوامل هواشناسی در مدیریت زراعی. مجلّه نیوار

وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۵. آمارنامه کشاورزی؛ جلد سوم محصولات زراعی. انتشارات وزارت جهادکشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی؛ مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات : ۳۱-۳۴.

Adzemi, M.A. and Haruna, Y.R. 2016. Climatic classification for agricultural potential in Peninsular Malaysia. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, 6 (12): 5-13.

Araya, A., Keesstra, S.D. and Stroosnijder, L .2010. A new agro-climatic classification for crop suitability zoning in northern semi-arid Ethiopia. Journal of Agricultural and Forest Meteorology, 50(7): 1057-1064.

Binbol, N.L., Adebayo, A., Kwon-Ndung, E.H. 2006. Influence of climatic factors on the growth and yield of Sugar cane at Numan, Nigeria. Journal of Climate Researsh, 32: 247-252.

Caldiz, D.O., Gaspari, F.J., Haverkort, A.J. and Struik, P.C. 2001. Agro-ecological zoning and potential yield of single or double cropping of potato in Argentina. Journal of Agricultural and Forest Meteorology, 109(4): 311-320.

Falasca, S.L., Ulberich, A.C. and Ulberich, E. 2012. Developing an agro-climatic zoning model to determine potential production areas for castor bean (*Ricinus communis* L.). Journal of Industrial Crops and Products, 40: 185-191.

FAO.1966. Agro-Ecological Zoning Guidelines, FAO, Soils Bulletin (76): 1-78.
Hutchinson, M.F., McIntyre, S., Hobbs, R.J., Stein, J.L., Garnett, S. and Kinloch, J. 2005. Integrating a global agro-climatic classification with bioregional boundaries in Australia. Journal of Global Ecology and Biogeography, 14(3): 197-212.
Niggol, S. 2014. Evaluation of the agro-ecological zone methods for the study of climate change with micro farming decisions in sub-saharan Africa. European Journal of Agronomy, 52: 157-165.
Papadakis, j. 1970. Climate of the World and Their Agricultural Potentialities. Buennos Aires. pp. 1-48.
Reid, R., Ryan, M.D. and Burt, R. 1976. Exploration for, and Utilization of, Colections of Tropical Pasture Legumes. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. Pp. 309-318.
Thomas, A. 1992. Agricultural water balance of Yunnan Province, PR China: agroclimatic zoning with a Geographical Information System. Journal of Agricultural water management, 21(4): 249-263.
Valentina, P., Tommaso, S., Tommaso, G., Giacomo, F., Maurits, B., Fabio, M., Marco, A. and Roberto, C. 2017. Forecasting sugarcane yields using agro-climatic indicators and Canegro model: A case study in the main production region in Brazil. Journal of Agricultural Systems, (154): 45-52.
Van wart, J., van Bussel, L. G., Wolf, J., Licker, R., Grassini, P., Nelson, A. and Cassman, K. G. 2013. Use of agro-climatic zones to upscale simulated crop yield potential. Journal of Field Crops Research, 143: 44-55.