

بررسی و پهنه‌بندی شاخص‌های اقلیم کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری

اکبر شائمی برزگی*

استادیار گروه جغرافیا، مرکز آران و بیدگل، دانشگاه پیام نور، آران و بیدگل، ایران

عباسعلی آروین

دانشیار گروه جغرافیا، مرکز اصفهان، دانشگاه پیام نور، اصفهان، ایران

سحر علیخانی

دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه پیام نور، اصفهان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۱۵

چکیده

شناخت نیازهای اقلیمی گیاهان زراعی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تولیدهای کشاورزی است. در این پژوهش با استفاده از شاخص‌های رطوبتی و حرارتی روش پایاداکیس، شرایط آگروکلیمایی استان چهارمحال و بختیاری بررسی شد. این روش با قرار دادن آستانه‌های اکولوژیک در تعیین تیپ‌های اقلیمی از غنای علمی کافی برخوردار است؛ به نحوی که اخیر فائو برای تهیه نقشه اکولوژیک برخی از مناطق جهان و بسیاری از محققین به‌منظور تعیین توان‌های آگرواکولیماتیک از این روش استفاده کرده‌اند. شاخص‌های مورد استفاده در این عبارت‌اند از: تیپ زمستانه (بر مبنای نیازهای حرارتی گیاهان)، تیپ تابستانه (حساسیت و درجه پایداری گیاهان به سرما)، تبخیر و تعرق، میزان آبخوبی، شاخص رطوبتی سالانه، رژیم حرارتی و رطوبتی که بر مبنای آن رده اقلیمی ایستگاه‌ها مشخص می‌شود. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تمامی ایستگاه‌های منتخب از نظر شرایط رطوبتی در گروه اقلیم مدیترانه‌ای بری و از نظر رژیم حرارتی در طبقه قاره‌ای بری قرار می‌گیرند. در این گروه غلات زمستانی از محصول‌های اصلی دیم به شمار می‌رود. گندم دیم به‌طور متناوب متحمل خشک‌سالی می‌شود. انواع اقلیم در این گروه بر مبنای گرمی تابستان، سختی زمستان و فراوانی خشک‌سالی هست. در اغلب ایستگاه‌های منتخب دوره مرطوب از ماه نوامبر تا آوریل است و دوره خشک از اواخر بهار (ژوئن) تا اوایل پاییز (اکتبر) به درازا می‌کشد. فصل میانه بسیار کوتاه بوده و به اواسط بهار (می) محدود می‌شود. در این روش تیپ تابستانی تیپ زمستانی بر مبنای وضع شده است.

واژگان کلیدی: اقلیم کشاورزی؛ پایاداکیس؛ تیپ تابستانی؛ تیپ زمستانی؛ چهارمحال و بختیاری.

مقدمه

اقلیم از مهم‌ترین عواملی است که پتانسیل‌های کشاورزی یک منطقه و همچنین نواحی مساعد را برای کشت یک محصول خاص تعیین می‌کند (محمد نیا قرایی، ۱۳۹۲). از جمله ارکان توسعه پایدار هر کشور، تأمین غذای کافی با قیمت

مناسب برای افراد آن جامعه می‌باشد. محدودیت منابع از یک‌سو و افزایش روز افزون جمعیت و در نتیجه تقاضا برای محصولات غذایی از سویی دیگر، ایجاب می‌کند که از منابع محدود به نحو بهینه استفاده شود لذا توجه به شرایط اقلیمی به‌عنوان یکی از عوامل تعیین کننده تولید محصولات کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (مظفری، ۱۳۸۲). درک واکنش‌های گیاه به اقلیم، پایه‌ی بنیادین تدوین راهکارهای مناسب برای افزایش کارایی تولید محصولات کشاورزی است (کافی، ۱۳۸۲) شناخت شاخص‌های اقلیمی، این امکان را برای برنامه ریزان فراهم می‌سازد تا بتوانند در مورد تخصیص منابع به محصولات تصمیم بگیرند (فلاح قاله‌ری و احمدی، ۱۳۹۴) با توجه به محدود بودن منابع آب در کشاورزی شناسایی پتانسیل‌ها و محدودیت‌های اقلیمی هر منطقه نقش بسزایی در استفاده بهینه از هر منطقه برای محصولات کشاورزی مختلف ایفا می‌نماید. عدم توجه به توانمندی‌های اقلیمی مناطق و کاشت سنتی محصولات کشاورزی سبب بازده اندک و پرنوسان و حتی نابودی محصولات زراعی در برخی از سال‌ها می‌شود. در کشور ما به خاطر محدودیت‌هایی هم چون بارندگی شدید، یخبندان و نوسان بارش شناخت و طبقه‌بندی اقلیم نقش مهمی در توسعه کشاورزی ایفا می‌کند. درک صحیح اوضاع اقلیمی هر منطقه می‌تواند کشاورزان را در انجام کشت‌های موجود منطقه و کشت‌های جدید در زمینه توسعه کشاورزی یاری کرده و پتانسیل‌های اقلیمی - کشاورزی منطقه برای آن‌ها مشخص گردد.

فائو در دهه هشتاد برای تهیه نقشه اگرواکولوژیک غرب آفریقا از روش پاپاداکیس استفاده کرد. وان وارت و دیگران (۲۰۱۲) با استفاده از شش روش طبقه‌بندی اقلیم جهانی که روش پاپاداکیس نیز در زمره آن‌هاست؛ نقشه پتانسیل زراعی در مقیاس جهانی را تهیه نمودند. زانگ، ۲۰۱۶ با استفاده از روش پاپاداکیس نقایص شبیه‌سازی انواع اقلیم در مقیاس جهانی با استفاده از مدل‌های اقلیم جهانی تحت شرایط تغییر آب‌وهوا را بررسی کرد. همچنین محققین دیگری نیز از این روش به‌منظور تعیین پتانسیل اگرواکوکلیمایی محدوده‌های مطالعاتی خود استفاده کردند که جدید بودن آن‌ها بیانگر توانایی این روش در آشکارسازی توان‌های محیطی است. از جمله می‌توان به کارهای: مآرنز و وایتاکر (۲۰۰۳)، لمپورنز (۲۰۱۶)، فبریو و دیگران (۲۰۰۲)، مورنو و دیگران (۲۰۰۸)، مارتین (۲۰۰۷) و هراندز (۲۰۱۵) اشاره کرد. در ایران کارهای صورت گرفته در این زمینه اغلب به‌صورت ایستگاهی است. برای مثال عزیزی و شائمی (۱۳۸۳) در پژوهشی تنوع اقلیمی و استعدادهای کشاورزی ۳۸ ایستگاه منتخب ایران را به روش پاپاداکیس مورد بررسی قرار دادند. احمدی (۱۳۸۹) با استفاده شاخص‌های دمایی و رطوبتی روش پاپاداکیس پتانسیل اقلیمی استان ایلام برای محصولات مختلف کشاورزی را مشخص کرد. در زمینه پهنه‌بندی اگرواکوکلیمایی در ایران به‌طور عام کارهای گسترده‌ای صورت گرفته که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. از جمله: فرج زاده و همکاران (۱۳۸۰) در مقاله‌ای به ناحیه بندی اگرواکوکلیمایی استان همدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی با تأکید بر گندم دیم پرداختند. قطره سامانی و همکاران (۱۳۸۶) در پژوهشی شرایط اگرواکوکلیمایی کشت گردو را در استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از GIS مورد بررسی قرار دادند. قاسمی و همکاران (۱۳۸۷) پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی استان‌های آذربایجان شرقی و اردبیل را با روش یونسکو و شاخص خشکی

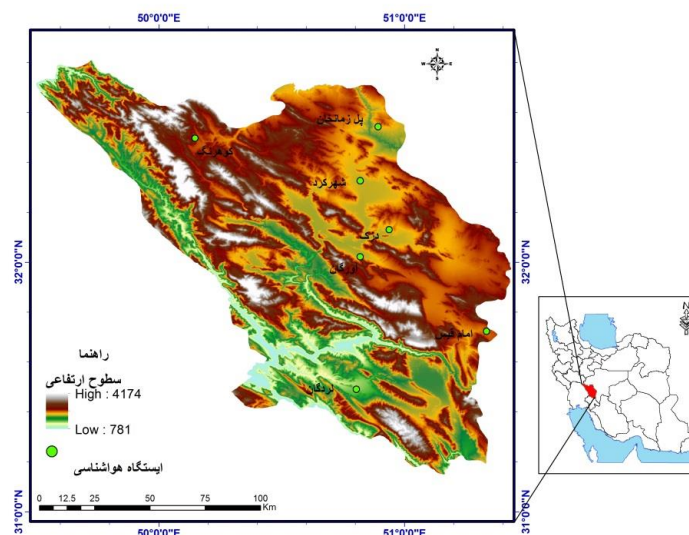
تعدیل شده مورد بررسی قرار داده‌اند. رژیم رطوبتی، تیپ زمستانی و تابستانی را مشخص کرده‌اند. میان آبادی و همکاران (۱۳۸۸) سعیدی (۱۳۸۸) کوانتا (۱۳۵۴).

گریف^۱ و همکاران (۲۰۰۰) در پژوهشی اقلیم کشاورزی جنوب غرب نیجر را در ارتباط با رشد محصولات زراعی مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها با استفاده از آمار اقلیمی، پتانسیل‌های اقلیمی کشاورزی را به منظور مدیریت بهتر مورد بررسی قرار داده‌اند. ویرون^۲ و همکاران (۲۰۰۴) بر اساس مقادیر بارش، منطقه کشت گندم پامپاس را به ۵ ناحیه تقسیم کرده‌اند. هولدن^۳ و همکاران (۲۰۰۴) در پژوهشی با استفاده از پارامترهای دما و بارش در ارتباط با تکنیک‌های آماری و ارائه جدول‌های شبیه‌سازی به پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی محصولات کشاورزی ایرلند پرداختند. راثو (۲۰۰۵) با تحلیل مقادیر بارش سالانه و ماهانه هندوستان را به ۹ ناحیه^۴ آگروکلیمایی کشت گندم تقسیم‌بندی کرده است.

داده‌ها روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

استان چهارمحال و بختیاری با مساحت ۱۶۵۳۳ کیلومتر ناحیه‌ای است مرتفع که در امتداد سلسله کوه‌های زاگرس واقع شده است و از نظر موقعیت جغرافیایی در حد فاصل ۹°-۳۱° تا ۴۸°-۳۲° درجه عرض جغرافیایی شمالی و ۳۰°-۴۹° تا ۲۶° درجه طول جغرافیایی شرقی قرار گرفته است. استان چهارمحال و بختیاری از در طرف شمال به استان اصفهان و از جنوب به استان کهگیلویه و بویر احمد و از مغرب به استان خوزستان و از شمال غربی به استان لرستان محدود است. شکل ۱، موقعیت استان را نشان می‌دهد.



منبع: نگارندگان، ۱۳۹۰

شکل ۱: نقشه موقعیت استان چهارمحال و بختیاری

- 1- Greaf
- 2- Veron
- 3- Holden

در این پژوهش از داده‌های اقلیمی ایستگاه‌های هواشناسی که توان پوشش منطقه و از آمار مناسب برخوردار بوده استفاده شده است. مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی در جدول ۱، مشخص شده است. شکل ۱، نیز پراکنش ایستگاه‌های هواشناسی منطقه را نشان می‌دهد.

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی منتخب

| نام ایستگاه | نوع ایستگاه | ارتفاع M | طول جغرافیایی E | عرض جغرافیایی N |
|-------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|
| شهرکرد | سینوپتیک | ۲۰۶۱ | ۵۰ ۵۱ | ۳۲ ۲۰ |
| بروجن | سینوپتیک | ۲۱۹۷ | ۵۱ ۱۸ | ۳۱ ۵۷ |
| لردگان | سینوپتیک | ۱۵۸۷ | ۵۰ ۴۹ | ۳۱ ۳۱ |
| کوه‌رنگ | سینوپتیک | ۲۲۸۵ | ۵۰ ۰۷ | ۳۲ ۲۶ |
| امام قیس | کلیماتولوژی | ۲۴۰۰ | ۵۱ ۲۱ | ۳۱ ۴۴ |
| دزک | کلیماتولوژی | ۲۲۸۰ | ۵۱ ۰۳ | ۳۲ ۴۶ |
| پل زمان خان | کلیماتولوژی | ۱۸۶۰ | ۵۰ ۵۴ | ۳۲ ۲۹ |
| اورگان | کلیماتولوژی | ۲۰۷۴ | ۵۰ ۵۶ | ۳۱ ۵۳ |

منبع: نگارندگان

روش پژوهش

ابتدا پارامترهای اقلیمی مورد استفاده در یک دوره ۲۰ ساله (۱۳۸۹-۱۳۷۰) که شامل: متوسط کمینه و بیشینه دمای ماهانه، کمینه و بیشینه مطلق دمای ماهانه، متوسط ماهانه و سالانه دما و بارش است؛ در محیط Excel مرتب و پردازش شد. ابتدا بر اساس روش پاپاداکیس تیپ‌های تابستانی و زمستانی و در نهایت رژیم حرارتی طبق معیارهای درج شده در جداول ۲ تا ۴ تعیین شد. برای تعیین تیپ زمستانی از برخی متغیرهای اقلیمی همچون متوسط حداقل، حداکثر و حداقل مطلق دمای سردترین ماه طبق جدول ۲ استفاده شده است. نام‌گذاری تیپ‌های زمستانی بر اساس میزان مقاومت و درجه پایداری گیاهان معرفی شده در هر طبقه با اسامی خاص که معرف گیاهان نظیر آن است انجام شده است.

جدول ۲: تیپ‌های زمستان و محدوده‌های حرارتی آن‌ها در ایستگاه‌های منتخب

| نوع | پایین‌ترین دمای سردترین ماه | متوسط حداقل دمای سردترین ماه | متوسط حداکثر دمای سردترین ماه | ویژگی بوم‌شناسی |
|----------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|---|
| جو دو سر | ۲٫۵°C تا -۲۹ | > -۴ | > ۱۰°C | زمستان برای محصولاتی نظیر جو مطلوب اما برای مرکبات مناسب نیست |
| گندم | ۱۰°C تا -۲۹ > -۲۹ °C " | - | > ۵°C ۵-۱۰°C < ۰°C | دارای اعتدال کافی برای گندم زمستانه اما برای جو مناسب ندارد. |

منبع: نگارندگان

معیارهای لازم برای تعیین شرایط تابستان عبارت‌اند از: طول فصل عاری از یخبندان، متوسط حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال و متوسط حداکثر دمای N ماه گرم‌تر سال که در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳: تیپ‌های تابستان موجود در ایستگاه‌های منتخب

| ویژگی بوم‌شناسی | معدل حداکثر دمای n ماه گرم‌تر | طول فصل آزاد از یخبندان به ماه | نوع تابستان |
|---|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| فتوپریود و شرایط حرارتی برای برنج مناسب است اما برای پنبه مناسب ندارد | ۲۱ - ۲۵ n=۶ | >۴ حداقل | برنج O |
| برنج یک محصول حاشیه‌ای است | >۲۱ n=۶ | قابل دسترس > ۴,۵ | ذرت M |
| شرایط حرارتی برای کشت گندم مناسب است اما برای ذرت خیر | < ۲۱ n=۶ > ۱۷ n=۴ | قابل دسترس ۲,۵ - ۴,۵ | گرم‌تر (T) خنک‌تر (t) |

منبع: (عزیزی و شامی، ۱۳۸۳)

در مرحله بعد بر مبنای تیپ‌های تابستانی و زمستانی طبق جدول ۴ رژیم حرارتی هر ایستگاه مشخص شد.

جدول ۴: انواع رژیم‌های حرارتی موجود در ایستگاه‌های منتخب

| نوع تابستان | نوع زمستان | تعریف | نماد طبقه فرعی | طبقه اصلی |
|-------------|-------------|----------|----------------|---------------|
| M,O | Ti یا سردتر | نیمه گرم | CO2 | قاره‌ای (بری) |

منبع: نگارندگان

رژیم رطوبتی ایستگاه‌های منتخب بر اساس معیارهای درج شده در جدول ۵ (میزان تبخیر و تعرق، شاخص رطوبتی و آبشویی) مشخص شد.

جدول ۵: انواع رژیم‌های رطوبتی موجود در ایستگاه‌های منتخب

| برخی از ویژگی‌ها | طبقات فرعی | رژیم اصلی |
|--|------------|-----------|
| LN < ۲۰ pet% یا ۰,۲۲ < HI < ۰,۸۸ و ... | Me(dry) | |

منبع: نگارندگان

همان‌طور که در بالا اشاره شد؛ برای تعیین رژیم رطوبتی ابتدا میزان تبخیر و تعرق بالقوه ماهانه محاسبه شد. رژیم‌های رطوبتی به شش گروه اصلی و چهارده نوع فرعی تقسیم می‌شوند که شامل: مرطوب، مدیترانه‌ای، مونسون، استپی، بیابانی و نیمه‌خشک است که فقط نوع مدیترانه‌ای خشک (Me) که در منطقه مورد مطالعه موجود بود در جدول بالا درج گردیده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود برای بررسی رژیم رطوبتی از شاخص‌های تبخیر و تعرق مطلق (Pet)، تداوم فصل خشک و مرطوب، شاخص رطوبتی ماهانه (HI) و سالانه، میزان آبشویی خاک (Ln) است. شاخص آبشویی بر مبنای تفاوت بارش با تبخیر و تعرق پتانسیل در کل دوره مرطوب است. شاخص آبشویی

اهمیت زیادی دارد، اگر میزان این شاخص در یک ایستگاه هواشناسی بالا باشد، در حقیقت نمادی از ضریب اعتماد بالا و غلبهٔ شرایط مرطوب بر خشکی است. ساده‌ترین روش برای محاسبه تبخیر و تعرق رابطه‌ای است که به‌وسیله پاپاداکیس ارائه شده است (کواتا ۱۳۵۵). این رابطه به شرح ذیل است (شائمی، ۱۳۸۳).

$$E=0.5625(ema-emi-2)$$

در این رابطه E_{ma} و E_{mi-2} به ترتیب برابر است با فشار بخار اشباع مطابق با حداکثر و حداقل دمای ماهانه (که با مراجعه به جدول مخصوص پاپاداکیس به دست می‌آید) و 0.5625 ثابت پاپاداکیس می‌باشد. سپس بر اساس نسبت بارش به تبخیر و تعرق بالقوه (R/E)، شاخص رطوبتی (HI) ماهانه و سالانه تعیین شد. در ایستگاه‌هایی که دارای دورهٔ مرطوب ($R>E$) بودند، شاخص آبشویی (Ln) به‌منظور تعیین نوع ماه از نظر شرایط رطوبتی محاسبه گردید. ماه‌های سال بر مبنای رابطه بین بارش، تبخیر و آب ذخیره در خاک به سه نوع (مرطوب، میانه و خشک) تقسیم شد که روابط آن به شرح ذیل است (همان منبع):

$$1- \text{خشک } R+WS<50/Pet; \quad 2- \text{میانه } R+WS>50\%Pet; \quad 3- \text{مرطوب } R>Pet$$

در روابط فوق بارش با حرف R ، آب ذخیره در خاک با حروف WS و تبخیر و تعرق بالقوه با Pet نشان داده شده است. شاخص آبشویی (Ln) طبق رابطه‌ی زیر محاسبه گردید. برای دوره‌ی میانه و خشک $Ln=(R+WS)-E$ و برای دورهٔ مرطوب $Ln=\sum(R-E)$ در مرحله‌ی بعد با استفاده از شاخص‌ها و آستانه‌های تعریف شده در جدول ۵ نوع رژیم رطوبتی هر ایستگاه معین شد. در آخر رده اقلیمی در سطح ایستگاه‌های منتخب بر اساس نوع رژیم حرارتی و رطوبتی طبق جدول ۶ تعریف شد.

جدول ۶: انواع اقلیم موجود در ایستگاه‌های منتخب به روش پاپاداکیس

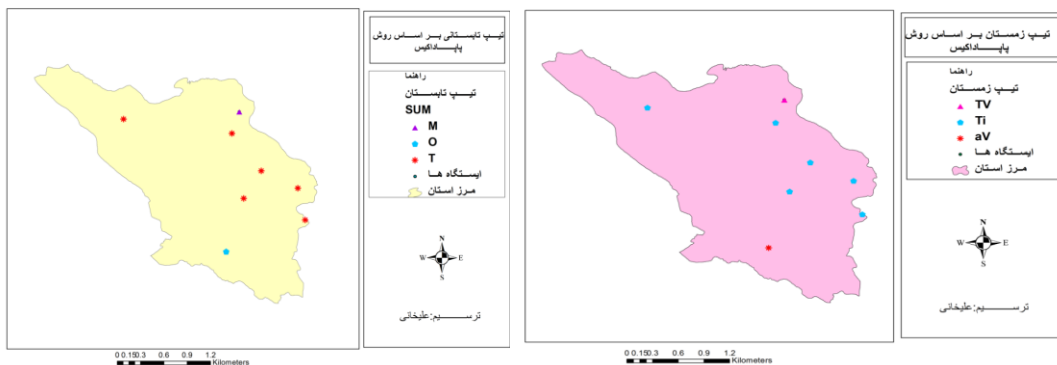
| رژیم رطوبتی | رژیم حرارتی | نوع اقلیم |
|-------------|-------------|----------------------|
| | | ۶- اقلیم مدیترانه‌ای |
| ME.Me | Co1.Co2.Co3 | ۶-۷ بری |

در مرحله بعد از در محیط ArcGIS ۳/۹ و با استفاده از لایه DEM و تکنیک IDW نقشه پهنه‌بندی برخی از شاخص‌های کلیدی در روش پاپاداکیس ترسیم شد. در ادامه نتایج برآورد هر ایستگاه در محیط نرم‌افزار در جهت توزیع مکانی در سطح منطقه مورد مطالعه به‌صورت علائم مختلف مشخص گردید. در این پژوهش از محیط نرم‌افزار Spss برای ارزیابی اولیه داده‌ها نیز استفاده شده است.

نتایج و بحث

شرایط دمای تابستان

در این روش بر اساس شرایط دمای تابستان و پتانسیل‌های گرمایی، نه طبقه حرارتی قابل تشخیص است که فقط سه تیپ تابستانی در بین ایستگاه‌های منتخب استان وجود دارد که شامل: ذرت، برنج، و گندم گرم‌تر می‌باشد. بررسی و تحلیل شرایط دمای تابستان بر اساس روش پاپاداکیس نشان‌دهنده این واقعیت است که، ایستگاه لردگان واقع در جنوب استان که دارای آب‌وهوای گرم‌تری باشد؛ در طبقه حرارتی برنج (O) قرار می‌گیرد. از نظر آگروکلیمایی این تیپ برای کشت برنج و محصولات با نیازهای گرمایی نظیر آن مناسب است اما برای پنبه و محصولات مشابه آن مناسب نیست. ایستگاه پل زمان خان به علت اعتدال نسبی دارای تیپ تابستانی از نوع ذرت (M) می‌باشد. در این تیپ برنج یک محصول حاشیه‌ای است. بقیه ایستگاه‌ها که در نیمه شرقی و استان (بروجن، امام قیس، دزک، شهرکرد و آورگان) و شمال غرب و مناطق مرتفع‌تر استان (کوه‌رنگ) واقع هستند، دارای تیپ تابستانی از نوع گندم (T) که دارای نیاز حرارتی کمتری است می‌باشند (شکل ۲). در حقیقت از نقطه نظر شرایط آگروکلیمایی ایستگاه‌هایی که در این تیپ قرار می‌گیرند برای کشت گندم و غلاتی نظیر آن که نیازهای حرارتی مشابه دارند؛ مناسب بوده اما برای ذرت مناسب نیستند.



شکل ۳: تیپ زمستانی به روش پاپاداکیس

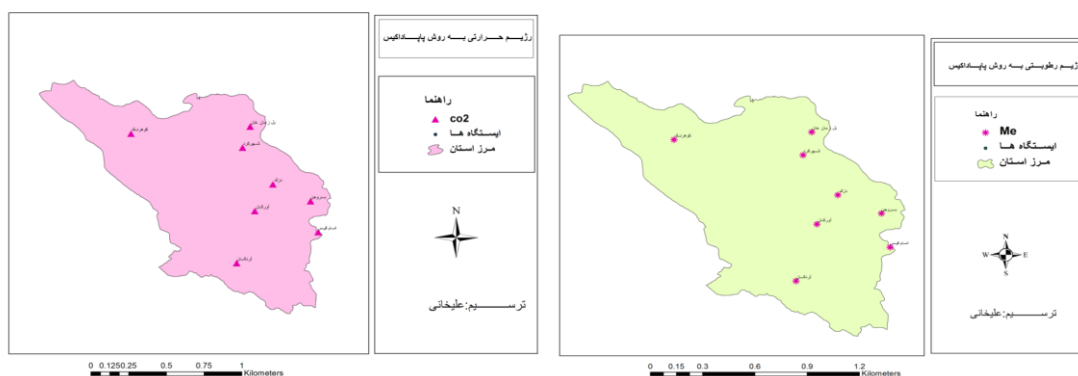
شکل ۲: تیپ تابستانی به روش پاپاداکیس

شرایط دمای زمستان

بر اساس شرایط دمایی زمستان و بر مبنای حساسیت و درجه پایداری گیاهان به سرما، شش طبقه مختلف حرارتی در نظر گرفته شده است. همان‌طور که در شکل ۳ دیده می‌شود؛ سه طبقه مختلف حرارتی در ایستگاه‌های منتخب استان مشاهده می‌شود. بدین‌صورت که ایستگاه لردگان از نظر شرایط زمستانی در طبقه جو سردتر (av) قرار دارد. ایستگاه پل زمان خان در طبقه گندم جو (TV) قرار دارد و ایستگاه‌های واقع در مناطق مرتفع‌تر (بروجن، امام قیس، دزک، شهرکرد، آورگان و کوه‌رنگ) در طبقه گندم گرم‌تر (Ti) قرار دارند. این طبقه حرارتی دارای اعتدال کافی برای گندم زمستانه است.

رژیم حرارتی

پاپاداکیس دوازده رژیم اصلی و چهل رژیم فرعی حرارتی را در سیستم خود وضع کرده است که بستگی به شرایط دمایی تابستان و زمستان دارد. مثال، رژیم حرارتی از نوع قاره‌ای (بری)، که ایستگاه‌های منتخب را شامل می‌شود؛ در صورتی است که تابستان از نوع M و O زمستان از نوع Ti باشد (جدول ۴). در هر منطقه حرارتی که به کمک آن انواع اقلیم از یکدیگر جدا می‌شوند، از اسامی جغرافیایی خاصی استفاده شده که از حیث دما دارای شرایط تابستانی و زمستانی خاص برای محصولی معین می‌باشند (شکل ۴ بررسی رژیم‌های حرارتی در سطح ایستگاه‌های منتخب واقع در استان چهارمحال و بختیاری نشان می‌دهد که تمام ایستگاه‌ها از نظر رژیم حرارتی در طبقه Co2 قاره‌ای (بری) قرار می‌گیرند.

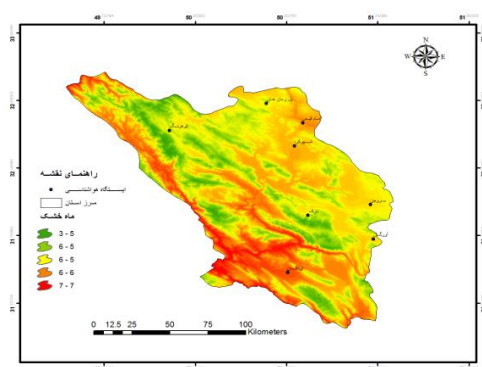


شکل ۵: رژیم رطوبتی به روش پاپاداکیس

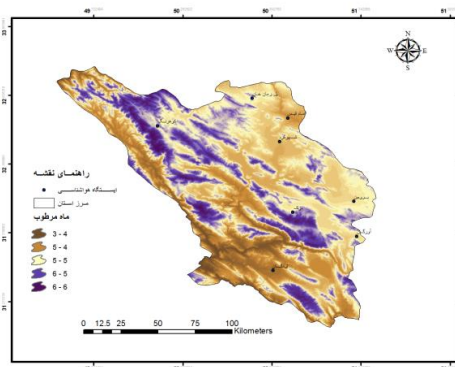
شکل ۴: رژیم حرارتی به روش پاپاداکیس

رژیم رطوبتی و شاخص رطوبتی

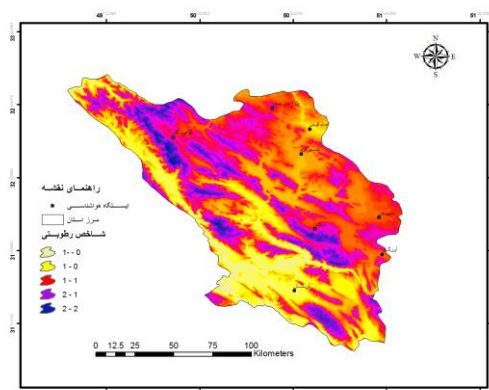
از نظر شاخص فصلی رطوبت، سه وضعیت وجود دارد که عبارت‌اند از خشک، میانه و مرطوب. فصل میانه همبستگی زیادی با فصل مرطوب دارد که این ناشی از آثار تراز مثبت آب ذخیره شده در خاک طی ماه‌های مرطوب در بیلان آبی این ایستگاه‌ها است ایستگاه‌های کوه‌رنگ، آورگان، دزک، لردگان و امام قیس از ماه نوامبر تا آوریل مرطوب می‌باشند. اردیبهشت فصل میانه است و بقیه ماه‌ها از ژوئن تا اکتبر خشک می‌باشند. ایستگاه بروجن از ماه دسامبر تا مارس مرطوب است و آوریل و می فصول میانه هستند و بقیه ماه‌ها خشک می‌باشند. ایستگاه پل زمان خان از ماه دسامبر تا مارس مرطوب است و آوریل فصل میانه و می تا نوامبر فصول خشک هستند. ایستگاه شهرکرد از ماه نوامبر تا مارس مرطوب می‌باشد و آوریل و می فصول میانه هستند و بقیه ماه‌ها خشک می‌باشند (شکل‌های ۶ و ۷). شاخص رطوبتی سالانه از ۰/۳۷ در ایستگاه‌های بروجن و پل زمان خان تا ۲/۴۲ در ایستگاه کوه‌رنگ در نوسان است (شکل ۸). همچنین میزان آیشویی نیز از ۹۳/۷ در ایستگاه بروجن تا ۱۱۴۴/۹ میلی‌لیتر در کوه‌رنگ در نوسان است (شکل ۹).



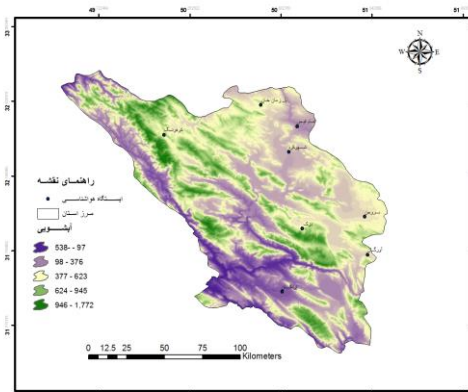
شکل ۷: تعداد ماههای خشک



شکل ۶: تعداد ماههای مرطوب



شکل ۹: پهنه‌بندی شاخص‌های آشویی



شکل ۸: پهنه‌بندی شاخص‌های رطوبتی

به‌طور کلی بررسی شاخص‌های اشاره شده در بالا نشان می‌دهد که از نظر شرایط رطوبتی تمام ایستگاه‌های استان در طبقه Me (مدیترانه‌ای خشک) قرار دارند (نقشه ۵) البته اغلب ایستگاه‌های ایران در گروه رطوبتی مدیترانه‌ای نیمه‌خشک (Me)، مدیترانه‌ای خشک (me) و بیابان مدیترانه‌ای (de) واقع شده‌اند.

رده اقلیمی (اقلیم مدیترانه‌ای بری)

در این گروه از اقالیم، غلات زمستانی (گندم و غیره) از محصولات اصلی دیم به شمار می‌روند. تقسیمات زیر گروهی بر مبنای گرمی تابستان، سختی زمستان و فراوانی خشک‌سالی می‌باشند. تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه در این گروه قرار دارند جدول (۷). در این اقلیم گندم به‌طور متناوب متحمل خشک‌سالی می‌شود. گندم زمستانه محصول اصلی دیم است.

جدول ۷: نتایج بررسی شاخص‌های پاپاداکیس در ایستگاه‌های منتخب

| نام ایستگاه | بارش سالانه | دمای سالانه | تبخیر و تعرق | فصل عاری از یخبندان | نوع تابستان | نوع زمستان | رژیم حرارتی | رژیم رطوبتی |
|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| شهرکرد | ۳۳۴,۲ | ۱۲,۲ | ۷۲۸,۸ | AVL ۲,۵-۴,۵ | T | Ti | CO2 | Me |
| لردگان | ۵۷۸,۱ | ۱۵,۵ | ۹۳۸,۷ | Mi >۴ | O | av | CO2 | Me |
| بروجن | ۲۵۹ | ۱۰,۹ | ۶۸۶,۲ | AVL ۲,۵-۴,۵ | T | Ti | CO2 | Me |
| کوه‌رنگ | ۱۳۵۹,۱ | ۹,۵ | ۵۵۹,۷ | AVL ۲,۵-۴,۵ | T | Ti | CO2 | Me |
| آورگان | ۵۳۳ | ۱۰,۵ | ۵۸۰,۵ | AVL ۲,۵-۴,۵ | T | Ti | CO2 | Me |
| امام قیس | ۶۱۶ | ۱۱,۱ | | AVL ۲,۵-۴,۵ | T | Ti | CO2 | Me |
| دزک | ۴۲۶,۴ | ۱۱,۸ | ۷۸۴,۰۵ | AVL ۲,۵-۴,۵ | T | Ti | CO2 | Me |
| پل زمان خان | ۳۳۳,۹ | ۱۳,۲ | ۸۸۵ | AVL >۴,۵ | M | TV | CO2 | Me |

ادامه جدول، ۷

| نام ایستگاه | ماه‌های مرطوب | ماه‌های میانه | ماه‌های خشک | شاخص رطوبتی | آب شویی | رده اقلیمی |
|-------------|---------------|---------------|-------------|-------------|---------|------------|
| شهرکرد | Nov-Mar | Apr-May | Jon-Oct | ۰,۴۳ | ۱۴۹,۲ | ۶,۷,۸ |
| لردگان | Nov-Apr | - | Jon-Oct | ۰,۶۱ | ۳۱۵,۵ | ۶,۷,۳,۱ |
| بروجن | Dec-Mar | Apr-May | Jon-Nov | ۰,۳۷ | ۹۳,۷ | ۶,۷,۸ |
| کوه‌رنگ | Nov-Apr | May | Jon-Oct | ۲,۴۲ | ۱۱۴۴,۹ | ۶,۷,۷ |
| آورگان | Nov-Apr | May | Jon-Oct | ۰,۹۱ | ۳۶۱,۶ | ۶,۷,۷ |
| امام قیس | Nov-Apr | May | Jon-Oct | ۰,۹۷ | ۴۳۸,۵ | ۶,۷,۷ |
| دزک | Nov-Apr | May | Jon-Oct | ۰,۵۶ | ۲۵۰,۲ | ۶,۷,۷ |
| پل زمان خان | Dec-Mar | Apr | May-Nov | ۰,۳۷ | ۱۰۴,۳ | ۶,۷,۸ |

منبع: نگارندگان

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش نشان می‌دهد که ایستگاه‌های منتخب در گروه اقلیم مدیترانه‌ای بری قرار می‌گیرند. در این گروه غلات زمستانی از محصولات اصلی دیم به شمار می‌رود. گندم دیم به‌طور متناوب متحمل خشک‌سالی می‌شود. انواع اقلیم در این گروه بر مبنای گرمی تابستان، سختی زمستان و فراوانی خشک‌سالی است. در اغلب ایستگاه‌های منتخب دوره مرطوب از ماه نوامبر تا آوریل است و دوره خشک از اواخر بهار (ژوئن) تا اوایل پاییز (اکتبر) به درازا می‌کشد. فصل میانه بسیار کوتاه بوده و به اواسط بهار (می) محدود می‌شود. تحلیل شرایط دمای تابستانی نشان می‌دهد که اغلب ایستگاه‌ها دارای تیپ تابستانی از نوع گندم (T) هستند فقط یک ایستگاه در نواحی پست‌تر جنوبی (لردگان) با آب‌وهوای گرم‌تر در طبقه حرارتی برنج (O) در روش پاپاداکیس قرار می‌گیرد، از نظر آگروکلیمایی این تیپ برای کشت برنج و محصولات نظیر آن مناسب است اما برای پنبه و محصولات مشابه آن مناسب نیست. در نواحی کوهپایه‌ای استان (پل زمان خان) با اعتدال نسبی دما، تیپ تابستانی از نوع ذرت (M) وجود دارد. در این تیپ برنج یک محصول حاشیه‌ای است. در مناطق نسبتاً سرد و کوهستانی که در نیمه شرقی استان (بروجن، امام قیس، دزک، شهرکرد و آورگان) و شمال غرب استان (کوه‌رنگ) واقع هستند، دارای تیپ تابستانی از نوع گندم گرم‌تر (T) می‌باشند، از نظر آگروکلیمایی شرایط حرارتی این تیپ برای کشت گندم مناسب بوده اما برای ذرت مناسب نیست. تحلیل دمای زمستانی ایستگاه‌ها که بر مبنای حساسیت

و درجه پایداری گیاهان به سرما است نشان می‌دهد که تمامی ایستگاه‌های منتخب در سه طبقه مختلف حرارتی قرار می‌گیرند که شامل: طبقه جو سردتر (av)، طبقه گندم جو (TV) در مناطق سردسیر و طبقه گندم گرم‌تر Ti. بررسی شرایط حرارتی نشان می‌دهد که تمام ایستگاه‌ها از نظر رژیم حرارتی در طبقه قاره‌ای (بری) قرار می‌گیرند. از نظر شرایط رطوبتی تمام ایستگاه‌های استان در طبقه مدیترانه‌ای خشک قرار دارند. شاخص رطوبتی سالانه از ۰/۳۷ در ایستگاه‌های بروجن و پل زمان خان تا ۲/۴۲ در ایستگاه کوه‌رنگ در نوسان است. میزان آبرویی نیز از ۹۳/۷ در ایستگاه بروجن تا ۱۱۴۴/۹ میلی‌لیتر در کوه‌رنگ در نوسان است. بررسی شاخص‌های تابستانی، زمستانی و حرارتی و رطوبتی روش پایاداکیس نشان می‌دهد که، در نواحی مرتفع‌تر استان مانند ایستگاه‌های کوه‌رنگ، بروجن، امام قیس، اورگان، شهرکرد و دزک شرایط برای کشت غلات زمستانی که نوع بارز آن گندم و جو است؛ مساعد می‌باشند. ایستگاه پل زمان خان به دلیل اعتدال نسبی و آب‌های سطحی امکان کاشت محصولات باغی که نمونه بارز آن گردو و بادام است را دارا می‌باشد. ایستگاه لردگان نیز برای کاشت محصول برنج و محصولاتی نظیر آن مناسب است. نتایج حاصل از این پژوهش بر مبنای شرایط اقلیمی و نیازهای اکولوژیکی محصولات مختلف برای توسعه پایدار کشاورزی در آینده حائز اهمیت است. نتایج اجرای این روش تصویر خوبی از تنوع شرایط اگر و اکولوژی در سطح استان چهارمحال و بختیاری را به دست می‌دهد که می‌تواند در ترسیم نقشه راه در امر توسعه کشاورزی استان مفید باشد.

منابع

- ۱- آتونی، ه. (۱۳۸۲): واکنش‌های گیاهان زراعی به محیط رشد، (ترجمه، کافی، محمد) دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۲- احمدی، ح. (۱۳۸۹): بررسی شرایط آگروکلیمایی کشت سیب‌زمینی در سطح ایستگاه‌های منتخب استان ایلام، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور مرکز اصفهان.
- ۳- فرج زاده، م، و تکلوییغش، ع. (۱۳۸۰): ناحیه بندی آگروکلیمایی استان همدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۱.
- ۴- قطره سامانی، س، و قطره سامانی، م. (۱۳۸۶): پهنه‌بندی آگروکلیماتولوژی استان چهارمحال و بختیاری از نظر قابلیت کشت گردو با استفاده از GIS، اداره آب‌وهوا شناسی استان چهارمحال و بختیاری.
- ۵- کوانتا، مهندسین مشاور، (۱۳۵۵): برآورد نیازها و محدودیت‌های کشاورزی ۱۵ محصول اصلی ایران، سازمان هواشناسی کشور.
- ۶- مظفری، غ. (۱۳۸۲): اصول و مبانی هواشناسی کشاورزی، چاپ اول، انتشارات نیک پندار.
- ۷- محمدی، ح. (۱۳۸۶): آب‌وهوا شناسی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.
- ۸- میان‌آبادی، آ، و نظامی، ا. (۱۳۸۸): بررسی و پهنه‌بندی تنش‌های گرمایی مؤثر بر محصولات کشاورزی استان خراسان رضوی با استفاده از GIS، مجله آب‌و‌خاک، جلد ۲۳، شماره ۲، صص، ۱۱۴-۱۰۴.
- ۹- ج.ه. چنگ (۱۳۷۴): کشاورزی آب‌وهوا، ترجمه علیزاده، امین، کوچکی، عوض. انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ اول.
- ۱۰- سعیدی، ن، و عظیمی، ف. (۱۳۸۸): پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی جنوب و جنوب غرب ایران با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، سال اول شماره ۴.

- ۱۱- شائمی برزکی، ا. (۱۳۸۳): بررسی اثرات گرمایش جهانی بر مناطق بیوکلیمایی ایران، پایان‌نامه دوره دکتری گروه جغرافیای دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا.
- ۱۲- عزیزی، ق و شائمی برزکی، ا. (۱۳۸۳): ارزیابی تنوع اقلیمی و استعدادهای کشاورزی ایران به روش پاپاداکیس، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۹.
- ۱۳- فلاح قاهره‌ری، غ، احمدی، ح. (۱۳۹۴): برآورد آستانه‌های فنولوژیکی کشت زعفران در استان اصفهان بر اساس درجه حرارت روزانه، نشریه زراعت و فناوری، جلد ۳، شماره ۱، صص، ۴۵-۶۵.
- ۱۴- قاسمی دهکردی، و. ر، محمودی، ش، غفاری، ع. ا، دپائو، و. (۱۳۸۷): پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی با روش یونسکو و شاخص خشکی تعدیل شده در بخشی از استان‌های آذربایجان شرقی و اردبیل. نشریه علوم کشاورزی ایران، ۳۹ (۲): ۲۸۹-۲۸۱.
- ۱۵- کمالی، غ. (۱۳۷۰): بررسی شرایط هم اقلیمی پنبه و چغندر قند از دیدگاه اکولوژی زراعی در استان خراسان. رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی، دانشکده کشاورزی.
- ۱۶- محمد نیاز قرایی، س. محمدی، ح. (۱۳۹۲): ناحیه بندی اقلیم کشاورزی محصول گندم در استان خراسان رضوی بر اساس دما و بارش با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS). مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره بیست و یکم، صص، ۴۳-۵۷.

- 17- Bazgeer. (2006): Pre Harvest Wheat Yield Prediction Using Agro Met - Spectral – Trend - Yield Models For Shiarpur and Rupnagar Districts of Panjab; Joral of The Indian Society of Remot Sensing Vol. 34 No 3 Pp. 269- 270.
- 18- FAO, (1993): Agro-Ecological Assessment For National Planning: The Example of Kenya.
- 19- Feberio c & et. al. (2002): Production of Muskmelon Under Controlled Deficit Irrigation in A Semi-Arid Climate, Agricultural Water Management.
- 20- Hernands(Henan's).F & et al (2015): Phonological Grouch Stages of Jujube Tree, Annals of Applied Biology, Vol. 166, Issue. 1, Pp 136-142.
- 21- Holden, N. M., & Brereton, A. J. (2004): Definition of Agro Climatic Regions in Ireland Using Hydro-Thermal and Crop Yield Data. Agricultural and Forest Meteorology, 122(3), 175-191.
- 22- Graef, F., Lawrence, P., and Von Oppen. (2000): Adapted Farming in West Africa: Issues, potentials and Perspectives: Final Report (1986-1999) of The Special Research Programme 308 "Adapted Farming in West Africa". Grauer Publication. Germany.
- 23- Larnpurlanes, get al (2016): Long Term Analysis of Soil Water Conservation and Crop Gild Under Different Tillage Systems in Mediterranean Rain Fed Conditions, Field Crops Research. Vol. 189. Pp 59-67.
- 24- Martin. I and it al (2007): Tillage and Crop Rotation Effects on Barley Field and Soil Nutrients on a Colciortidic–Haploxeralf, Soil & Tillage Research, Vol. 92- p 1-9.
- 25- Mearns. k & Whitaker. R (2003): Softly Climate, Safety Management Practice and Safety Performance in Off Shore Environments, Safety Science, Vol. 41, Issue 8, Pp. 641-680.
- 26- Moreno, M. Vegetation (2008): Succession in Reclaimed Coal Mining Slopes in a Mediterranean - Dry Environment, Ecological Engineering, Vol. 34, Issue. 2, Pp. 158-178.
- 27- Papadakis, j. (1966): Climate of The World and Their Agricultural Potentialities, Buenos Aires. Pp. 1-48.
- 28- Rathove, P.S. (2005): Techniques and Management of Field Crop Production Agro Bios Indian.
- 29- Veron, Santiago. (2004): International Variability of Wheat Yield in The Navigating Pampas During The 20 Century. Agricultural Ecosystem and Environment. Vol. 103.
- 30- Von Wart, G & et al (2013): Use of Egro- ClimaticZ to Upscale Simulated Erop Field Potential, Field Crops Research, Vol. 143. Pp. 44-55.
- 31- Zhang. X. (2016): Peficiencies (Deficiencies) In The Simulation of Geographic Distribution of Climate Types By Global Climate Model.