

پژوهش‌های جغرافیایی - شماره ۴۹، پائیز ۱۳۸۳

صص ۷۱-۹۲

ارزیابی تنوع و استعداد های کشاورزی ایران به روش پاپاداکیس^۱

دکتر قاسم عزیزی - استادیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران*

اکبر شامی - استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور**

پذیرش مقاله: ۸۱/۱۲/۲۶

چکیده

شناخت دقیق و هم‌زمان واقعیت‌های اقلیمی و پدیده‌های اکولوژیکی مستلزم بکارگیری روشی است که از کلی‌گویی در آن اجتناب شده و بر مبنایی محکم استوار باشد. طبقه‌بندی اقلیمی پاپاداکیس که تأکید آن بر نقش عوامل بوم‌شناختی است، با دارا بودن بیش از ۴۴۰ زیرگروه اقلیمی و علیرغم پیچیدگی خاص خود چنین امتیازی را دارا است.

در این مقاله ضمن معرفی اجمالی روش پاپاداکیس، داده‌های هواشناسی ۳۸ ایستگاه منتخب در ایران پردازش و با استفاده از روش فوق‌مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. معیارهای این روش عبارتند از: سختی زمستان و گرمی تابستان، طول فصل بدون یخبندان، تبخیر و تعرق پتانسیل، بیلان آبی و توزیع فصلی آن. دستاوردها بیانگر آن است که از نظر شرایط دمایی تابستانی ۹۰ درصد از ایستگاه‌ها در طبقه پنبه^۱ و ۱۰ درصد در طبقه ذرت^۳ قرار دارند. با توجه به شرایط دمای زمستانی، ایستگاه‌های مورد بررسی از تنوع بیشتری برخوردارند، به نحوی که ۳۷ درصد در طبقه مرکبات^۴، ۳۴ درصد در طبقه جو^۵، ۲۶ درصد در طبقه گندم^۶ و ۳ درصد در طبقه حاره‌ای^۷ قرار دارند. به‌طور کلی ایستگاه‌های فوق از نظر رژیم حرارتی ۴۰ درصد در گروه جنب حاره‌ای و ۶۰ درصد دارای رژیم حرارتی بری و از نظر رژیم رطوبتی در دو گروه مدیترانه‌ای (۵۵ درصد) و بیابانی (۴۵ درصد) هستند. شاخص فصلی رطوبت نشان می‌دهد که ۴۵ درصد

۱- این روش در طرحی جامع‌تر توسط نگارندگان در دست اجراست.

*- E-Mail: ghazizi@ut.ac.ir

**E-Mail: barzuk2000@yahoo.com

2- Gossypium

3- Maize

4- Citrus

5- Avena

6- Triticum

7- Tropical

از ایستگاه‌ها فاقد فصل مرطوب می‌باشند. نتیجه نهایی بیانگر آن است که کل ایستگاه‌ها در ۷ گروه، ۱۱ نوع و ۲۱ تیپ خرد اقلیمی قرار دارند. این امر مبین تنوع زیاد اگروکلیمایی ایران و همین‌طور توانایی بالای روش پاپاداکیس در نمایش جزئیات و خرده نواحی اقلیمی است.

واژگان کلیدی: پاپاداکیس، بوم شناختی، طبقه‌بندی، اگروکلیم، سختی زمستان، گرمی تابستان، آستانه.

مقدمه

علیرغم دستاوردهای زیادی که در زمینه به‌نژادی، فناوری، آبیاری، کنترل آفات و علف‌های هرز و بیوتکنولوژی حاصل شده، هنوز هم اقلیم از عوامل اصلی و تعیین‌کننده در جغرافیای کشاورزی است. (کوچکی ۱۳۷۶). "یکی از راه‌های اساسی برای توسعه و ارتقاء فعالیت‌های زراعی در کشور، استفاده بهینه از اراضی متناسب با شرایط اکولوژیک آنهاست" (فرج‌زاده ۱۳۸۰) و "به‌طور کلی برنامه‌ریزی‌های کشاورزی در ارتباط با مسائل کاشت، داشت و برداشت، آفات، آبیاری و ... بدون شناخت تأثیر و کنترل ماهیت اقلیم، توفیق چندانی نخواهد داشت" (علیجانی و کاویانی ۱۳۷۱). لذا برای شناخت مشکلات و مسائل موجود در رابطه با اقلیم و کشاورزی، تعیین نواحی اقلیم کشاورزی الزامی است. علاوه بر نقش و اهمیت آستانه‌های فیزیولوژیک در مطالعه شرایط کشت، از آنها برای پیش‌بینی وضعیت کشت که در نتیجه تغییرات اقلیمی رخ خواهند داد نیز استفاده می‌شود. کنی و دیگران (۲۰۰۰) از سه نوع آستانه‌های بیوفیزیکی، جغرافیایی و مدیریتی برای ارزیابی شرایط آینده کشاورزی از نقطه نظر نوع محصول در نیوزلند استفاده کردند. چنین کارهایی با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی میسر می‌شود؛ چرا که "تنوع و تعدد اقلیم‌ها در مقیاس جهانی و حتی منطقه‌ای دسته بندی و یا طبقه بندی اقلیمی را امری اجتناب‌ناپذیر نموده است" (عزیزی ۱۳۸۰). "سیستم طبقه‌بندی اقلیمی مجموعه قواعدی است که با بکارگیری آنها می‌توان مناطقی را که از نقطه‌نظرهای معین ویژگی‌های مشترکی را داراست از همدیگر جدا نموده و نواحی همگن را در یک طبقه قرار داد" (حجتی‌زاده ۱۳۷۱). انتخاب یک طبقه‌بندی جامع و مطلوب بستگی به اهداف محقق دارد. "طبقه‌بندی‌ها اهداف مختلفی را چون کاربری اراضی، توان‌های اقلیم کشاورزی، پوشش گیاهی و تولید محصول تعقیب می‌نمایند (پری و دیگران ۱۹۸۸). در این زمینه می‌توان به برخی از کارهای تحقیقی که مبنای بوم‌شناختی^۱ و اگروکلیمایی^۲ دارند، اشاره کرد: ماوی و دیگران (۱۹۷۹)، دوگال ورام (۱۹۷۸)، شارما و دیگران (۱۹۷۸)، ردی (۱۹۸۳)، ماوی و ماهی (۱۹۷۸)، ویشر (۱۹۵۵)، سیلیانف (۱۹۵۷)، یوجی‌ما (۱۹۶۲)، هارگروز (۱۹۷۱)، سارکر (۱۹۸۰)، فائو (۱۹۹۴)، هولدریج (۱۹۴۷)، کوپن (۱۹۱۸)، پاپاداکیس (۱۹۷۵ و ۱۹۶۶)، پرنیس (۱۹۹۰)، و بوکس (۱۹۷۶) (به نقل از بورگوس ۱۹۹۵).

تعداد زیادی از روش‌های طبقه‌بندی بیوکلیمایی^۳ موجود در سطح جهانی بر مبنای جامعه گیاهی^۱ و رژیم‌های اقلیمی وضع گردیده‌اند (گنس ۱۹۹۳) که در آنها رده‌های اقلیمی بر مبنای نوع جامعه گیاهی همراه نامگذاری

1-Ecological

2- Agro climatic

3- Bioclimatic classification

می‌شوند" و از نام‌هایی که ریشه اقلیمی دارند برای معرفی تیپ‌های گیاهی استفاده می‌شود. " این امر به ما اجازه می‌دهد که توزیع انواع پوشش‌های گیاهی را برای انواع اقلیم شبیه‌سازی کنیم" (پرتیس و فونگ ۱۹۹۰). روش طبقه‌بندی پاپاداکیس چنین امتیازی را دارا است.

کلیات روش پاپاداکیس^۲

روش طبقه‌بندی پاپاداکیس به تدریج و همراه با پژوهش‌های وی در زمینه اقلیم، کشاورزی، آب و خاک و پدیده‌های اکولوژیکی طی سال‌های ۱۹۲۹، ۱۹۳۸، ۱۹۵۲، ۱۹۶۰، ۱۹۶۶ و در نهایت ۱۹۷۵ تکامل یافت. در این روش علیرغم استفاده از اصطلاحاتی که نقش هواشناسی کشاورزی^(۳) را در تعیین محدوده‌های اقلیمی آشکار می‌کند بر شاخص‌هایی تأکید شده که از نقطه‌نظر اکولوژیکی حائز اهمیت است. ویژگی دیگر این روش آن است که در واحدهای اقلیمی خردتر "انطباق رده‌های اقلیمی با مسائل کشاورزی به گونه صحیح‌تری بیان می‌شود" (بورگوس ۱۹۹۵). این روش توسط سازمان خوار و بار و کشاورزی جهانی (فائو) در دهه هشتاد برای تهیه نقشه اکولوژیک محصولات کشاورزی در غرب آفریقا استفاده شده است. پاپاداکیس (۱۹۷۵) با استفاده از متغیرها و شاخص‌هایی چون متوسط حداکثرها و حداقل‌های دما، درجه حرارت شب، اثرات ثمردهی دماهای پایین، شدت و سختی زمستان^۳، گرمی تابستان^۴، تداوم فصل بدون یخبندان، تبخیر و تعرق پتانسیل^۵، کمبود اشباع نیمروز^۶ و بیلان آبی روش خود را تکمیل کرد (لنکا ۱۹۹۸). مینن و دیگران (۲۰۰۰) نیز از آستانه‌های حرارتی و رطوبتی برای ارزیابی عملکرد گیاهان زراعی در آلمان و کنگو به‌طور مقایسه‌ای استفاده کردند.

برای بکارگیری این روش، عناصر اقلیمی مورد نیاز عبارتند از: متوسط بارش ماهانه و سالانه، متوسط سالانه دما و حداکثر، حداقل و میانگین ماهانه دما و همین‌طور حداکثر و حداقل مطلق دمای همراه می‌باشد. در این روش ابتدا رژیم حرارتی مشخص می‌شود. برای تعیین رژیم حرارتی نیاز به تعیین شرایط دمای تابستانی و زمستانی هر ایستگاه است. مرحله بعدی، تعیین رژیم رطوبتی است که برای تعیین رژیم رطوبتی از شاخص‌هایی چون میزان تبخیر و تعرق بالقوه، مقدار آب‌شویی و همین‌طور شاخص فصلی رطوبت، میزان و توزیع فصلی بارش استفاده می‌شود. در نهایت براساس انواع رژیم حرارتی و رطوبتی، انواع اقلیم اصلی و فرعی هر ایستگاه تعیین می‌گردد. در ادامه هر یک از شاخص‌های فوق به‌طور اجمال تشریح می‌گردد و برای شرح تفصیلی آنها به منبع شماره (۱۹) مراجعه شود.

1- vegetation association

2- Papadakis

3- Winter severity

4- Summer heat

5- Potential Evapotranspiration

6- Midday saturation deficit

۱- شرایط دمای زمستان

در این روش براساس شرایط دمایی زمستان و بر مبنای حساسیت و درجه پایداری گیاهان به سرما، شش طبقه مختلف حرارتی در نظر گرفته شده که شامل: طبقه محصولات استوایی، محصولات حاره‌ای. مرکبات، جو دو سر، گندم و محصولات بهاری است. شرایط حرارتی در طبقه استوایی برای رشد نخل روغنی و کائوچو مطلوب است؛ اما طبقه حاره‌ای علیرغم این که فاقد یخبندان است، چنین امکانی را ندارد و در طبقه مرکبات یخبندان‌های احتمالی وجود دارد و بالاخره در آخرین طبقه حرارتی، شدت زمستان به قدری است که همه محصولات در بهار کشت می شوند.

برای تعیین طبقات دمایی از برخی متغیرهای اقلیمی همچون متوسط حداقل، حداکثر و حداقل مطلق دمای سردترین ماه استفاده شده است. این متغیرها در واقع آستانه افت دما را معین می کنند. به عنوان مثال: حداقل مطلق دمای سردترین ماه برای طبقات استوایی و حاره‌ای بیش از 7°C و طبقه مرکبات $2/5^{\circ}\text{C}$ تا 7°C و متوسط حداکثر دمای سردترین ماه برای طبقات حاره‌ای بیش از ۲۱ و مرکبات ۱۰ تا ۲۱ می باشد، و بالاخره شاخص دمایی میانگین حداقل دمای سردترین ماه به ترتیب برای طبقات استوایی بیش از ۱۸، حاره‌ای ۸ تا ۱۸، مرکبات بیش از ۸ است. البته طبقات حرارتی برای تعیین نوع زمستان دارای تقسیمات فرعی تر نیز می باشند (جدول شماره ۱).

جدول ۱- تیپ‌های زمستان و محدوده‌های حرارتی آنها براساس ویژگی‌های اکولوژیکی

| ویژگی بوم‌شناسی | متوسط حداکثر دمای سردترین ماه | متوسط حداقل دمای سردترین ماه | پایین‌ترین دمای سردترین ماه | نوع | |
|--|-------------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------|
| | | | | EC | محصولات استوایی |
| دماهای حداقل برای رشد نخل روغنی نارگیل و کائوچو مناسب است. | - | $>18^{\circ}\text{C}$ | $>7^{\circ}\text{C}$ | EC | محصولات استوایی |
| عاری از یخبندان اما برای نخل روغنی نارگیل و کائوچو زیاد خنک است. | $>21^{\circ}\text{C}$ | $13-18^{\circ}\text{C}$ | $>7^{\circ}\text{C}$ | TP (گرم) | محصولات حاره‌ای |
| | $>21^{\circ}\text{C}$ | $8-13^{\circ}\text{C}$ | $>7^{\circ}\text{C}$ | tp (میانه) | |
| | $>21^{\circ}\text{C}$ | - | $>7^{\circ}\text{C}$ | tp (سرد) | |
| به قدر کافی برای مرکبات مناسب، اما فاقد یخبندان نیست. | $>21^{\circ}\text{C}$ | $>8^{\circ}\text{C}$ | $-2/5-7^{\circ}\text{C}$ | Ct (حاره‌ای) | مرکبات |
| | $10-21^{\circ}\text{C}$ | - | $-2/5-7^{\circ}\text{C}$ | Ci (مرکبات) | |
| زمستان برای محصولاتی نظیر جو مطلوب، اما برای مرکبات مناسب نیست. | $>10^{\circ}\text{C}$ | >-4 | -10 تا $-2/5^{\circ}\text{C}$ | Av (گرم‌تر) | جو دو سر |
| $5-10^{\circ}\text{C}$ | — | $>-10^{\circ}\text{C}$ | av (خنک‌تر) | | |
| دارای اعتدال کافی برای گندم زمستانه اما برای جو مناسب نیست. | $>5^{\circ}\text{C}$ | — | -10 تا -29°C | TV (گندم - جو) | گندم |
| $0-5^{\circ}\text{C}$ | — | $>-29^{\circ}\text{C}$ | Ti (گندم گرم‌تر) | | |
| $<0^{\circ}\text{C}$ | — | " | ti (گندم خنک‌تر) | | |
| عدم اعتدال کافی برای گندم زمستانه همه محصولات در بهار کشت می‌شوند. | $>17/8^{\circ}\text{C}$ | — | <-29 | Pr | محصولات بهاری |
| | $<17/8^{\circ}\text{C}$ | — | " | Pr | |

۲- شرایط دمای تابستان

با توجه به شرایط دمای تابستان، نه طبقه حرارتی در روش پاپاداکیس قابل تشخیص است که به ترتیب بر اساس پتانسیل‌های گرمایی و شرایط اقلیمی شامل: پنبه، قهوه، برنج، ذرت، گندم، تایگا، توندرا و غیره می‌شود.

معیارهای لازم برای تعیین شرایط تابستان عبارتند از: ۱- طول فصل عاری از یخبندان ۲- متوسط حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال ۳- متوسط حداکثر دمای n ماه گرم‌تر سال (جدول شماره ۲)

طول فصل عاری از یخبندان به سه حالت: حداقل، قابل دسترس و متوسط دسته بندی می شود. مبنای تعیین این حالات سه گانه متوسط ماهانه حداقل‌های مطلق دما می باشد. بدین صورت که مبنای حالت حداقل ۷ درجه و برای حالت قابل دسترس، ۲ درجه و برای متوسط، صفر درجه سانتی گراد می باشد. به عنوان مثال طول فصل عاری از یخبندان برای طبقه تابستانی پنبه (G) بدین صورت است که می بایست حداقل ۴/۵ ماه از سال دمای حداقل مطلق ماهانه بالای ۷ درجه سانتی گراد باشد.

همین‌طور طول فصل آزاد از یخبندان برای سایر طبقات به ترتیب عبارت است از: قهوه ۱۲ ماه بیش از ۷ درجه ژسنتی گراد، ذرت حداقل ۴/۵ ماه و گندم ۴/۵-۲/۵ ماه بیش از ۲ درجه سانتی گراد می باشد. در ارتباط با معیار سوم نیز به این صورت عمل می شود که مقدار n برای طبقه پنبه، قهوه، برنج و ذرت برابر ۶ ماه و برای گندم ۶-۴ ماه و برای بقیه انواع شرایط تابستانی بین ۴ الی ۱۲ ماه در نظر گرفته می شود.

علت وضع این شاخص‌ها و آستانه‌های سه گانه برای تعیین نوع تابستان، نیازهای مختلف گرمایی محصولات زراعی و پوشش‌های گیاهی طبیعی معرف برای ثمردهی و رشد در پاسخ به شرایط اکولوژیکی و خصوصیات فیزیولوژیکی است. به عنوان مثال شرایط گرمایی در طبقه تایگا برای استقرار جنگل و در طبقه آندی - آلی برای پوشش علفزار مطلوب است. در طبقه پنبه، تابستان برای ثمردهی پنبه و محصولات نظیر آن به قدر کافی طولانی و گرم است. چون قهوه و محصولات نظیر آن نیاز به شب‌های خنک دارد، لذا معدل حداقل روزانه همه ماه‌ها باید زیر ۲۰ درجه سانتیگراد باشد. در حالی که برای پنبه این میزان بیش از ۲۰°C است. در مورد متوسط دمای n ماه گرم‌تر سال (معیار ۳) این گونه است که برای مثال: متوسط حداکثر دمای ۶ ماه فصل گرم برای طبقات پنبه، قهوه و ذرت باید بیش از ۲۱ و برای برنج ۲۵-۲۱ درجه سانتی گراد است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، هرچه به طبقات انتهایی نزدیک‌تر می‌شویم، هم از مقدار عددی آستانه‌ها و هم از طول دوره گرم کاسته می‌گردد (شرح بیشتر در جدول شماره ۲).

جدول ۲- تیپ‌های تابستان و محدوده‌های حرارتی آن (درجه سانتی‌گراد)

| ویژگی بوم‌شناسی | معادل دمای حداکثر گرم‌ترین ماه | معادل حداکثر دمای n ماه گرم‌تر | طول فصل آزاد از یخبندان به ماه | نوع تابستان | |
|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------|
| تابستان به‌قدر کافی گرم و طولانی برای کشت پنبه | $> ۳۳/۵$ $< ۳۳/۵$ | > ۲۵ $n = ۶$ | ۵-حداقل $> ۴/۵$ | گرم‌تر (G) خنک‌تر (g) | پنبه |
| شب‌ها به‌قدر کافی خنک برای رشد قهوه عربی | $< ۳۳/۵$ | > ۲۱ n=۶ | حداقل ۱۲ | C | قهوه |
| فتوپریود و شرایط حرارتی برای برنج مناسب است اما برای پنبه مناسبیت ندارد | | ۲۱-۲۵ n=۶ | > ۴ حداقل | O | برنج |
| برنج یک محصول حاشیه‌ای است | | > ۲۱ n=۶ | قابل دسترس $> ۴/۵$ | M | ذرت |
| شرایط حرارتی و فتوپریود 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) | گندم |
| شرایط برای گندم مناسب نیست، اما گرما برای جنگل کافی است | | > ۱۰ n=۴ | قابل دسترس $< ۲/۵$ | P | قطبی (تایگا) |
| نوع پوشش گیاهی توندراست | | > ۶ n=۲ | " | P' | قطبی (توندرا) |
| به‌طور مداوم پوشیده از یخ نیست اقلیم کلاهک‌های یخی | > ۰ < ۰ | < ۶ n=۲ | " | F f | متجمد |
| یخبندان مانع پوشش جنگلی است، اما شرایط برای علفزار مهیاست. | | > ۱۰ n=۴ " | قابل دسترس < ۱ متوسط | | آندی-آلپی |

*شاخص‌های دیگر برای تعیین نوع تابستان عبارتند از: ۱- معادل دمای حداکثر گرم‌ترین ماه برای طبقه پنبه گرم‌تر بیش از ۳۳/۵ و برای قهوه کمتر از ۳۳/۵ درجه

۳- رژیم حرارتی و رطوبتی

پایاداکسیس دوازده رژیم اصلی و چهل رژیم فرعی حرارتی را در سیستم خود وضع کرده است که بستگی به شرایط دمایی تابستان و زمستان دارد. به‌عنوان مثال، رژیم حرارتی از نوع جنب حاره‌ای نیمه گرم (SU2)، در صورتی است که تابستان از نوع g و زمستان از نوع CI باشد (جدول شماره ۳). رژیم‌های اصلی حرارتی شامل: استوایی، حاره‌ای، تیرآتمپلادا، تیرآفریا^۲، آندین، جنب حاره‌ای، دریایی، معتدل،

۱- سرزمین معتدل آمریکای جنوبی و مرکزی استوایی (ناحیه بین ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ متر از سطح دریا)، (فشارکی، ۱۳۶۹) (Tierra templada)

۲- سرزمین خنک آمریکای جنوبی و مرکزی استوایی (ناحیه بین ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ متر از سطح دریا)، (همان منبع) (Tierra fria)

پامپین - پاتاگونی^۱، قاره‌ای، قطبی و آلپی می‌باشد. در هر منطقه‌ی 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" (یونسکو ۱۹۹۵).

علاوه بر عامل دما که در شرایط زمستانی و تابستانی به آن اشاره شد، شرایط محیطی دیگری نیز در استقرار گیاهان مؤثرند. به عنوان مثال: "الگوهای پوشش گیاهی در مناطق نیمه خشک نتیجه‌ی بازخورد مثبت بین تراکم گیاه و نفوذ آب است (لامبرز و همکاران ۲۰۰۱)". در این روش شاخص‌هایی که بر مبنای آن شرایط رطوبتی یک ایستگاه معین می‌گردد عبارتند از تبخیر و تعرق مطلق (Pet)، تداوم فصل خشک و مرطوب، شاخص رطوبتی ماهانه (HI) و سالانه، میزان آبشویی خاک (Ln) است. شاخص آبشویی^۲ بر مبنای تفاوت بارش با تبخیر و تعرق پتانسیل در کل دوره مرطوب می‌باشد. این شاخص اهمیت زیادی در جغرافیای گیاهی داشته، زیرا طبق نظر پاپاداکیس (۱۹۶۱ و ۱۹۵۲) موقعی که مقدار آن از ۲۰ درصد تبخیر و تعرق بالقوه سالانه تجاوز نماید، جنگل جایگزین علفزار می‌شود. اگر میزان این شاخص در یک ایستگاه هواشناسی بالا باشد، در حقیقت نمادی از ضریب اعتماد بالا و غلبه شرایط مرطوب بر خشکی است. رژیم‌های رطوبتی به شش گروه اصلی و چهارده نوع فرعی تقسیم می‌شوند که شامل: مرطوب (خیلی مرطوب Hu، مرطوب hu)، مدیترانه‌ای (مرطوب EM، نیمه خشک Me، خشک me) مونسون (مرطوب MO، نیمه خشک Mo، خشک mo) استپی (st)، بیابانی (مطلق da، مدیترانه‌ای de، ایزوهایگروس di، مونسونی do) و نیمه خشک (si) می‌باشد. انواع رژیم‌های رطوبتی به صورت خاص توسط پاپاداکیس تعریف گردیده است. برای مثال: رژیم رطوبتی مدیترانه‌ای مرطوب زمانی است که شاخص رطوبتی سالانه (HI) کمتر از ۸۸ درصد و یا میزان آبشویی (LN) بیشتر از ۲۰ درصد تبخیر و تعرق بالقوه باشد. (شرح بیشتر در جدول شماره ۴). همان‌طور که در جدول شماره ۴ ملاحظه می‌شود، اغلب ایستگاه‌های ایران در گروه رطوبتی مدیترانه‌ای نیمه خشک (Me)، مدیترانه‌ای خشک (me) و بیابان مدیترانه‌ای (de) واقع شده‌اند.

جدول ۳ - انواع رژیم‌های حرارتی موجود در ایران

| نوع تابستان | نوع زمستان | تعریف | فرعی | طبقه اصلی | نوع تابستان | نوع زمستان | تعریف | فرعی | طبقه اصلی |
|-------------|-------------|----------|-----------------|---------------|-------------|------------|-----------|-----------------|-----------|
| G,g | AV یا سردتر | گرم | CO ₁ | قاره‌ای (بری) | G,g | Ct | نیمه حاره | Ts | جنب حاره |
| M,O | Ti یا سردتر | نیمه گرم | CO ₂ | | G | Ci,Av | گرم | Su ¹ | |
| t | Pr,pr | سرد | CO ₃ | | g | Ci | نیمه گرم | Su ² | |

۱- علفزارهای عرض متوسط در آمریکای جنوبی (Pampean - Patagonian)

جدول ۴- انواع رژیم‌های رطوبتی موجود در ایران

| رژیم اصلی | طبقات فرعی | برخی از ویژگی‌ها |
|-------------|--------------------------|--|
| | ME(Moist) | LN> ۲۰٪ ept یا HI< ۰/۸۸ |
| مدیترانه‌ای | Me(dry) me (semiarid) | LN< ۲۰٪ pet. و ... و HI< ۰/۸۸ و HI< ۰/۲۲ |
| | da (absolute) | بسیار خشک برای طبقه Me HI همه ماه‌های با دمای حداکثر روزانه بیش از ۱۵ درجه کمتر از ۰/۲۵ است و HI< ۰/۹ |
| | de mediterranean | به قدر کافی برای da خشک نیست؛ بارش تابستان > بارش زمستان |
| بیابانی | (Isohygrous) di | در هیچ کدام از طبقات da ، de یا do قرار نمی‌گیرد |
| | do (monson) | به قدر کافی برای طبقه da خشک نیست؛ خشکی Jul-Aug کمتر از Apr-May است |

* به علت حجم زیاد فقط به رژیم‌های رطوبتی موجود در ایران اشاره شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور طبقه‌بندی اقلیمی ایران با روش پایاداکیس از داده‌های متوسط حداقل و حداکثر ماهانه دما، حداقل و حداکثر مطلق دمای ماهانه، متوسط ماهانه و سالانه دما و بارش در ۳۸ ایستگاه منتخب طی دوره آماری (۱۹۶۵-۹۵) استفاده شده است. داده‌های مربوطه از سازمان هواشناسی اخذ و با استفاده از نرم‌افزار اکسل پردازش و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. ابتدا بر اساس آستانه‌های تعریف شده حرارتی در جداول شماره (۱) و (۲) تیپ‌های تابستانی و زمستانی هر ایستگاه تعیین گردید. سپس با مراجعه به جدول شماره (۳) بر مبنای نوع تابستان و زمستان هر ایستگاه، رژیم حرارتی آن مشخص شد. برای تعیین رژیم رطوبتی هر ایستگاه ابتدا میزان تبخیر و تعرق بالقوه ماهانه طبق فرمول زیر محاسبه گردید. ساده ترین روش برای محاسبه تبخیر و تعرق رابطه‌ای است که به وسیله پایاداکیس ارائه شده است (کوانتا ۱۳۶۱). این رابطه به شرح ذیل است:

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

در این رابطه emi-2 و ema به ترتیب برابر است با فشار بخار اشباع مطابق با حداکثر و حداقل دمای ماهانه (که با مراجعه به جدول مخصوص پایاداکسیس بدست می آید^۱) و ۰/۵۶۲۵ ثابت پایاداکسیس می باشد. سپس بر اساس نسبت بارش به تبخیر و تعرق بالقوه $(\frac{R}{E})$ ، شاخص رطوبتی (HI) ماهانه و سالانه تعیین گردید. در ایستگاه‌هایی که دارای دوره مرطوب ($R > E$) بودند، شاخص آبخویی (Ln) به منظور تعیین نوع ماه‌ها 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 گردید که روابط آن به شرح ذیل می باشد:

$$R > Pet \quad \text{۳-مرطوب} \quad R + WS > 50\%Pet \quad \text{۲-میانه} \quad R + WS < 50 / Pet \quad \text{۱-خشک}$$

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 آبخویی (Ln) طبق رابطه زیر محاسبه گردید.

برای دوره میانه و خشک $Ln = (R + WS) - E$ و برای دوره مرطوب $Ln = \sum (R - E)$ در مرحله بعد با استفاده از شاخص‌ها و آستانه‌های تعریف شده در جدول شماره (۴) نوع رژیم رطوبتی هر ایستگاه معین شد (برای تعیین رژیم رطوبتی، جدول جداگانه‌ای برای هر ایستگاه تنظیم شد که به علت حجم زیاد آن در این مقاله از ارائه آن صرف نظر گردیده است). سپس با مراجعه به جداول شماره (۳ و ۴) که جهت تعیین نوع رژیم حرارتی و رطوبتی تهیه شده است، رده اقلیمی ایستگاه‌ها معین گردید. جزئیات مربوط به شاخص‌های مورد استفاده در این روش همراه با ویژگی‌های اقلیمی انواع اقلیم موجود در ایستگاه‌های منتخب با کد مربوط به آن در جدول شماره (۷) ارائه گردیده است. نحوه کد گذاری تا رقم دوم بر مبنای جداول شماره (۵ و ۶) می باشد. رقم اول بیانگر گروه اقلیمی و رقم دوم نوع اقلیم در یک گروه خاص را نشان می دهد. رقم‌های سوم و چهارم بر مبنای برخی از ویژگی‌های حرارتی و رطوبتی مانند زمان شروع فصل خشک، طول دوره مرطوب و خشک، مقدار گرمی تابستان و شدت سرمای زمستان می باشد که برای هر زیر گروه اقلیمی به طور جداگانه تعریف شده است. پایاداکسیس بیش از ۴۴۰ زیر گروه اقلیمی را در روش خود تعریف کرده که به علت حجم زیاد در اینجا از توضیح همه آنها صرف نظر شده است. در مرحله نهایی با کمک نرم افزار آرک ویو^۲ نقشه‌های شماره (۱ تا ۵) ترسیم که گردید و نتایج به صورت نقشه نمایش داده شده است.

۱- برای اطلاع بیشتر به منبع شماره (۱۹) مراجعه شود.

* حداکثر گنجایش رطوبتی خاک ۱۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته شده است.

جدول ۵- گروه‌های اصلی اقلیم در روش پاپاداکیس

| رژیم رطوبتی | رژیم حرارتی | گروه‌های اصلی |
|-----------------------------|--|------------------|
| HU, Hu, MO, Mo, mo | EQ, Eq, TR, Tr, tR, tr, Tt, tt | ۱- حاره‌ای |
| HU, Hu, MO, Mo, mo | TF, Tf, tf, An, an, aP, ap, aF | ۲- تیرآفریا |
| da, de, di, do | محدودیت نداشته و تأکید بر رژیم رطوبتی است | ۳- بیابانی |
| HU, Hu, MO, Mo, mo | Ts, SU ¹ , Su ² | ۴- جنب حاره‌ای |
| St, Si, Mo, mo | PA, Pa, pa, TE, MA, Ma, ma, SU, Su ² | ۵- پامپین |
| ME, Me, me | محدودیت نداشته و تأکید بر رژیم رطوبتی است | ۶- مدیترانه‌ای |
| HU, Hu | Mm, MA, Ma, ma, TE, Te, te, Pa, pa | ۷- دریایی |
| HU, Hu, Mo | Co ¹ , Co ² , Co ³ | ۸- قاره‌ای مرطوب |
| St, Si, Mo, mo | Co ¹ , Co ² , Co ³ , Po ² , Te, te | ۹- استپ |
| رژیم حرارتی تعیین کننده است | Po ² , Po, Fr, fr, AL, al | ۱۰- قطبی |

جدول ۶- انواع اقلیم مدیترانه‌ای و بیابانی در روش پاپاداکیس

| رژیم رطوبتی | رژیم حرارتی | نوع اقلیم |
|----------------|--|--------------------------|
| | | ۶- اقلیم مدیترانه‌ای |
| ME, Me | SU ¹ , SU ² | ۶-۱. جنب حاره |
| ME, Me | MA, Mm | ۶-۲. دریایی |
| ME | Ma | ۶-۳. دریایی سرد |
| ME, Me | Tr | ۶-۴. حاره‌ای |
| ME, Me | TE | ۶-۵. معتدل |
| ME, Me | Te, te, Po, Pa | ۶-۶. معتدل سرد |
| ME, Me | Co ¹ , Co ² , Co ³ | ۶-۷. بری |
| Me | SU ¹ , SU ² , Tr, tr, MA | ۶-۸. نیمه خشک جنب حاره |
| Me | Co ¹ , Co ² , Co ³ , TE, Te, te | ۶-۹. نیمه خشک بری |
| | | ۳- اقلیم بیابانی |
| Da, de, di, do | EQ, TR, tr | ۳-۱. حاره‌ای داغ |
| Da, de, di, do | TS, Su ¹ | ۳-۲. جنب حاره‌ای داغ |
| Da, de, di, do | Eq, Tr, tr | ۳-۳. حاره‌ای خنک |
| Da, de, di, do | SU ² , MA, Mm | ۳-۴. جنب حاره‌ای خنک |
| da, do | Tt, tt, TF, tf, An, an | ۳-۵. مرتفع عرض‌های پایین |
| Da, de, di, do | Co ¹ , Co ² , Co ³ , te | ۳-۷. بری |
| Da, de, di, do | PA, TE | ۳-۸. پامپین |
| Da, de, di, do | Pa, pa | ۳-۹. پاتاگونی |

*به علت حجم زیاد از معرفی سایر گروه‌های اقلیمی که در ایران نیست، صرف نظر گردیده است.

دستاوردهای تحقیق

یافته‌های این بررسی به طورمشروح در جدول شماره (۷) آمده است. در این جدول مشخصه‌های رطوبتی و حرارتی هر ایستگاه و طبقه اصلی و فرعی اقلیمی و ویژگی هر کدام از تیپ‌های اقلیمی با کد مربوط به آن ارائه گردیده است.

۱- **شرایط تابستانی:** همان‌طور که در نقشه شماره (۱) دیده می‌شود، ایستگاه‌های واقع در نواحی گرم و خشک مرکزی، شرق و جنوب ایران و بخشی از مناطق غربی واقع در زاگرس کم ارتفاع (۶۶٪ ایستگاه‌ها) از نظر اگروکلیمایی دارای شرایط مناسب برای کشت محصولاتی نظیر پنبه (دارای تیپ یا پنبه گرم‌تر) که احتیاج به هوای گرم و خشک دارند، می‌باشند. نواحی شمال به علت وجود ابرناکی و رطوبت بیشتر و نواحی شمالشرقی و شمالغرب ایران (۲۴٪ ایستگاه‌ها) به علت ارتفاع بیشتر و در نتیجه خنک‌تر بودن تابستان، دارای تیپ g یا پنبه خنک‌تر می‌باشند. علیرغم این که شرایط کشت برای محصولاتی نظیر پنبه فراهم است، اما این محصول در حاشیه قرارداد و به عنوان محصول اصلی در سطح وسیع کشت نمی‌شود. ناحیه کوچکی در زاگرس مرتفع واقع در استان‌های کردستان و چهارمحال و بختیاری و زنجان به علت اعتدال نسبی دارای تیپ تابستانی از نوع ذرت (M) می‌باشند. ایستگاه‌های دارای این شرایط تابستانی فقط ده درصد از کل ایستگاه‌ها را شامل می‌شوند.

۲- **شرایط زمستانی:** همان‌طور که در نقشه شماره (۲) دیده می‌شود، در نواحی ساحلی دریای خزر، چاله لوت و نواحی طبس، نواحی جنوب، جنوبشرقی و جنوبغرب (سیستان و بلوچستان، هرمزگان، بوشهر و خوزستان) شرایط دمایی زمستانی به‌نحوی است که پرورش انواع مرکبات امکان‌پذیر است و در این مناطق تیپ زمستانی مرکبات (Ct, Ci) غالب است (۳۷٪ ایستگاه‌ها). در حقیقت شرایط اگروکلیمایی نمایش داده شده روی نقشه شماره (۲) با واقعیت‌های موجود از نقطه‌نظر نوع محصولات کشاورزی منطبق است. در برخی از این قسمت‌ها به‌ویژه در ناحیه خزری و خوزستان یخبندان‌های احتمالی نیز وجود دارد. ناحیه‌ای که شامل جنوب البرز، جنوب کوه‌های خراسان و اصفهان می‌باشد. از نظر شرایط دمایی زمستانی در طبقه جو سردتر (av) و نواحی بیابانی مرکز و شرق کشور، تیپ جو گرم‌تر (AV) غالب است. بهترین شرایط برای کشت ارقام گندم با نیازهای دمایی زیادتر (تیپ TV) در نواحی خراسان، کرمانشاه، فارس، استان مرکزی و قزوین فراهم است. منطقه کشت گندم با نیازهای دمایی متوسط طبق جدول شماره (۱) در نواحی شمالغرب ایران، زنجان، کردستان و چهارمحال و بختیاری وجود دارد.

۳- رژیم حرارتی: همان‌طور که در نقشه شماره (۳) ملاحظه می‌شود، ایران به شش منطق، حرارتی* بر اساس روش پایاداکیس تقسیم می‌شود که شامل: ۱- جنب حاره‌ای نیمه گرم (سواحل دریای خزر) ۲- جنب حاره‌ای گرم (سیستان و بلوچستان، جنوب فارس، بوشهر و خوزستان) ۳- بری گرم (آذربایجان، جنوب البرز، خراسان، مناطق غربی واقع در زاگرس میانی، مناطق نیمه بیابانی واقع در اطراف دشت کویر و دشت لوت) ۴- بری نیمه گرم (واقع در استان‌های کردستان و زنجان) ۵- نیمه حاره (سواحل هرمزگان) ۶- حاره‌ای داغ (سواحل دریای عمان) می‌باشد.

۴- رژیم رطوبتی: همان‌طور که در نقشه شماره (۴) ملاحظه می‌شود، ایران به شش ناحیه رطوبتی تقسیم شده که شامل:

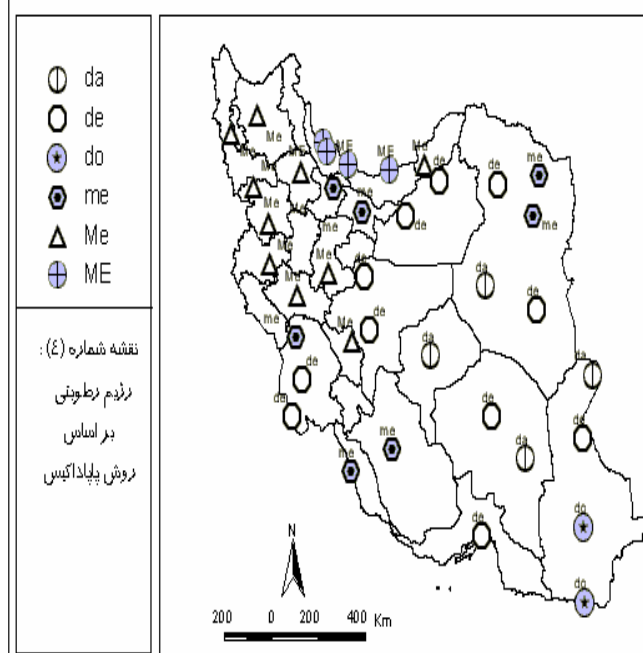
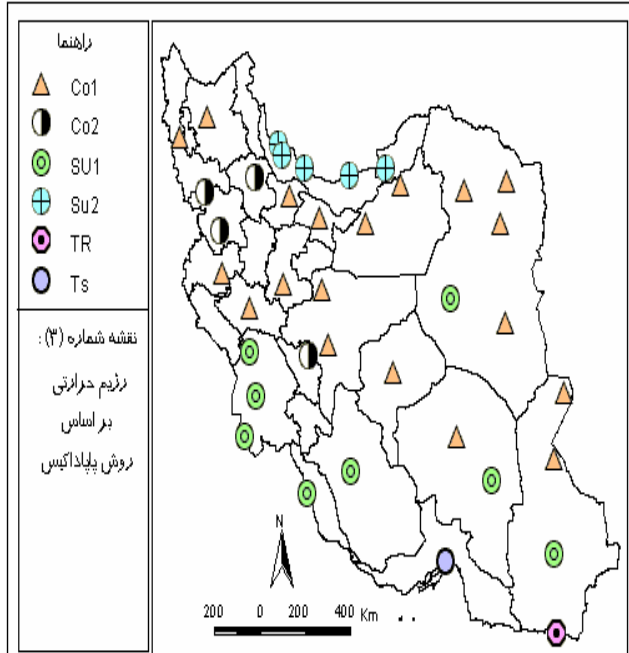
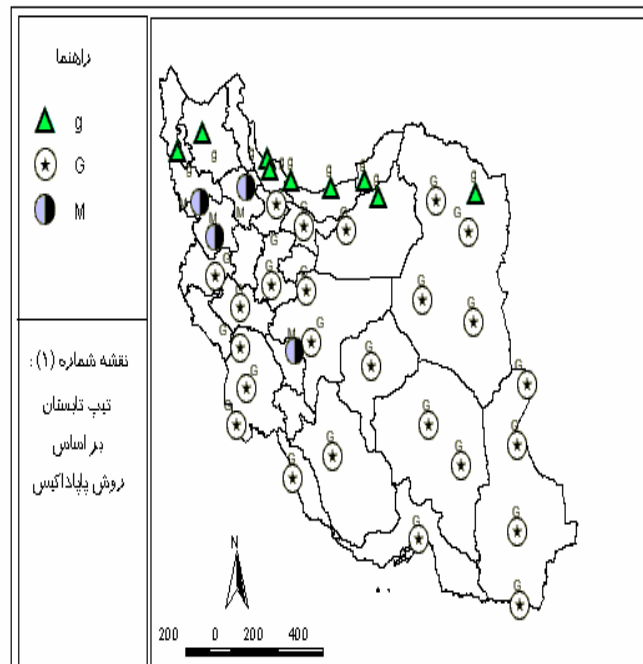
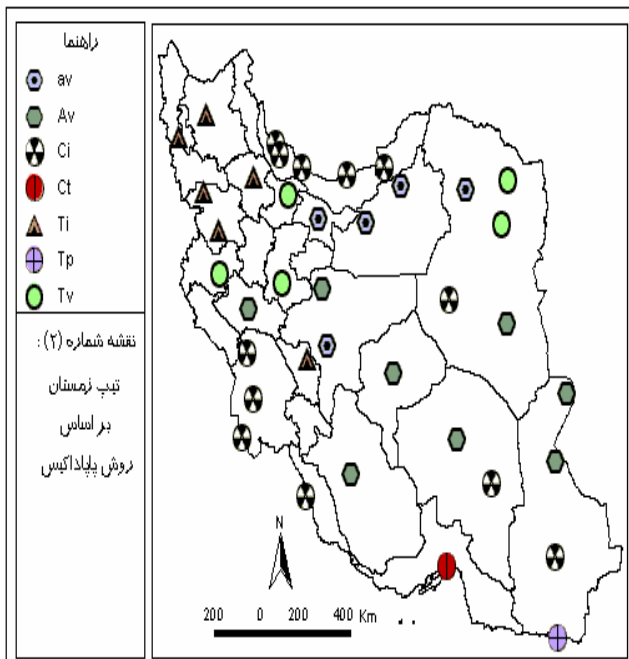
۱- بیابان مطلق (چاله مرکزی و شرق کشور) ۲- بیابان مدیترانه‌ای (نوار بیابانی اطراف دشت کویر و لوت، هرمزگان و خوزستان) ۳- بیابان مونسونی (جنوب شرق کشور) ۴- مدیترانه‌ای مرطوب (سواحل دریای خزر) ۵- مدیترانه‌ای نیمه خشک (نواحی کوهستانی زاگرس تا شمال استان فارس و آذربایجان) ۶- مدیترانه‌ای خشک (نواحی شرقی استان خراسان، شمال خوزستان، بخشی از استان‌های فارس و بوشهر، تهران و قزوین). تمامی ایستگاه‌ها در دو گروه و شش نوع قرار دارند که عبارتند از: مدیترانه‌ای مرطوب (۴)، مدیترانه‌ای خشک (۱۰)، مدیترانه‌ای نیمه خشک (۷)، بیابان مطلق (۵)، بیابان مدیترانه‌ای (۱۱)، بیابان مونسونی (۱) (نقشه شماره ۴).

۵- شاخص فصلی رطوبت: فراوانی ماه‌های مرطوب از صفر (مناطق خشک مرکزی، جنوب و شرق) تا نه (بندر انزلی) در نوسان است. ۴۵ درصد از ایستگاه‌ها فاقد فصل مرطوب و ۵۵ درصد ایستگاه‌ها حداقل یک ماه دارای فصل مرطوب می‌باشند. فراوانی فصل میانه همبستگی زیادی با فصل مرطوب دارد که این امر ناشی از اثرات تراز مثبت آب ذخیره شده در خاک طی ماه‌های مرطوب در بیلان آبی این ایستگاه‌هاست؛ به نحوی که از مجموع ۲۹ ایستگاه که دارای فصل میانی هستند، ۷۰ درصد در دسته ایستگاه‌های دارای فصل مرطوب می‌باشند. جز دو ایستگاه (رامسر و بندر انزلی) بقیه ۳۶ ایستگاه دارای فصل خشک بوده و فراوانی آن از یک ماه در ایستگاه‌های بابلسر و رشت تا دوازده ماه در مناطق خشک (۸ ایستگاه) در نوسان است (جدول شماره ۷).

۶- شاخص سالانه رطوبت و آب‌شویی: شاخص رطوبتی سالانه از ۰/۰۳ در ایستگاه‌های بم، یزد، زابل تا ۲/۷۲ (بندر انزلی) در نوسان است. میزان آب‌شویی نیز از صفر (۱۷ ایستگاه) تا ۱۲۱۷ میلی‌لیتر (بندر انزلی) در نوسان است.

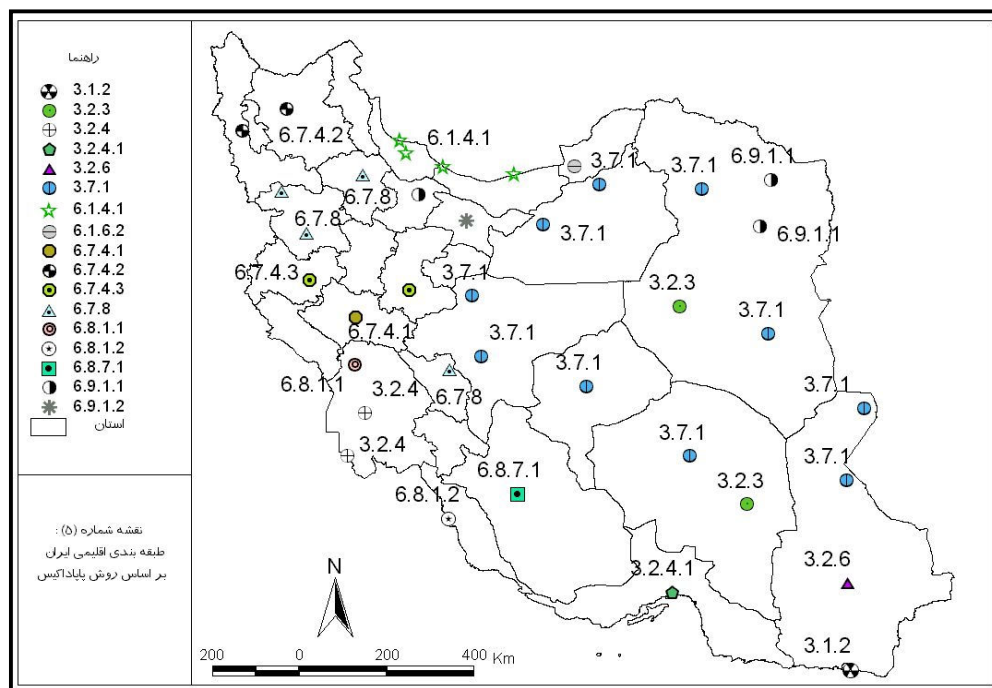
* پهنه‌بندی بارش فوق توسط نگارنده در دست اجراست.

نقشه‌های شماره ۱ الی ۴



۷- طبقات آب و هوایی: تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه در هفت طبقه اصلی و یازده طبقه فرعی و ۲۱ زیرگروه قرار دارند که شامل: مدیترانه بری (۹)، مدیترانه جنب حاره (۵)، مدیترانه نیمه خشک جنب حاره (۳)، مدیترانه نیمه خشک بری (۴)، بیابان بری (۹)، بیابان جنب حاره (۷) و بیابان مونسونی (۱) است (نقشه شماره ۵). در این روش با مشخص شدن نوع رژیم رطوبتی و رژیم حرارتی، نوع آب و هوای یک ایستگاه تعیین می‌گردد. مثلاً ایستگاه تبریز دارای مدیترانه‌ای خشک و بری گرم است که مدیترانه‌ای خشک معرف شرایط رطوبتی (طبق جدول شماره ۴) و بری گرم معرف شرایط حرارتی (طبق جدول شماره ۳) می‌باشد.

نقشه ۵



رودهای اقلیمی و انواع آن در ایستگاه‌های منتخب همراه با کد مربوط و نوع محصولات زراعی^۱ شاخص به شرح زیر است:

اقلیم مدیترانه‌ای جنب حاره^۱

در این محدوده، اقلیم زراعی بدون آبیاری محصولات زراعی زمستانی (گندم، جو، باقلا، نخود و غیره...)، و محصولات باغی چون زیتون، انگور، انجیر، بادام زمینی و با آبیاری پنبه، مرکبات، میوه‌جات سردسیری، انواع

۱- از توضیح در مورد شرایط اکولوژی و نوع محصولات تیپ‌هایی که در هر زیرگروه در ایران وجود ندارند، صرف نظر گردیده است.

2- Subtropical Mediterranean (6.1)

سبزیجات دیرکاشت و زودکاشت محصول خوبی می‌دهد. زیرگروه‌ها براساس شدت زمستان و زمان شروع فصل خشک می‌باشند. اگر زمستان جزء Ci باشد، مرگبات و انواع سبزیجات زودکاشت و دیرکاشت به خوبی بعمل می‌آید. اگر فصل خشک از ماه مارس شروع شود، حتی گندم نیز احتیاج به آبیاری دارد. اگر شروع فصل خشک از ماه مه باشد، ذرت دیم با مشکل مواجه بوده، ولی گندم دیم مناسب است. اگر شروع فصل خشک از ماه ژوئیه باشد، برخی از ارقام ذرت بدون آبیاری محصول می‌دهد. زیرگروه‌های این اقلیم از نوع نیمه داغ و مرطوب^۱ شامل:

- بندر انزلی، رامسر (این تیپ توسط نگارنده اضافه گردیده است) که فاقد فصل خشک می‌باشد:

بابلسر، رشت: فصل خشک از ماه ژوئیه شروع می‌شود:

از نوع نیمه داغ و خشک^۲: گرگان، فصل خشک از ماه ژوئن آغاز می‌شود.

اقلیم مدیترانه‌ای بوی^۳

در این گروه از اقلیم، غلات زمستانی (گندم و غیره) از محصولات اصلی دیم بشمار می‌روند. تقسیمات زیرگروهی بر مبنای گرمی تابستان، سختی زمستان و فراوانی خشکسالی می‌باشد. در کد 6.7.4.1 زیتون می‌تواند رشد کند. زیرگروه‌های این اقلیم در ایستگاه‌های منتخب شامل:

- از نوع گرم و خشک^۴:

تبریز، ارومیه با تابستان از نوع g و اراک، کرمانشاه با تابستان از نوع G

خرم‌آباد، زمستان معتدل تر از سایر تیپ‌های فرعی

- از نوع نیمه گرم و خشک^۵:

سنندج، شهرکرد، سقز، زنجان (6.7.8)

در این اقلیم گندم به طور متناوب متحمل خشکسالی می‌شود. گندم زمستانه محصول اصلی دیم می‌باشد.

اقلیم مدیترانه‌ای نیمه خشک جنب حاره^۱

در این اقلیم غلات زمستانه به طور قابل ملاحظه‌ای از خشکسالی خسارت می‌بیند. جایی که فصل خشک از ماه مه شروع می‌شود، گندم و دیگر غلات به صورت دیم به خوبی محصول می‌دهند و اگر فصل خشک از ماه آوریل آغاز شود، دچار خسارت می‌شوند. اگر شروع فصل خشک از ماه مارس یا زودتر باشد، کشاورزی بدون آبیاری

1- Semihot subtropical; Moist Mediterranean (6.1.4)

2- Semihot subtropical; dry Mediterranean (6.1.6)

3- continental mediterranean (6.7)

4- Warm continental; dy Mediterranean (6.7.4)

5- Semi warm continental; dry Mediterranean (6.7.8)

6- subtropical semiarid Mediterranean(6.8)

ممکن نیست. با آبیاری، انواع محصولات زمستانی، پنبه و دیگر محصولات تابستانی، انواع میوه‌جات سردسیری و سبزیجات به‌خوبی ثمر می‌دهد. در کد 6.8.1 بهترین شرایط اقلیمی برای کشت سبزیجات دیر و زودکشت وجود دارد. در بعضی از نقاط 6.8.1 که به مناطق فاقد یخبندان نزدیک است، رشد موز و نیشکر امکان‌پذیر است.

زیرگروه‌ها در ایستگاه‌های منتخب شامل:

از نوع داغ و نیمه خشک:^۱ دزفول، شروع فصل خشک از ماه آوریل یا دیرتر (6.8.1.1).

بوشهر: شروع فصل خشک از ماه مارس یا زودتر (6.8.1.2).

شیراز: شروع فصل خشک از ماه می یا دیرتر (6.8.7.1).

اقلیم مدیترانه‌ای نیمه خشک بوی^۳

در این گروه غلات متحمل خشکسالی می‌شود. جایی که شروع فصل خشک از ماه ژوئن باشد، گندم و برخی از دیگر محصولات رشد می‌کنند. اگر فصل خشک از ماه مه آغاز شود، خسارت بار است. در جایی که شروع فصل خشک از آوریل یا زودتر باشد، زراعت و کشت محصولات تابستانی بدون آبیاری امکان‌پذیر نیست. با آبیاری کشت پنبه، ذرت و سیب‌زمینی در تیپ‌های 6.9.1 امکان‌پذیر است.

زیرگروه‌ها در ایستگاه‌های منتخب شامل:

از نوع گرم و نیمه خشک:^۴

مشهد، تربت حیدریه، قزوین: شروع فصل خشک از ماه مه یا دیرتر (6.9.1.1)

تهران: شروع فصل خشک از ماه آوریل یا زودتر (6.9.1.2)

اقلیم بیابان حاره‌ای داغ^۱

این تیپ بیابانی فاقد یخبندان بوده و محصولاتی نظیر: موز، نیشکر و غیره که به یخبندان حساس‌اند می‌توانند رشد کنند. از دیگر محصولات مهم می‌توان به پنبه و برنج اشاره کرد. در کد 3.1.2 که تنها زیرگروه موجود در ایستگاه‌های منتخب است و همین‌طور در برخی زیرگروه‌های دیگر به علت گرمی زمستان، گیاهان سرمدوست^۲ نمی‌توانند رشد کنند. چابهار تنها ایستگاه جزء این گروه با کد 3.1.2 می‌باشد.

1 - Hot subtropical; semiarid Mediterranean (6.8.1)

2 - Continental semiarid Mediterranean(6.9)

3 - Warm Continental semiarid mediterranean (6.9.1)

4- Hot tropical desert (3.1)

5- Continental semiarid Mediterranean (6.9)

اقلیم بیابان جنب حاره‌ای داغ^۱

این گروه اقلیمی فاقد یخبندان نیست. در تیپ‌هایی که زمستان مانند 3.2.3 و 3.2.6 و ... جزء Ci یا Ct است، مرکبات ثمر می‌دهد. در برخی نواحی که یخبندان به ندرت اتفاق می‌افتد، نیشکر و موز هم می‌تواند رشد کند و پنبه و برنج مهم‌ترین محصولات (در صورت وجود آب کافی) هستند. به علت خنکی نسبی شب، محصول برنج بازده خوبی دارد. در زیرگروه‌های موجود در ایران، زمستان به قدر کافی برای کشت گندم خنک است (برای بهاره شدن). در تیپ 3.2.4 چراگاه‌های زمستانی نیز وجود دارد. زیرگروه‌های این اقلیم شامل:

بم، طبس: بیابان مطلق با زمستان از نوع Ci (3.2.3)

ایران‌شهر: بیابان مونسونی با زمستان از نوع Ci (3.2.6)

بندرعباس: بیابان مدیترانه‌ای با زمستان از نوع Ct (3.2.4.1) (این تیپ توسط نگارنده اضافه گردیده است)

اهواز، آبادان: بیابان مدیترانه‌ای با زمستان از نوع Ci (3.2.4)

اقلیم بیابان بَری^۲

در تیپ‌های 3.7.1 پنبه، ذرت، گندم و انواع میوه‌جات ثمر می‌دهد. زیرگروه‌های این اقلیم در ایستگاه‌های منتخب شامل: از نوع گرم^۳: یزد، زابل، کاشان، کرمان، بیرجند، اصفهان (زمستان AV) (3.7.1) - (این زیرگروه توسط نگارنده اضافه گردیده است). زمستان از نوع (av)؛ سبزوار، سمنان و شاهرود در این تیپ قرار دارند. (3.7.1.1)

در یک جمع بندی نهایی، نتایج حاصل از بکارگیری روش پاپاداکیس به طور خلاصه به این شرح است:

۱- توانایی زیاد سیستم طبقه بندی پاپاداکیس در نمایش جزئیات مربوط به پدیده‌های اکولوژیکی، پتانسیل‌های کشاورزی و پدیده‌های اقلیمی؛

۲- تنوع و تکثر شاخص‌های اقلیمی استفاده شده در روش فوق؛

۳- تنوع انواع اقلیم حاصل از بکارگیری روش فوق در ایران؛

۴- بکارگیری آستانه‌های حرارتی و رطوبتی در تفکیک رده‌های اقلیمی با تأکید بر این که این آستانه‌ها دامنه‌ای از چند متغیر تعریف شده می‌باشند و نه حدهای از یک متغیر منحصر به فرد که در سایر روش‌ها کمتر مشاهده می‌شود؛

۵- تطابق نتایج حاصل از رده بندی‌های حاصل با واقعیت‌های موجود زیستی در ایران به ویژه از نقطه نظر نوع محصولات کشاورزی و شرایط اکولوژیکی و در نتیجه کاربردی بودن آن؛

۶- اشکالی که شاید بر این روش وارد باشد آن است که روش فوق پیچیده بوده و شمار تیپ‌های اقلیمی زیاد است و در نتیجه انجام طبقه بندی مستلزم صرف وقت فراوان و دقت بالا است.

1- (Hot subtropical Desert (3.2)

2- (Continental Desert (3.7)

3- Warm Continental desert

جدول ۷ - نام ایستگاه های مورد مطالعه و شاخص های مربوط به آن در روش پاپاداکیس

| ردیف | نام ایستگاه | عرض جغرافیایی | ارتفاع | بارش سالانه | دمای سالانه | تبخیر و تعرق | اندازه فصل عاری از یخبندان (ماه) | نوع تابستان | نوع زمستان | ردیف حرارتی | فصل مرتبط | فصل میانه | فصل خشک | شاخص رطوبتی | آب شهری | ردیف رطوبتی | رده اقلیمی |
|---------|-------------|---------------|--------|-------------|-------------|--------------|----------------------------------|-------------|------------|-----------------|-----------|---------------------------------|---------|-------------|---------|-------------|------------|
| 3.2.4 | آبادان | ۳۰.۳۳ | ۶/۶ | ۱۶۲ | ۲۴/۴ | ۲۴۴۰/۵ | Min > ۴/۵ | G | Ci | SU | - | Jan | Feb-Dec | ۶٪ | ۰ | de | 3.2.4 |
| 3.2.4 | اهواز | ۳۱.۲۰ | ۲۲/۵ | ۲۲۸/۳ | ۲۵ | ۲۵۳۹/۵ | " | G | Ci | SU ¹ | - | Dec-Jan | Feb-Nov | ۹٪ | ۰ | de | 3.2.4 |
| 6.1.4.1 | بندر انزلی | ۳۷.۲۸ | -۲۶/۲ | ۱۷۷۷/۳ | ۱۶ | ۶۵۲ | " | g | Ci | SU ^۲ | Aug-Apr | May-Jul | - | ۲/۷۲ | ۱۲۱۷/۲۰ | ME | 6.1.4.1 |
| 6.7.4.3 | اراک | ۳۴.۶ | ۱۷۰.۸ | ۳۴۲ | ۱۳/۶ | ۱۲۸۹/۵ | " | G | TV | CO ¹ | Dec-Mar | Apr-May-Nov | Jun-Oct | ۰/۲۶ | ۶۳/۹ | Me | 6.7.4.3 |
| 6.1.4.1 | بابلسر | ۳۶.۴۳ | -۲۱ | ۹۰۸/۸ | ۱۶/۸ | ۸۲۳ | " | g | Ci | SU ^۲ | Oct-Mar | Apr-June و Aug-Sep | Jul | ۱/۱۰ | ۳۷۳/۵ | Me | 6.1.4.1 |
| 3.2.3 | بیم | ۲۹.۶ | ۱۰۶۶/۹ | ۶۰/۷ | ۲۲/۸ | ۱۷۴۸ | " | G | Ci | SU ¹ | - | - | All | ۳٪ | ۰ | da | 3.2.3 |
| 3.2.4.1 | بندر عباس | ۲۷.۱۳ | ۱۰ | ۱۸۱ | ۲۶/۸ | ۱۴۴۳ | " | G | Ct | Ts | - | Feb | Mar-Jan | ۰/۱۲ | ۰ | de | 3.2.4.1 |
| 3.7.1 | بیرجند | ۳۲.۵۲ | ۱۴۹۱ | ۱۷۵/۳ | ۱۶/۲ | ۱۵۹۰ | " | G | AV | CO ¹ | - | Jan-Feb | Mar-Dec | ۱۰٪ | ۰ | de | 3.7.1 |
| 6.8.1.2 | بوشهر | ۲۸.۵۹ | ۱۹/۶ | ۲۳۷/۱ | ۲۴/۵ | ۱۳۳۸ | " | G | Ci | SU ¹ | Jan | Dec و Feb | Mar-Nov | ۰/۱۷ | ۱۲/۹ | me | 6.8.1.2 |
| 3.1.2 | چابهار | ۲۵.۱۴ | ۸ | ۱۱۵/۵ | ۲۶/۱ | ۱۳۰۲ | " | G | TP | TR | - | - | All | ۸٪ | - | do | 3.1.2 |
| 3.7.1 | اصفهان | ۳۲.۴۰ | ۱۶۰۰/۷ | ۱۲۰/۸ | ۱۶/۳ | ۱۴۷۶ | " | G | av | CO ¹ | - | - | All | ۸٪ | - | de | 3.7.1 |
| 6.9.1.1 | قزوین | ۳۶.۱۵ | ۱۲۷۸/۳ | ۳۲۷/۹ | ۱۳/۷ | ۱۳۲۷ | " | G | TV | CO ¹ | Dec-Mar | Apr و Nov | May-Oct | ۰/۲۴ | ۳۲/۵ | me | 6.9.1.1 |
| 6.1.6.2 | گرگان | ۳۶.۵۱ | ۱۳/۳ | ۶۰۸/۱ | ۱۷/۶ | ۱۰۶۱ | " | g | Ci | SU ^۲ | Dec-Mar | Apr و May و Oct-Nov | Jun-Sep | ۰/۵۷ | ۷۶/۸ | Me | 6.1.6.2 |
| 3.2.6 | ایرانشهر | ۲۷.۱۲ | ۵۹۱/۱ | ۱۱۹/۲ | ۲۶/۶ | ۲۵۳۱/۵ | Min > ۴/۵ | G | Ci | SU ¹ | - | - | All | ۴٪ | - | do | 3.2.6 |
| 6.8.7.1 | شیراز | ۲۹.۳۳ | ۱۴۸۸ | ۳۲۹/۶ | ۱۷/۶ | ۱۷۳۳ | Min > ۴/۵ | G | AV | SU ¹ | Dec-Jan | Feb-Mar | Apr-Nov | ۰/۱۹ | ۵۲/۲ | Me | 6.8.7.1 |
| 3.7.1 | سبزوار | ۳۶.۱۲ | ۹۷۷/۶ | ۱۹۸ | ۱۷/۳ | ۱۴۷۶ | Min > ۴/۵ | G | av | CO ¹ | - | Dec-Mar | Apr-Nov | ۰/۱۳ | ۰ | de | 3.7.1 |
| 6.7.8 | سفر | ۳۶.۱۴ | ۱۵۲۲/۸ | ۵۲۹ | ۱۱/۳ | ۱۲۶۹ | AVL > ۴/۵ | M | Ti | CO ^۲ | Nov-Apr | May | Jun-Oct | ۰/۴۱ | ۱۷۲ | Me | 6.7.8 |
| 6.7.8 | سنندج | ۳۵.۲۰ | ۱۳۷۳/۴ | ۴۹۴/۵ | ۱۳/۱ | ۱۴۶۸ | AVL > ۴/۵ | M | Ti | CO ^۲ | Dec-Mar | Apr و May و Nov | Jun-Oct | ۰/۳۳ | ۱۲۰/۸ | Me | 6.7.8 |

ادامهٔ جدول (۷)

| رده اقلیمی | رژیم رطوبتی | آب شویی | شاخص رطوبتی | فصل خشک | فصل میانه | فصل مرطوب | رژیم حرارتی | نوع زمستان | نوع تابستان | طول فصل عاری از یخبندان (مد) | تجبر و تعرق | دمای سالانه | بارش سالانه | ارتفاع | عرض جغرافیایی | نام ایستگاه | |
|------------|-------------|---------|-------------|------------------|------------------|-----------|-----------------|------------|-------------|------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------|---------------|-------------|----|
| 3.7.1 | de | ۰ | ۰/۱۰ | Feb-Dec | Jan | — | CO ^۱ | av | G | Min> ۴/۵ | ۱۳۳۳ | ۱۷/۹ | ۱۳۷/۹ | ۱۱۷۱ | ۳۵,۳۳ | سمنان | ۱۹ |
| 6.7.8 | Me | ۱۲۰/۳ | ۰/۲۴ | Apr-May Nov و | — | Dec-Mar | CO ^۲ | Ti | M | AVL> ۴/۵ | ۱۳۶۴ | ۱۲ | ۳۳۴/۲ | ۲۰۶۱/۴ | ۳۲,۲۰ | شهرکرد | ۲۰ |
| 3.7.1 | de | ۰ | ۰/۱۵ | Apr-nov | Dec-Mar | — | CO ^۱ | av | g | Min> ۴/۵ | ۱۱۵۳ | ۱۴/۳ | ۱۷۲/۸ | ۱۳۴۵/۳ | ۳۶,۲۵ | شاهرود | ۲۱ |
| 6.7.4.1 | Me | ۱۲۵/۷ | ۰/۳۰ | Jun-Oct | Apr-May Nov و | Dec-Mar | CO ^۱ | AV | G | " | ۱۷۵۳ | ۱۶/۹ | ۵۳۰/۴ | ۱۱۲۵ | ۳۳,۲۹ | خرم‌آباد | ۲۲ |
| 6.9.1.1 | Me | ۸/۱ | ۰/۲۰ | May-nov | Apr-Dec و | Jan-Mar | CO ^۱ | TV | g | " | ۱۲۸۶ | ۱۳/۹ | ۲۶۶/۱ | ۹۹۰ | ۳۶,۱۶ | مشهد | ۲۳ |
| 6.7.4.2 | Me | ۳۳/۶ | ۰/۳۷ | Jun-Oct | Apr-May nov و | Dec-Mar | CO ^۱ | Ti | g | " | ۹۷۳ | ۱۲ | ۳۶۲ | ۱۳۱۲/۵ | ۳۷,۳۲ | ارومیه | ۲۴ |
| 3.7.1 | de | ۰ | ۷/۸ | Feb-Dec | Jan | — | CO ^۱ | AV | G | " | ۱۶۵۹ | ۱۵/۴ | ۱۴۷/۱ | ۱۷۵۳/۸ | ۳۰,۱۵ | کرمان | ۲۵ |
| 6.1.4.1 | Me | ۶۲۳/۹ | ۱/۷۳ | — | Apr-Aug | Sep-Mar | SU ^۲ | Ci | g | " | ۶۹۲ | ۱۵/۷ | ۱۲۰/۴ | -۲۰ | ۳۶,۴۵ | رامسر | ۲۶ |
| 6.7.4.3 | Me | ۱۱۲/۱ | ۰/۳۱ | Jun-Oct | Apr-May Nov و | Dec-Mar | CO ^۱ | TV | G | Min> ۴/۵ | ۱۵۶۳ | ۱۴ | ۴۸۶/۸ | ۱۳۲۲ | ۳۴,۱۹ | کرمانشاه | ۲۷ |
| 6.1.4.1 | Me | ۷۲۴ | ۱/۵۳ | Jul | Apr-Jun Aug و | Sep-Mar | SU ^۲ | Ci | g | " | ۹۰۹ | ۱۵/۸ | ۱۳۹۳ | ۳۶/۷ | ۳۷,۱۲ | رشت | ۲۸ |
| 3.2.3 | da | ۰ | ۰/۰۴ | All | — | — | SU ^۱ | Ci | G | " | ۱۹۷۴ | ۲۱/۴ | ۸۵/۵ | ۷۱۱ | ۳۳,۳۶ | طیس | ۲۹ |
| 6.7.4.2 | Me | ۱۱/۱ | ۰/۳۰ | Jun-Oct | Apr-May Nov و | Dec-Mar | CO ^۱ | Ti | g | " | ۹۷۱ | ۱۲/۲ | ۲۹۹/۸ | ۱۳۶۱ | ۳۸,۵ | تبریز | ۳۰ |
| 6.9.12 | me | ۹/۳ | ۰/۱۹ | Apr-Nov | Feb-Mar | Dec-Jan | CO ^۱ | av | G | " | ۱۲۰۹ | ۱۷/۲ | ۲۳۹/۷ | ۱۱۹۰ | ۳۵,۴۱ | تهران | ۳۱ |

ادامه جدول (۷)

| رده اقلیمی | رژیم رطوبتی | آب و هوایی | شاخص رطوبتی | فصل خشک | فصل میانه | فصل مرطوب | رژیم حرارتی | نوع زمستان | نوع تابستان | طول فصل عاری از پختن | تبخیر و تعرق | دمای سالانه | بارش سالانه | ارتفاع | عرض جغرافیایی | نام ایستگاه | |
|------------|-------------|------------|-------------|---------|-----------|-----------|-----------------|------------|-------------|----------------------|--------------|-------------|-------------|--------|---------------|-------------|----|
| 6.9.1.1 | me | ۳۷/۵ | ۰/۲۱ | May-Nov | Mar-Apr | Dec-Feb | CO ^۱ | TV | G | " | ۱۲۹۰ | ۱۴/۲ | ۲۷۷/۵ | ۱۴۵۰ | ۳۵,۱۶ | تربت حیدریه | ۳۲ |
| 3.7.1 | da | ۰ | ۰/۳ | All | - | - | CO ^۱ | AV | G | " | ۱۷۲۱ | ۱۸/۹ | ۶۳/۸ | ۱۲۳۰ | ۳۱,۵۴ | یزد | ۳۳ |
| 3.7.1 | da | ۰ | ۰/۳ | All | - | - | CO ^۱ | AV | G | " | ۱۹۵۱ | ۲۱/۸ | ۶۰/۸ | ۴۸۹/۱ | ۳۱,۱۳ | زابل | ۳۴ |
| 3.7.1 | de | ۰ | ۰/۴ | All | - | - | CO ^۱ | AV | G | " | ۱۷۲۸/۵ | ۱۷/۹ | ۸۲/۹ | ۱۳۶۹/۹ | ۲۹,۲۸ | زاهدان | ۳۵ |
| 6.7.8 | Me | ۱۷/۱ | ۰/۲۸ | My-Oct | Apr-Nov | Dec-Mar | CO ^۲ | Ti | M | AVL > ۴/۵ | ۱۱۰۱ | ۱۰/۹ | ۳۱۷/۲ | ۱۶۶۳ | ۳۶,۴۱ | زنجان | ۳۶ |
| 3.7.1 | de | ۰ | ۰/۷ | Feb-Dec | Jan | - | CO ^۱ | AV | G | " | ۱۷۳۸ | ۱۹ | ۱۳۵/۶ | ۹۸۲/۳ | ۳۳,۵۹ | کاشان | ۳۷ |
| 6.8.1.1 | me | ۳۶/۲ | ۰/۱۵ | Apr-Nov | Feb-Mar | Dec-Jan | SU ^۱ | Ci | G | " | ۲۵۲۷ | ۲۳/۸ | ۳۹۵ | ۱۴۳۰ | ۳۲۰۲۴ | دزفول | ۳۸ |

منابع و مأخذ:

- ۱- حجّتی زاده، رحیم (۱۳۷۱)، ناحیه بندی اقلیمی ایران، (پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا)، دانشگاه تهران، گروه جغرافیا.
- ۲- رمضانی، بهمن (۱۳۷۶)، آب و هواشناسی کشاورزی، انتشارات دانشگاه گیلان.
- ۳- سازمان هواشناسی کشور، اطلاعات هواشناسی.
- ۴- عزیزی، قاسم، (۱۳۸۰)، "طبقه بندی رقومی ایستگاه های اقلیمی منتخب در ایران به روش لیتین اسکی"، پژوهش های جغرافیایی، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، مجله شماره ۴۱، صص ۳۷ تا ۵۱.
- ۵- علیجانی، بهلول و کاویانی، محمدرضا (۱۳۷۱)، مبانی آب و هواشناسی، انتشارات سمت.
- ۶- فرج زاده، منوچهر و تکلو بیغش، عباس (۱۳۸۰)، ناحیه بندی اگروکلیمایی استان همدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، مجله پژوهش های جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، شماره ۴۱، صص ۱۰۵-۹۳.
- ۷- فشارکی، پریدخت (۱۳۶۹)، فرهنگ و اصطلاحات جغرافیای طبیعی، انتشارات امیرکبیر.
- ۸- کوچکی، عوض و خزانه داری، لیلی (۱۳۷۶)، اقلیم و جغرافیای کشاورزی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۵، صص ۵۶ تا ۷۱.
- ۹- کوانتا (۱۳۶۱)، مطالعات هواشناسی کشاورزی (جلد اول)، سازمان هواشناسی کشور.

10. Burgos, J. (1995) *World trend in agro climatic surveys*, UNESCO
11. FAO, (1993), *Agro-ecological assessment for national planning: the example of Kenya*.
12. Gates, D. (1993), *Climate change and its biological consequences*, sinauer associates Inc. pp. 150-161
13. Kenny, G., and et al, (2000), *Investigating climate change impacts and Thresholds*, *Climate change*, No 46:91-113
14. Lambers, R.H., and et al, (2001), *Vegetation pattern formation in semiarid grazing systems*. *Ecology*, No. 82:50-61.
15. Lenka, D, (1998), *Climate, weather and crop in INDIA*, Kalyani publishers.
16. Mavi, H., S., (1990), *Introduction to agro meteorology*, Oxford and IBH publishing Co. pp. 211-219
17. Minnen, J., and et al, (2000), *Deriving and applying response surface diagrams for evaluating climate Change impacts on the crop production*, *Climate change*, NO 46:317-338
18. Papadakis, J. (1966), *Climate of the world and their agricultural potentialities*, Buenos Aires. pp. 1-48

19. Parry, M., L., (1998), The impact of Climate variations on agriculture kluwer Academic Publisher. Pp. 473-482.
20. Prentic, K(1990), Bioclimatic distribution of vegetation for GCM studies, Geophysics research, 1181-11830
21. Prentice. K., and fung, L, (1990), The Sensitivity of terrestrial carbon storage to climate change, Nature: NO346: 48-54
22. Sivakumar.M., and et al, (1993), Agrocilmatology of West Africa: Niger, ICRISAT.pp. 5-25
23. UNESCO, (1995), Agroclimatological method, proceeding of the reading symposium.pp.211-220
24. Yates, D., and et al, (2000), comparing the correlative HoldRidge model to mechanistic biogeographically models for assessing vegetation distribution response to climate change, climate change, No., 44.

***Assessment of climatic diversity and agricultural potentialities of Iran
by Papadakis Method.***

Dr. Ghasem Azizi,

Assistant prof., Dept. of physical Geography, University of Tehran.

Dr. Akbar Shaemi

Assistant prof., of Payame noor University.

Abstract

In regard to environmental diversity and the role of climate on forming the Bioclimatic regions. In this research we use the papadakis classification Method in which emphasis on ecological factors. Main factors in this manner are: Winter severity, summer heat (thermal thresholds), length of frost free season, potential evapotranspiration, Water Balance and seasonal distribution of humidity rate. In this paper we selected 38 stations, which had enough climate data, and by use of Excel software proceeded them. The most important results of this research are:

- 1. To show microclimatic details*
- 2. Adjustment of output with performs of style from the viewpoint of agricultural products.*
- 3. Agroclimatical diversity of Iran and much potential in order to increase crops.*
In this research stations divided, into seven major group and 12 types and 21 subtypes.

Key words: *Climate, papadakis, ecological, classification, Agroclima, Bioclima, Winter Severity, summer heat, thresholds.*