

## ناحیه بندی اقلیمی ایران با استفاده از شاخص بارش موثر

مهدی تیموری<sup>۱</sup>، سیدجواد عظیم زاده<sup>۲</sup>

### چکیده

از آن جایی که در کشاورزی، رطوبت خاک نقش مهمی در رشد محصولات دارد و شاخص‌های اقلیمی هواشناسی به تنهایی بیانگر رطوبت خاک نمی‌باشند استفاده از شاخصی که مقدار بارش و تبخیر را توأم در نظر بگیرد ضروری است. این مقاله با استفاده از چنین شاخصی به نام شاخص مقدار بارش موثر به ناحیه بندی ایران و بررسی نوسانات آن به صورت فصلی و سالانه پرداخته است. نتایج این تحقیق بیانگر این مطلب است که از نظر شاخص مذکور، ایران به پنج ناحیه‌ی اقلیمی تقسیم بندی می‌شود و اکثر مساحت ایران را آب و هوای خشک و نیمه خشک در بر گرفته است. همچنین با توجه به تطابق اقلیمی این شاخص با اقلیم‌های هواشناسی کشور، استفاده از این روش در مطالعات بعدی توصیه می‌گردد.

واژگان کلیدی: شاخص بارش موثر، ناحیه بندی اقلیمی، ایران

### پیشگفتار

ایران کشوری است که از تنوع آب و هوایی و اقلیمی متنوعی برخوردار است و استعداد بالقوه‌ی زیادی جهت تولید انواع محصولات کشاورزی و باغی دارد و بهره‌گیری از این استعداد و مزایا ضروری است. بیش از ۳۰ درصد جمعیت کشور به صورت مستقیم و بیش از ۴۰ درصد به صورت غیر مستقیم معیشت خود را از طریق کشاورزی و محصولات آن می‌گذرانند که این امر از شرایط متغیرهای آب و هوایی و پارامترهای اقلیمی مثل درجه حرارت و رطوبت هوا و خاک متأثر است. رطوبت خاک به عنوان یکی از مهم ترین متغیرها به دلیل نقش عمده‌ی آن در رشد و میزان تولید محصولات کشاورزی همواره مورد توجه بوده و شاخص‌ها و روش‌های متفاوتی جهت اندازه‌گیری و برآورد آن پیشنهاد شده است. مثلاً جهت تعیین سال‌های خشک در برآورد خشکسالی کشاورزی در شاخص پالمر از پارامتر کمبود رطوبت خاک استفاده می‌شود. به دلیل مشکلات اندازه‌گیری و محاسبات مربوطه و اخذ اطلاعات مربوط به بارش موثر- که صرف نظر از تبخیر در دسترس گیاه قرار می‌گیرد- در مناطق مختلف، استفاده از شاخصی که با تبخیر رابطه داشته و محاسبه‌ی بارش موثر را در ماه و سال‌های مختلف تسهیل کند ضروری به نظر می‌رسد. شاخص بارش موثر که با رطوبت خاک متناسب است (آکادمی پایش خاک، ۱۹۹۹) اولین بار توسط تورنوايت جهت نمایش اقلیم مختلف کره‌ی زمین به کار گرفته شد که حتی می‌تواند عاملی جهت تفکیک مرزهای اقلیمی خاکی نیز باشد (تورنوايت، ۱۹۴۸). از آن جایی که داده‌های هواشناسی برای تبخیر در همه‌ی نواحی جهان موجود نیست و تبخیر به صورت مستقیم به درجه حرارت هوا وابسته است، نسبت بارش به درجه حرارت نیز تابعی از رطوبت خاک محسوب شده و به همین دلیل تورنوايت (۱۹۳۱) فرمولی را جهت محاسبه‌ی بارش موثر سالانه در ارتباط با تعیین غیر مستقیم تبخیر از طریق میزان دما و از جمع شاخص‌های ماهانه‌ی بارش و درجه حرارت به صورت معادله‌ی (۱) توسعه داد.

$$PE = \sum_{n=1}^{12} 1.64P / (T + 12.2 / R)^{10/9} \quad (1)$$

۱. مربی و عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد، m.teimouri@yahoo.com

۲. دانشجوی رشته زراعت دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه فردوسی مشهد



PE = شاخص بارش موثر

P = بارش ماهانه (میلی متر)

T = میانگین دمای ماهانه (درجه سانتی گراد)

بدین ترتیب پنج منطقه‌ی مرطوب بر اساس شاخص PE به صورت جدول (۱) آمده است.

جدول ۱. شرایط رطوبتی بر اساس مقادیر مختلف شاخص PE

منطقه ی رطوبتی	شاخص PE
خیلی مرطوب	> ۱۲۸
مرطوب	۶۴-۱۲۸
نیمه مرطوب	۳۲-۶۴
نیمه خشک	۱۶-۳۲
خشک	< ۱۶

محاسبات صورت گرفته در این تحقیق جهت تقسیم کشور از لحاظ شاخص بارش موثر با توجه به معادله‌ی (۱) و جدول مربوطه صورت گرفته است. نتایج این تحقیق می‌تواند برای برنامه ریزان آمایش سرزمین، محققین کشاورزی و منابع طبیعی جهت توسعه‌ی شرایط اقتصادی اجتماعی کشور مفید باشد.

#### مواد و روش‌ها

در این تحقیق از داده‌های بارش و درجه حرارت ماهانه در ۳۹ ایستگاه هواشناسی کشور در بین سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۵۵ (۲۰۰۵-۱۹۷۶ میلادی) استفاده شد. تقریباً تمامی ایستگاه‌ها دارای داده‌های کامل و کیفیت آماری مناسبی بودند؛ اگرچه داده‌های مفقوده‌ی بعضی ایستگاه‌ها از طریق میانگین‌گیری سری طولانی مدت بدست آمد. شاخص بارش موثر ایستگاه‌های مختلف به صورت ماهانه، فصلی و سالانه محاسبه و نقشه‌ها و خطوط تراز با فواصل مناسب توسط روش خطی جامع<sup>۱</sup> کریجینگ تهیه شده که در قسمت نتایج آورده شده است و در انتهای مقاله نیز به بررسی خط روند در ایستگاه‌های دارای بیشترین و کم‌ترین مقدار بارش موثر سالانه پرداخته خواهد شد.

#### یافته‌ها و بحث

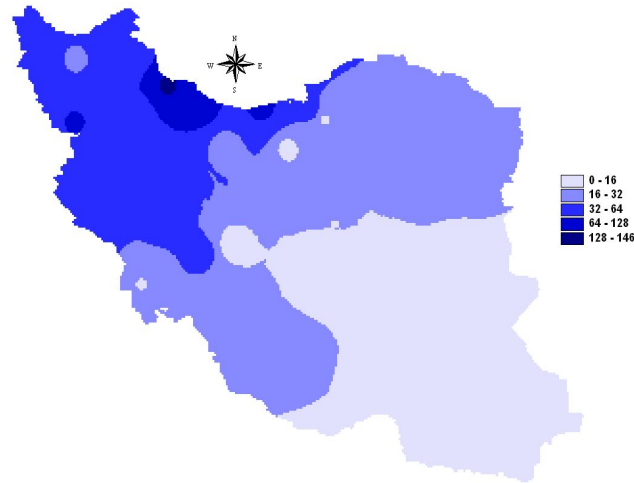
با استفاده از معادله‌ی (۱) مقادیر شاخص بارش موثر در جدول (۲) آورده شده است. با استفاده از مقادیر این جدول و تطابق با جدول (۱)، طبقه‌بندی اقلیم ایران با استفاده از روش وزنی عکس فاصله<sup>۲</sup> درون‌یابی شده است و می‌توان ایران را به پنج اقلیم تعریف شده در جدول ۱ مجزا کرد و تمام اقلیم را در ایران یافت (شکل ۱)، با این توضیح که اقلیم خشک، نیمه‌خشک، نیمه‌مرطوب، مرطوب و خیلی‌مرطوب به ترتیب مساحت زیادی از کشور را در بر می‌گیرد، به طوری که اقلیم خشک در مرکز، شرق و جنوب شرق کشور، اقلیم نیمه‌خشک در شمال شرق، جنوب غرب و حاشیه‌ی رشته کوه البرز و زاگرس، اقلیم نیمه‌مرطوب در شرق دریای خزر، غرب و شمال غرب کشور، اقلیم مرطوب در حاشیه‌ی اقلیم نیمه‌مرطوب و به سمت دریای خزر و اقلیم خیلی‌مرطوب در قسمت کوچکی در سواحل غربی دریای خزر قابل مشاهده است. البته وقفه کوچکی که بین شرق و غرب مازندران روی داده است (شکل ۱) به علت فقدان داده شاخص که ناشی از عدم وجود ایستگاه مناسب است می‌باشد.

<sup>1</sup> Universal Linear

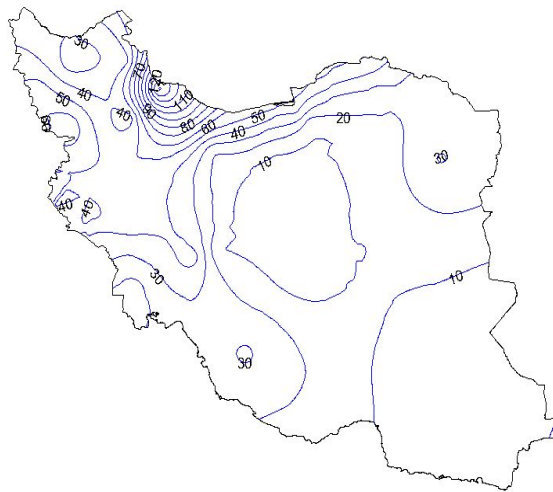
<sup>2</sup> IDW

جدول ۲. مقادیر شاخص بارش موثر در ایستگاه‌های مورد مطالعه

سالانه	پاییز	تابستان	بهار	زمستان	نام ایستگاه
۱۵	۳/۰۷	۰/۰۳	۱/۶۳	۱۰/۲۷	بیرجند
۲۵/۷	۴/۸۳	۰/۱۹	۴/۸۳	۱۵/۸۴	مشهد
۴/۱	۰/۹۳	۰	۰/۲	۲/۹۷	زابل
۵/۶	۱/۵۱	۰/۲۵	۰/۱۵	۳/۷۱	چابهار
۱۷/۱	۳/۹۵	۰/۱	۲/۰۹	۱۰/۹۶	سبزوار
۳۰/۶	۶/۳۷	۰/۱۱	۳/۶۱	۲۰/۴۷	تربت حیدریه
۲۷/۶	۸/۳۸	۰/۱	۰/۸	۱۸/۳۳	فسا
۵/۶	۱/۲۲	۰/۵۷	۰/۳۸	۳/۴۱	ایرانشهر
۱۰	۳/۰۷	۰/۱۲	۰/۳۸	۶/۴۱	کیش
۹/۵	۳/۱۵	۰/۱۱	۱/۱۳	۵/۰۸	شرق اصفهان
۴۴/۷	۱۳/۸۹	۰/۰۶	۳/۳۷	۲۷/۳۷	شهرکرد
۴/۶	۱/۲۲	۰	۰/۴۳	۲/۹۷	یزد
۱۴۵/۱	۷۱/۹۳	۲۲/۶۶	۸/۶۱	۴۱/۸۹	بندر انزلی
۹۱	۴۵/۵۹	۱۳/۷۸	۹/۱۵	۲۲/۴۵	رامسر
۶۷/۷	۲۰/۵۴	۰/۳۶	۹/۷۳	۳۷/۱۶	سقز
۲۰/۵	۶/۵۲	۰/۱۵	۲/۶۱	۱۱/۲۲	مهرآباد
۲۱/۶	۶/۷۶	۰/۱۸	۲/۸۶	۱۱/۸۵	دوشان تپه
۴۴/۱	۱۴/۸	۰/۱۱	۴/۷۲	۲۴/۵	کرمانشاه
۲۴/۵	۷/۲۹	۰/۵۲	۷/۲۵	۹/۴۹	تبریز
۱۰/۵	۲/۶۲	۰/۰۳	۱/۶۳	۶/۲	کاشان
۱۰/۴	۳/۲۷	۰/۰۳	۱/۴	۵/۷۲	اصفهان
۳۹/۳	۱۲/۸۵	۳/۷۱	۶/۵۲	۱۶/۲۳	گرگان
۱۱/۷	۳	۰/۰۶	۱/۱۲	۷/۵۴	کرمان
۱۵/۲	۶/۵	۰/۰۱	۰/۶۱	۸/۰۴	اهواز
۴۶	۱۵/۰۹	۰/۰۱	۵/۴۲	۲۵/۴۶	خرم آباد
۳/۲	۰/۵۲	۰/۰۲	۰/۶۹	۲/۰۱	بم
۱۳/۴	۳/۳۲	۳/۵۸	۳/۴۸	۳/۰۵	بندرلنگه
۱۱/۷	۲/۴۹	۰/۱۱	۰/۵۷	۸/۴۹	بندرعباس
۱۱	۲/۷۱	۰/۳۳	۱/۶۸	۶/۳۳	سمنان
۳۱	۱۰/۳۳	۰/۰۵	۱/۴۴	۱۹/۸۱	شیراز
۵/۲	۱/۱۹	۰/۰۸	۰/۵۹	۳/۳	زاهدان
۳۰	۱۰/۴	۰/۰۱	۱/۷۲	۱۷/۸۵	دزفول
۱۳/۹۴	۳/۲۶	۰/۲۶	۲/۸۳	۷/۵۸	شاهرود
۴۰/۸۱	۱۰/۹۴	۰/۱	۵/۱	۲۴/۶۷	اراک
۵۰/۱۴	۱۲/۸	۰/۲۸	۵/۶۲	۳۱/۴۵	همدان
۳۴/۸	۹/۶	۰/۵	۶/۹	۱۷/۸	زنجان
۵۱/۶	۱۵/۶	۰/۱	۷/۲	۲۸/۷	سنندج
۵۵/۲	۱۷/۴	۰/۱	۸/۲	۲۹/۶	ارومیه
۳۶/۱	۱۱	۱/۲	۷/۵	۱۶/۵	اردبیل

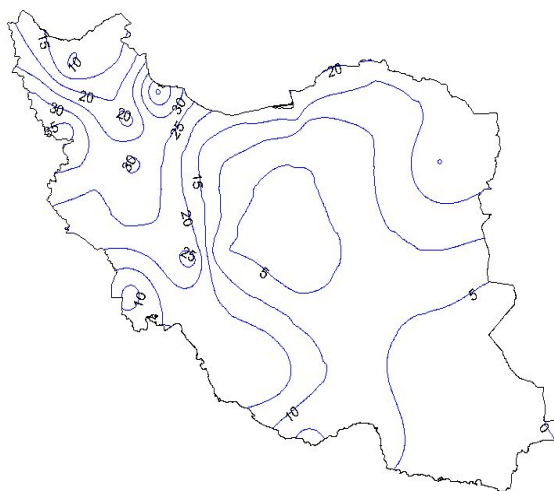


شکل ۱. نقشه مناطق رطوبتی بر اساس شاخص بارش موثر



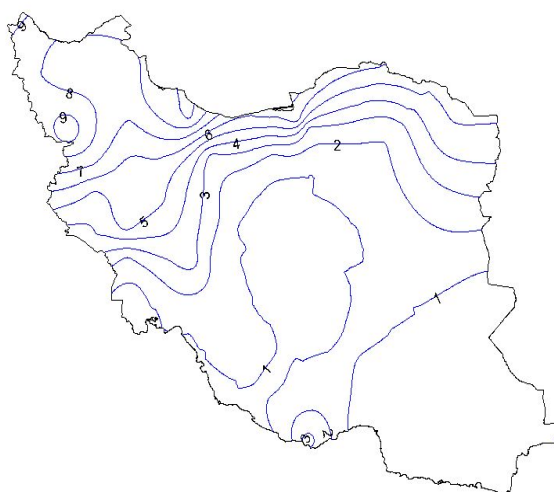
شکل ۲. خطوط تراز شاخص بارش موثر سالانه کشور

آنالیز نتایج ناشی از معادله‌ی (۱) نیز در مقیاس‌های متوسط سالانه و فصلی در قالب نقشه‌ها (شکل ۲ تا ۶) و جدول (۱) و به صورت زیر می‌باشد. با توجه به شکل (۲) که خطوط تراز مقدار بارش موثر سالانه در آن نمایش داده شده است، همان طور که انتظار می‌رود حداکثر مقدار آن در نواحی مرکزی گیلان که رطوبت و مقدار بارش نیز در آن بسیار زیاد است دیده می‌شود که مقدار آن به سمت شرق و غرب آن به تدریج کم‌تر می‌شود. مجاورت با دریای خزر از یک طرف و فاصله ی کم دریا با رشته کوه‌های البرز از طرف دیگر، باعث تمرکز بیشتر از حد رطوبت در آن منطقه شده است. مقدار حداکثر شاخص فوق در بندر انزلی به ۱۴۵ رسیده است که با توجه به جدول (۱) در محدوده‌ی منطقه‌ی خیلی مرطوب قرار می‌گیرد. مناطق شرق دریای خزر نیز شرایطی مشابه شمال غرب و غرب کشور دارند که به عنوان مثال می‌توان به شرایط یکسان گرگان و اراک اشاره کرد که البته خط تراز مزبور با یک انحراف به سمت رشته کوه‌های زاگرس به غرب و شمال غرب ایران می‌رسد. شرایط ایران مرکزی نیز مشابهت زیادی با وضعیت جنوب شرقی کشور از لحاظ بارش مازاد دارند و حداقل مقدار آن به ترتیب در بم (۳,۲)، زابل (۴,۱) و یزد (۴,۶) دیده می‌شود. مشابه خطوط تراز سالانه، خطوط تراز ی نیز در شکل (۳) که مقادیر بارش موثر فصل زمستان است مشاهده می‌شود. حداقل مقدار آن در بم (۲,۰۱)، زابل و یزد (۲,۹۷) و حداکثر آن در بندر انزلی (۴۱,۹)، سقز (۳۷,۲) و همدان (۳۱,۵) قابل رویت است. به جز قسمت شمالی و غرب، سایر نقاط کشور بیشترین بارش مازاد را در این فصل تجربه می‌کنند و اختلاف بین مقادیر آن‌ها در فصل زمستان و سایر فصول محسوس است.



شکل ۳. خطوط تراز شاخص بارش موثر فصل زمستان در کشور

در فصل بهار با توجه به درجه حرارت بالای آن نسبت به پاییز مقدار بارش موثر در آن کم تر است و خطوط تراز مقادیر کم تری را نشان می دهند. از طرف دیگر با توجه به گسترش اقلیم خشک و نیمه خشک در ایران و مقدار بارش نسبتا کم و درجه حرارت بالای آن در اکثر ایستگاهها، تاثیر درجه حرارت محسوس تر است که این مطلب در شکل (۴) نیز دیده می شود، به طوری که خطوط تراز در نیمه ی شمالی کشور تقریبا به موازات هم قرار گرفته و فقط در شمال غرب کشور از این حالت تبعیت نمی کند. حداقل مقادیر شاخص بارش موثر به ترتیب در چابهار (۰،۱۵)، زابل (۰،۲) و ایرانشهر و کیش (۰،۳۸) دیده می شود و حداکثر آن نیز در سقز (۹،۷۳)، رامسر (۹،۱۵) و بندر انزلی (۸،۶۱) قابل مشاهده است. ایستگاه سقز به دلیل بارش بالا و دمای نسبتا کم تر نسبت به ایستگاههای رامسر و بندرانزلی مقدار شاخص موثر بیشتری را دارد.

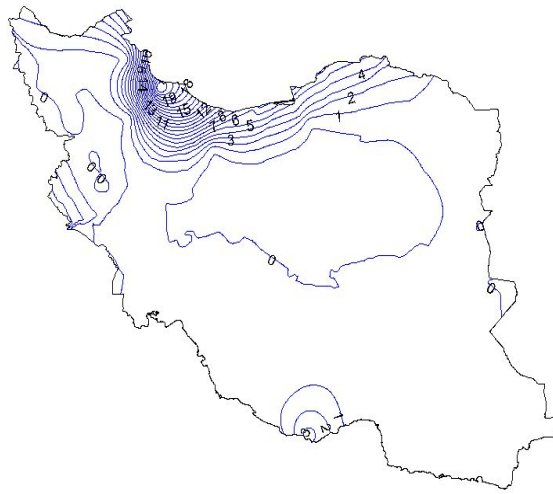


شکل ۴. خطوط تراز شاخص بارش موثر فصل بهار در کشور

در فصل تابستان به دلیل بارش بسیار کم در اغلب مناطق کشور، بارش موثر نیز بسیار کم است و فقط در نوار شمالی کشور شاهد آن هستیم (شکل ۵). نکته ی جالب توجه این است که ایستگاه بندرانزلی و رامسر دارای مقدار بارش موثر بالاتری در تابستان نسبت به بهار هستند که دلیل اصلی آن رطوبت بالا و پراکنش زمانی متعادل بارش در نواحی کناره ی دریای خزر و به خصوص غرب آن است. حداقل مقدار شاخص در زابل و یزد (حدود صفر) و حداکثر آن در بندرانزلی (۲۲،۷) و رامسر (۱۳،۸)

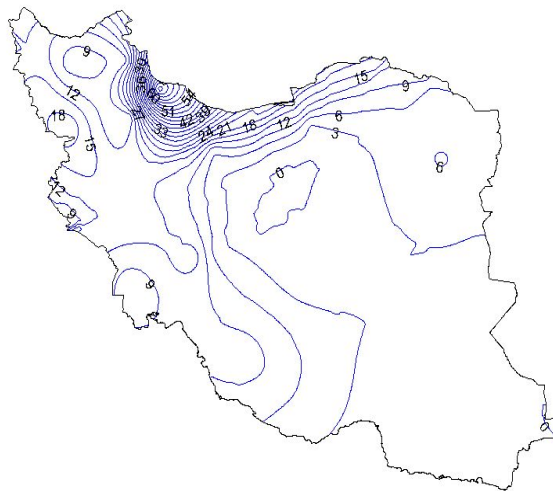


می‌باشد. حتی در مناطق شمال غرب کشور نیز مقدار این شاخص قابل مقایسه با نواحی شمالی کشور نیست که دلیل آن دمای بیشتر آن مناطق است.



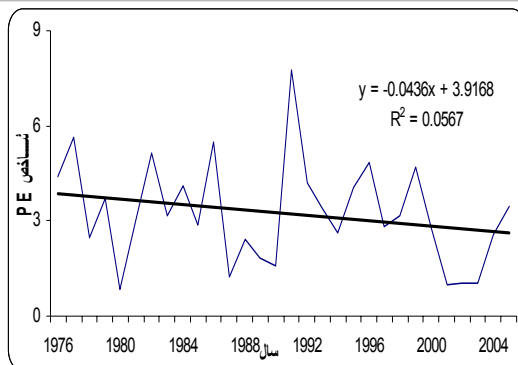
شکل ۵. خطوط تراز شاخص بارش موثر فصل تابستان در کشور

در فصل پاییز به دلیل خنک تر شدن هوا و شروع باران‌های پاییزه در اکثر مناطق کشور شاهد افزایش مقدار شاخص هستیم (شکل ۶)، به طوری که در بندرانزلی و رامسر به ترتیب مقادیر ۷۲٫۹ و ۴۶ حداکثرها و ۰٫۵۲ و ۰٫۹۳ حداقل‌ها را نشان می‌دهند و الگوی خط تراز شباهت خیلی زیادی به خطوط تراز فصل زمستان دارند.

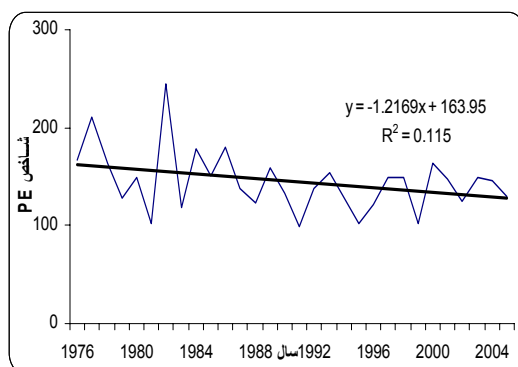


شکل ۶. خطوط تراز شاخص بارش موثر فصل پاییز در کشور

نوسانات شاخص بارش موثر نیز در ایستگاه‌های مختلف طی سال‌های آماری مورد نظر بررسی گردید. نتایج این بررسی‌ها نشان داد که به جز ایستگاه زابل که روند افزایشی بسیار کم و غیرمعنی‌داری دارد سایر ایستگاه‌ها دارای روند کاهشی مختلفی هستند که با توجه به این که بررسی این مقوله در این تحقیق نمی‌گنجد فقط به عنوان نمونه خط برازش روند در دو ایستگاه بم و بندرانزلی که معرف ایستگاه‌های دارای کم‌ترین و بیشترین مقدار بارش موثر هستند در شکل‌های ۷ و ۸ آورده شده است که روند کاهشی در هر دو دیده می‌شود.



شکل ۷. میزان نوسانات و خط روند برازش یافته بر سری آماری در ایستگاه بم



شکل ۸. میزان نوسانات و خط روند برازش یافته بر سری آماری در ایستگاه بندرانزلی

### نتیجه گیری

با توجه به آنالیز مقادیر شاخص بارش موثر می توان نتیجه گرفت که ایران به پنج ناحیه اقلیمی زیر تقسیم می شود. منطقه خشک که مقدار بارش موثر آن کمتر از ۱۶ است و شامل بخش عظیمی از شرق و جنوب شرق و مرکز ایران است. منطقه نیمه خشک که شامل قسمت های زیادی از نواحی شمال شرقی و جنوب غربی است و بارش موثر آنها بین ۱۶-۳۲ متغیر است. مناطق نیمه مرطوب که بخش هایی از نواحی مرتفع و کوهستانی غرب و شمال غربی ایران را می پوشاند و مقادیر آنها بین ۳۲-۶۴ می باشد. مناطق مرطوب و نیمه مرطوب نیز در گروه چهارم و پنجم قرار می گیرند که نواحی ساحلی خزری کشور را دربر گرفته و البته گروه پنجم بخش کمتری را نسبت به گروه چهارم احاطه کرده و مقادیر بارش موثر آنها بیشتر از ۶۴ است. همچنین بررسی روند شاخص فوق، نزول تدریجی آن را نشان می دهد که در قالب تحقیق دیگری می توان به وجود یا عدم معنی داری آنها نیز پرداخت.

### مراجع

- 1) Soil Survey Staff, 1999. Soil Taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil survey center, NRCS, USD. Handbook 436, Washington DC.
- 2) Thornthwaite, C.W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geog. Review. 38: 55-94.
- 3) Thornthwaite, C.W. 1931. The climates of North America according to a new classification. Geog. Review. 21: 633-665.



## Climatic Zonation of Iran using Precipitation Effectiveness Index

Mehdi Teimouri<sup>1\*</sup>, S.Javad Azimzadeh<sup>2</sup>

### Abstract

It's obvious that soil moisture plays an important role in crop growth in agronomy and the meteorological climatic indicators aren't good explanatory of soil moisture solely, it seems essential to use from index that considers the evaporation and precipitation together. This paper has been done by using the effective precipitation rate in Iran's zoning and also checking the fluctuations as seasonal and annual. The results have shown that in aspect of mentioned indicator, Iran is divided into five climatic areas and also most of this area has been included with arid and semiarid climate. Base on this index climatic accordance to meteorological climates, using this method in following studies is recommended.

**Keywords:** Precipitation Effectiveness Index, Climatic Zonation, Iran

---

1. Academic Member, Ferdowsi University of Mashhad

2. Agronomy Student, Faculty of Shirvan Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

\* m.teimouri@yahoo.com