

# آشکارسازی تغییرهای زمانی - مکانی عناصر دما و بارش در ایران

منوچهر فرج‌زاده اصل<sup>۱\*</sup>، وحید فیضی<sup>۲</sup>

۱- دانشیار سنجش از دور و GIS، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲- کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

دریافت: ۸۸/۱۰/۲۳ پذیرش: ۸۹/۲/۲۱

## چکیده

در تحقیق حاضر، تغییرهای اقلیمی (دما و بارش) را در کل محدوده ایران بررسی و ارزیابی کرده‌ایم. به همین منظور، به محاسبه و تحلیل میانگین بارش، میانگین دما و حداکثر و حداقل دما پرداخته‌ایم. ایستگاه‌های مورد مطالعه بر مبنای طول دوره آماری و درستی داده‌های آماری از چهل ایستگاه در دوره زمانی ۱۹۶۶-۲۰۰۵ به طول چهل سال است. برای انجام تحلیل‌ها از روش بررسی آمون آماری - گرافیکی من کندال و میانگین متحرک پنج‌ساله استفاده کرده‌ایم. نتایج تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد زمان شروع بیشتر تغییرها، ناگهانی و از نوع روند و نوسان است. در بیشتر ایستگاه‌ها، در متغیرهای دما یعنی میانگین دما، حداکثر و حداقل دما، روند مثبت و بارش، روند منفی را نشان می‌دهد. در منطقه‌های جنوبی کشور، روند منفی بارش در ماه‌های گرم سال، یعنی می تا سپتامبر به وضوح دیده می‌شود و روند مثبت دماها در ماه‌های مختلف در منطقه‌های گوناگون ایران پراکنده شده است؛ همچنین زمان و نوع تغییرها در متغیرهای دما و بارش حاکی از تغییرهای ناگهانی افزایشی و کاهش‌ی است. در متغیرهای حداقل و حداکثر دما در ماه‌های مختلف سال، تغییرهای ناگهانی افزایشی به وضوح دیده می‌شود. در جنوب کشور، تغییرهای ناگهانی کاهش‌ی بارش بیشترین گسترش را دارد.

واژه‌های کلیدی: ایران، تغییر اقلیم، تغییر ناگهانی، روند، من - کندال.

## ۱- مقدمه

تغییر اقلیم جهانی و افزایش دما از مسائل مهم زیست‌محیطی است و در سال‌های اخیر، پژوهش‌های زیادی درباره آن صورت گرفته است. این موضوع به دلیل آثار زیست‌محیطی،

Email: farajzam@modares.ac.ir

\* نویسنده مسئول مقاله:



اقتصادی و اجتماعی اهمیت زیادی دارد؛ زیرا فعالیت‌های انسانی مانند کشاورزی، صنایع و مانند آن بر مبنای پایداری تغییر اقلیم قرار دارد. سناریوی گرمایش جهانی یکی از سناریوهای مطرح در سطوح ملی، منطقه‌ای و جهانی است. امروزه، سرعت افزایش درجه حرارت در مقایسه با گذشته افزایش چشم‌گیری یافته است؛ به طوری که در طول تاریخ بشر بی‌سابقه بوده است. پژوهش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد هر ساله، تراز آب اقیانوس‌ها بر اثر آب شدن یخچال‌ها (به سبب افزایش درجه حرارت) در حال افزایش است و حتی اگر مصرف تمام سوخت‌های فسیلی نیز قطع شود، تغییر اقلیم بر اثر افزایش تراز آب اقیانوس اتفاق خواهد افتاد (Turkesh & Demirj, 2002). نتایج تحقیق گادگیل و دورد<sup>۱</sup> (2005) در زمینه بررسی روند دمای قرن بیستم در پونته هند بیانگر آن است که در میانگین سالیانه و میانگین حداکثر سالیانه کاهش معناداری وجود دارد. این کاهش دما بیشتر در طول زمستان رخ می‌دهد؛ برعکس، در فصل موسمی شاهد افزایش دما در این منطقه هستیم. لانا<sup>۲</sup> و همکاران (2003) با استفاده از مجموعه شاخص‌های بارشی در مقیاس سالیانه و فصلی، بعد از به‌کارگیری فیلترهای پایین‌گذر، مقادیر بارش روزانه را در رصدخانه فبرا واقع در ایالت بارسلونا مابین سال‌های ۱۹۱۷-۱۹۹۹م تحلیل و بررسی کرده‌اند. در این پژوهش، برای بررسی تأثیر جریان‌های جوی بر روند بارش در این ایستگاه، ضریب هم‌بستگی دوسویه شاخص‌های بارشی و NAO محاسبه شد و در نهایت، ضریب معناداری دیده نشد. برونٹی<sup>۳</sup> و همکاران (2005: 36) دو عامل دما و بارش را در قرن گذشته در ایتالیا بررسی کرده‌اند. یافته‌های آن‌ها گویای این است که در این مدت، آب و هوای ایتالیا گرم‌تر و خشک‌تر شده است. آن‌ها معتقدند تغییرهای اقلیمی می‌تواند بر متغیرهای متفاوت زیست‌محیطی تأثیر مهمی داشته باشد. از جمله این متغیرها می‌توان بارش در بسیاری از کشورهای جهان را نام برد. تغییر در رژیم بارش بر مدیریت منابع آب، کشاورزی، هیدرولوژی و اکوسیستم‌ها تأثیر زیادی به‌جا می‌گذارد؛ به همین دلیل تغییرهای مکانی و زمانی بارش مهم است. نتیجه این پژوهش نشان می‌دهد به‌طور کلی در ناحیه مورد مطالعه، روندی

1. Gadgil & Dhorde  
2. Lana  
3. Brunetti

مثبت وجود دارد (Cannarozzo et al., 2006: 42). نتایج تحقیقات بین دومی<sup>۱</sup> (32: 2006) درباره تحلیل تغییرهای دما و بارش در اردن نشان می‌دهد میانگین حداقل و حداکثر دمای ثبت شده در اردن طی سال‌های ۱۹۴۶-۱۹۹۹م به گرم شدن گرایش داشته است. در این ایستگاه‌ها، گرایش به گرمایش در بهار و تابستان اتفاق افتاده است. اگرچه شیب ارزیابی‌ها گرایش منفی را درباره بارش سالیانه نشان می‌دهد، هیچ‌یک از مجموعه‌های زمانی بارش در این زمینه رابطه معناداری نشان نداده‌اند. براساس نتایج تحقیق بارتلی و پونگراز<sup>۲</sup> (2007) درباره بررسی و تحلیل شاخص‌های حداکثری دما و بارش در کارپتین بیسین از سال ۱۹۴۶-۲۰۰۱م، روندهای جهانی و قاره‌ای دما در منطقه مرکز و شرق اروپا در طول نیمه دوم قرن بیستم گرم‌تر شده است. قبل از این دوره، گرما و شدت و تعداد حداکثری بارش‌ها بین سال‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۱م افزایش یافته بود.

در ایران، مطالعه‌های زیادی در زمینه تغییر اقلیم انجام شده است؛ از جمله محمدی و تقوی (۱۳۸۳) روند شاخص‌های حدی دما را در تهران بررسی کرده‌اند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد شاخص‌های FD و ID یا شاخص‌های حدهای سرد روند کاهشی محسوسی دارند؛ از سوی دیگر روند دمای حداقل و متوسط روزانه کاملاً افزایشی است و شیب مثبت دارد؛ درحالی که روند افزایشی دمای حداکثر شیب کمتری دارد. خلیلی و بذرافشان (۱۳۸۳) روند تغییرهای بارندگی را در پنج ایستگاه دارای ۱۱۶ سال آمار بررسی کرده‌اند. برپایه یافته‌های پژوهش آن‌ها، در مقیاس ماهیانه، حالت‌هایی که بتواند وجود روند و یا تغییر اقلیم بارندگی را نشان دهد، بسیار محدود بوده و برای نتیجه‌گیری کافی نیست و در مقیاس سالیانه، آزمون‌های انجام شده هیچ‌گونه مؤلفه تغییر اقلیم را در روند زمانی کمی بارندگی تأیید نمی‌کند. علیجانی و قوی‌دل رحیمی (۱۳۸۴) داده‌های مربوط به ناهنجاری‌های دمایی در کره زمین و دماهای متوسط سالیانه ایستگاه تبریز را طی دوره آماری ۱۹۵۱-۲۰۰۳ بررسی کرده‌اند. نتایج کاربرد و تحلیل هم‌بستگی پیرسون، هم‌بستگی مثبت و مستقیم معناداری بین دمای سالیانه تبریز و ناهنجاری‌های دمایی کره زمین را نشان می‌دهد. حجام و

1. Bani-Domi

2. Bartholy & Pongrácz



همکاران (۱۳۷۸) با استفاده از روش‌های ناپارامتری، روند تغییرها را در بارندگی‌های فصلی و سالیانه در چند ایستگاه برگزیده در حوضه مرکزی ایران تحلیل کرده‌اند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد روندی کاهشی و معنادار توسط هردو آزمون به‌کارگرفته در برخی مجموعه‌های زمانی مورد مطالعه وجود دارد؛ ولی هیچ روند افزایشی و معناداری به‌صورت هم‌زمان، توسط دو آزمون به‌کارگرفته تأیید نشده است. عزیزی و روشنی (۱۳۸۷) با استفاده از روش من-کندال تغییر اقلیم را در سواحل جنوبی دریای خزر مطالعه کرده‌اند. نتایج تحلیل داده‌ها در پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد زمان شروع بیشتر تغییرها، ناگهانی و از هر دو نوع روند و نوسان بوده و در بیشتر ایستگاه‌ها، دمای حداقل، روند مثبت و دمای حداکثر، روند منفی داشته است.

با توجه به تازگی پژوهش‌های تغییر اقلیم در ایران، بیشتر تحقیقات به‌صورت تک‌نمونه‌ای (ایستگاهی) است و درباره تغییر اقلیم هیچ مطالعه‌ای در مقیاس گسترده و در سطح کشور انجام نشده است؛ بنابراین پژوهش‌های منطقه‌ای در مقیاس گسترده از ضرورت‌های تحقیقات تغییر اقلیم کشور است. بر همین اساس، در این تحقیق درصدد پهنه‌بندی تغییرهای اقلیم در سطح کشور هستیم.

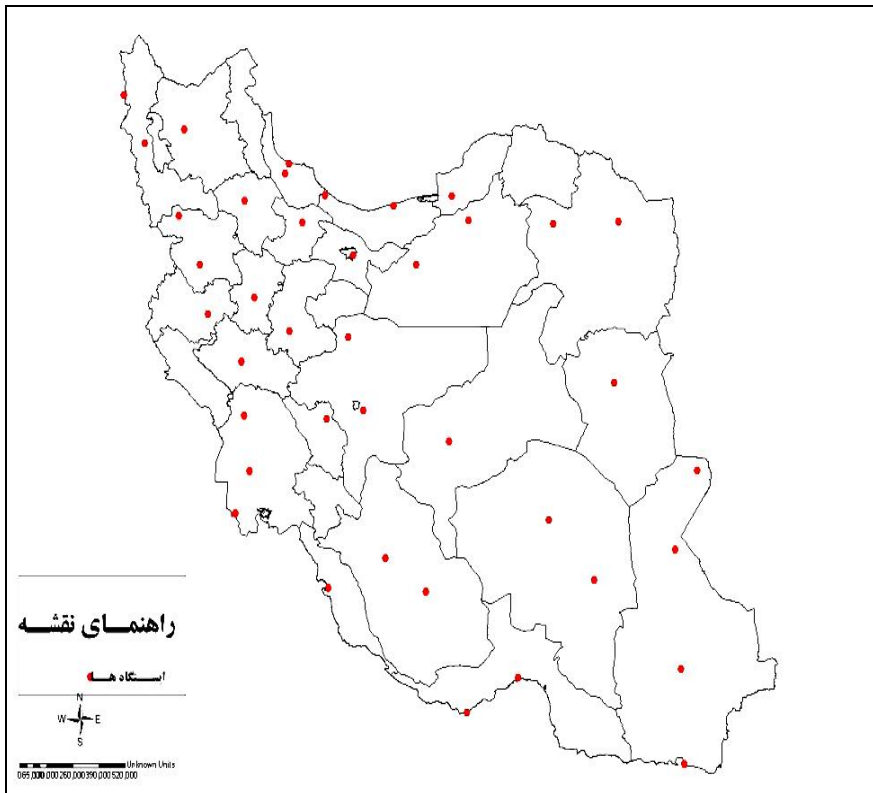
## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- محدوده مورد مطالعه

ایران سرزمینی بسیار متنوع است و این گوناگونی در تمام ویژگی‌های جغرافیایی آن، از مسائل انسانی تا ویژگی‌های طبیعی، دیده می‌شود. ایران در محدوده جغرافیایی ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض جغرافیایی شمالی و ۴۴ تا ۶۴ درجه طول شرقی قرار دارد. این کشور، ناهموار و ارتفاع میانگین آن از سطح دریا حدود ۱۳۰۰ متر است؛ با این حال دامنه تغییرهای ارتفاع در آن بسیار زیاد است و از کرانه‌های خزر- که ارتفاع آن زیر سطح آب‌های آزاد است- تا چکاد دماوند- که نزدیک به ۵۶۷۱ متر از سطح آب‌های آزاد ارتفاع دارد- تغییر می‌کند.

## ۲-۲- داده‌های تحقیق

مقطع زمانی این پژوهش، یک دورهٔ چهل‌ساله از سال ۱۹۶۵ تا ۲۰۰۵ م است. برای بررسی تغییرهای سریع یا روندهای احتمالی در مجموعه‌های زمانی اقلیمی در ایران، اطلاعات و آمار لازم از سازمان هواشناسی کشور تهیه شد. پس از جمع‌آوری و خلاصه‌نویسی، آمار و اطلاعات چهل ایستگاه کشور (میانگین، حداقل و حداکثر ماهیانه و سالیانهٔ دما و میانگین بارش) برای تعیین تغییرها در روش مورد نظر برای دورهٔ آماری ۱۹۶۶-۲۰۰۵ م به‌کار گرفته شد. شکل شمارهٔ یک موقعیت منطقه و ایستگاه‌های مطالعاتی را نشان می‌دهد.



شکل ۱ موقعیت منطقه و ایستگاه‌های مطالعاتی

### ۲-۳- روش تحقیق

روش این تحقیق، آزمون آماری - گرافیکی من - کندال و میانگین متحرک پنج‌ساله است. این آزمون برای تصادفی بودن و تعیین روند در مجموعه‌ها به کار می‌رود. این آزمون نخست برای مشخص کردن پارامتریک نبودن مجموعه به کار گرفته شد؛ به این ترتیب که مجموعه‌های آماری به ترتیب صعودی رتبه‌بندی شدند و براساس آن، تصادفی بودن داده‌ها با نبودن روند مشخص شد.

در صورت وجود روند، داده‌ها غیرتصادفی بود و برای تعیین تصادفی بودن داده‌ها از آزمون رابطه ۱ استفاده شد (کاوایانی و عساکره، ۱۳۸۲: ۲۵).

$$T = \frac{4p}{N(N-1)} - 1 \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه،  $T$  آماره کندال و  $P$  مجموع تعداد رتبه‌های بزرگ‌تر از ردیف  $n_i$  است که بعد از آن قرار گرفته و از رابطه ۲ به دست آمده‌اند (همان‌جا).

$$P = \sum_{i=1}^n n_i \quad \text{رابطه (۲)}$$

این آماره برای  $N > 10$  به توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس  $\frac{4N+10}{9(N-1)}$  شبیه است؛ بنابراین آزمون معناداری آن به صورت رابطه ۳ محاسبه می‌شود (روشنی، ۱۳۸۲: ۳۵).

$$T)_t = \pm \text{tg} \left( \sqrt{\frac{4N+10}{9N(N-1)}} \right) \quad \text{رابطه (۳)}$$

در این رابطه،  $N$  تعداد کل سال‌های آماری،  $tg$  سطح احتمال معنادار بودن آزمون (برابر با  $1/96$ ) و  $(T)_t$  آماره من - کندال است.

$tg$  برابر با مقدار بحرانی توزیع  $(Z)$  با سطح احتمال آزمون است که در اینجا براساس احتمال ۹۵ درصد برابر با  $1/96$  است. در صورت اعمال این مقدار،  $(T)_t$  برابر با  $0/21 \pm$  می‌شود. حال با توجه به مقدار بحرانی به دست آمده، اگر  $(T)_t > (T)_t$  یعنی  $0/21 > T > -0/21$  باشد، هیچ‌گونه روند مهمی در مجموعه‌ها مشاهده نمی‌شود و مجموعه‌ها تصادفی هستند؛ اگر  $(T)_t < (T)_t$  یعنی  $T < -0/21$  باشد، روند منفی در مجموعه‌ها و اگر  $(T)_t > (T)_t$  یعنی  $T > +0/21$  باشد، روند مثبت در مجموعه‌ها غالب خواهد بود.

### ۳- یافته‌های تحقیق

توزیع جغرافیایی روند تغییرها در متغیرهای چهارگانه میانگین، حداکثر، حداقل دمای ماهیانه، و مجموع بارش در شکل‌های شماره دو تا پنج نشان داده است. از این شکل‌ها نتایج زیر به دست می‌آید:

در ژانویه: میانگین دماها دو روند منفی و مثبت دارد. روند منفی در غرب و جنوب‌غربی قرار دارد؛ در حالی که روند مثبت در شمال، شمال‌شرق و شرق کشور است. حداکثر دماها در جنوب‌شرق کشور، دارای روند منفی است. بیشترین گسترش روند منفی در ژانویه در حداقل دماها دیده می‌شود. این روند در شمال‌شرق، مرکز، غرب و شمال ایران مشاهده می‌شود. روند مثبت نیز در شرق و جنوب‌غرب به چشم می‌خورد. در این ماه، میانگین بارش کمترین روند را دارد؛ به طوری که فقط در شمال‌غرب به صورت محدود دیده می‌شود.

در فوریه: میانگین دماها دارای تغییرهای کمی است. روند منفی به صورت لکه‌ای در جنوب‌شرق و روند مثبت به صورت پراکنده در جنوب، مرکز و شمال کشور دیده می‌شود. در جنوب‌غرب دریای خزر، حداکثر دماها روندی منفی دارد. گسترش روند حداقل دماها در فوریه مانند ژانویه است؛ با این تغییر که روند منفی در غرب ایران کاهش می‌یابد. در فوریه،



میانگین باران گسترش روند منفی را نشان می‌دهد. این روند به صورت نواری از شمال غرب تا جنوب شرق کشیده شده است.

در مارس: در این ماه فقط روند منفی در میانگین دماها وجود دارد که به صورت نواری در جنوب و جنوب غربی کشور دیده می‌شود. در شمال غرب و غرب کشور، روند منفی حداکثر دما محدود است. روند منفی موجود در آوریل، در حداکثر دماها در غرب و شمال غرب کشور است. در این ماه، حداقل دماها فقط روندی منفی دارد که در جنوب غرب، جنوب شرق و جنوب کشور به صورت محدود دیده می‌شود.

در آوریل: پراکندگی تغییرها زیاد است و روند مثبت بیش از روند منفی گسترش دارد. این روند در بخش‌های جنوب غربی دیده می‌شود. روند منفی در آوریل مانند مارس است. حداکثر دماها روند منفی دارد که در شمال غرب به صورت محدود دیده می‌شود. روند منفی حداقل دماها در همه نقاط به صورت لکه‌هایی پراکنده شده است؛ اما روند مثبت در جنوب غرب و جنوب شرق دیده می‌شود. در این ماه، روند منفی میانگین باران افزایش می‌یابد و بیشترین گسترش را در شرق و جنوب شرقی کشور دارد.

در مه: گسترش روند منفی افزایش می‌یابد و در بیشتر نقاط، به ویژه در جنوب شرق، شمال غرب و شمال شرق کشور دیده می‌شود. روند مثبت به صورت لکه‌های کوچکی در جنوب غرب کشور مشاهده می‌شود. در این ماه، حداکثر دماها دارای هر دو روند منفی و مثبت است. روند منفی در غرب و جنوب غرب و روند مثبت در شرق و جنوب شرق دیده می‌شود. روند منفی در حداقل دماها قابل مشاهده است. این نوع روند در جنوب غرب و جنوب شرق گسترده شده است؛ اما روند مثبت فقط در شمال غرب کشور به صورت محدود ای کوچک است. در مه، میانگین باران دارای افزایش روند منفی است. این نوع روند جنوب، جنوب شرق و غرب کشور را شامل می‌شود.

ژوئن: گسترش روند منفی تقریباً مانند مه است؛ با این تفاوت که گسترش این روند در بخش‌های شرقی کشور افزایش می‌یابد. در شمال شرق و جنوب غرب کشور، روند مثبت گسترش بیشتری دارد. حداکثر دماهای دارای روند منفی در ژوئن دیده می‌شود. این



روند در نقاط مختلف ایران پراکنده شده است. روند منفی نیز در شمال‌غرب و جنوب‌غرب به صورت پراکنده وجود دارد. در این ماه تغییرهای ناگهانی افزایشی بیشتر می‌شود و به جز غرب و جنوب در بقیه نقاط پراکنده است. در ژوئن، میانگین باران روندی منفی دارد و در مقایسه با ماه قبل به میزان زیادی افزایش یافته است؛ به گونه‌ای که فقط در بخش‌های شمالی کشور روندی وجود ندارد.

در ژولای: در این ماه گسترش روند منفی در شرق کشور کاهش می‌یابد و در عرض در شمال‌غرب بیشتر می‌شود. روند مثبت نیز مانند ماه قبل است. در ژولای، روند منفی در حداکثر دماها گسترش می‌یابد و در شمال‌غرب و جنوب‌شرق ایران و جنوب‌شرق دریای خزر دیده می‌شود. روندهای مثبت و منفی حداقل دماها مانند ماه قبل است؛ با این تفاوت که روند مثبت گسترده‌تر می‌شود. در ژولای، میانگین باران ایران دارای روند منفی با گسترش زیاد است؛ به طوری که جز شمال و شمال‌غرب، بقیه نقاط ایران روند منفی باران دارند.

در اوت: از مقدار روند منفی در کشور کاسته می‌شود و روند مثبت افزایش می‌یابد. روند مثبت در شمال، جنوب‌غرب و شمال‌شرق کشور دیده می‌شود. روند منفی نیز در جنوب‌شرق، شمال‌غرب و شمال‌شرق کشور وجود دارد. در این ماه، هر دو روند منفی و مثبت در حداکثر دماها دیده می‌شود. روند منفی در جنوب‌شرق ایران و جنوب‌شرق دریای خزر، و روند مثبت در جنوب‌غرب ایران وجود دارد. در اوت، غالب بودن روند مثبت حداقل دماها دیده نمی‌شود. این روند در همه نقاط کشور پراکنده است. روند منفی نیز در شمال‌غرب و جنوب‌غرب به صورت لکه‌هایی قابل مشاهده است. در ایران، روند منفی میانگین باران در اوت مانند ژولای است؛ با این تفاوت که در بخش‌های جنوب‌شرقی دیده نمی‌شود.

در سپتامبر: در این ماه پراکنش روندهای منفی و مثبت میانگین دما مانند ماه قبل است. حداکثر دماهای دارای روند منفی در جنوب‌شرق ایران و جنوب‌شرق دریای خزر دیده می‌شود؛ اما روند مثبت در شمال‌شرقی کشور حاکم است. روند حداقل دماها گسترش روند



مثبت در این ماه را نشان می‌دهد. گسترش این روند در همه نقاط کشور به صورت پراکنده است. در سپتامبر، روند منفی بارش به حداکثر گسترش خود در ماه‌های سال در ایران می‌رسد؛ به طوری که بخش بسیار محدودی از کشور روند خاصی ندارد.

در اکتبر: کاهش هر دو روند منفی و مثبت در میانگین دماها دیده می‌شود و در ایران، در این ماه روندهای منفی و مثبت حداکثر دماها گسترش بسیار کمی دارند؛ به طوری که فقط در جنوب دریای خزر گسترش می‌یابد. در این ماه، هر دو روند منفی و مثبت کم می‌شود و در عوض، تغییرهای ناگهانی افزایشی و کاهش‌ی افزایش می‌یابد. حداقل دماها روندی مثبت دارد و روند منفی به صورت لکه‌هایی در شمال غرب، غرب و شمال شرق دیده می‌شود. با گذر از ماه‌های کم‌باران سال به سمت ماه‌های پر باران، روند منفی موجود در میانگین باران کاهش می‌یابد؛ به طوری که در اکتبر، این روند در جنوب و جنوب شرقی، جنوب غرب و شرق کشور دیده می‌شود.

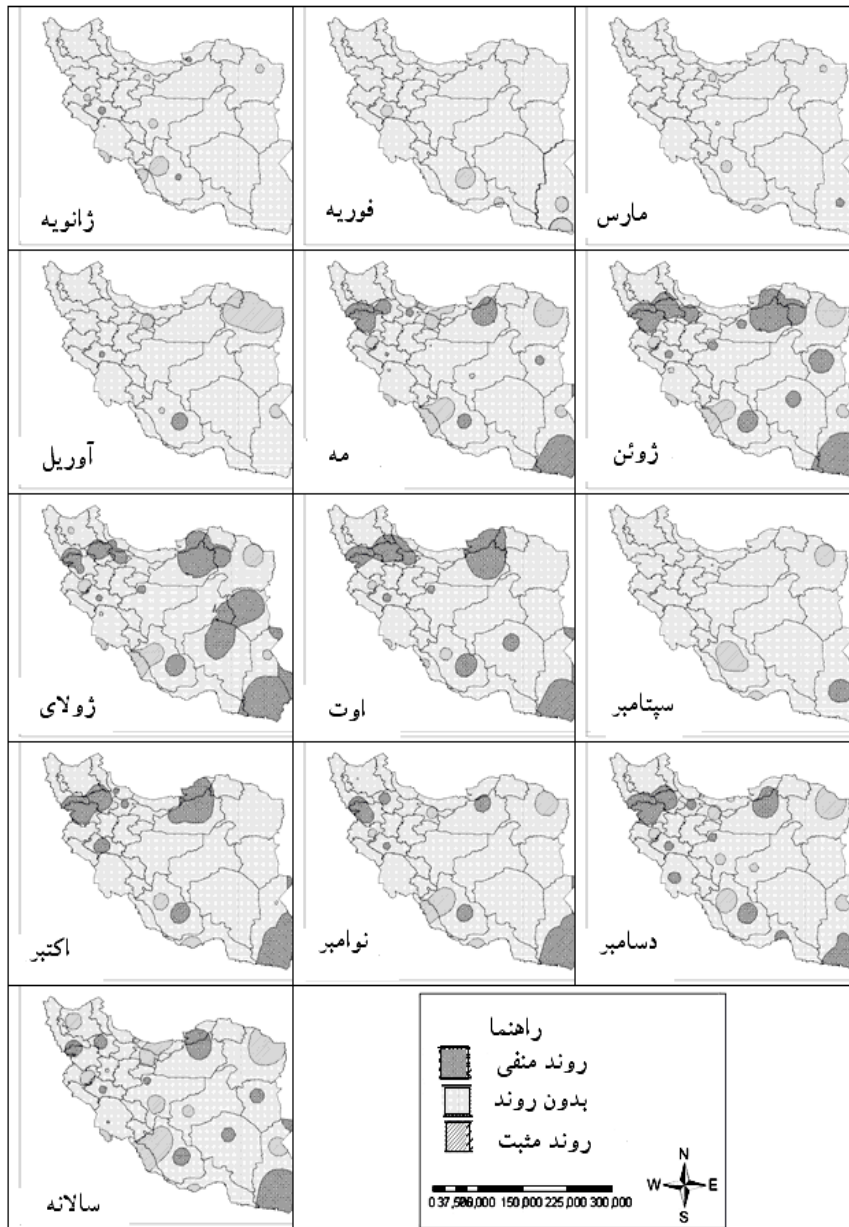
در نوامبر: میانگین دماها بیشتر روندی منفی دارد و در جنوب شرق و شمال غرب ایران و همچنین در جنوب شرق دریای خزر گسترش می‌یابد. در این ماه، حداکثر دماها فقط روند منفی دارد که در جنوب شرق به صورت محدود بسیار کوچکی دیده می‌شود. روند مثبت در حداقل دماها، در مقایسه با اکتبر کم می‌شود و روند منفی افزایش می‌یابد. روند منفی میانگین باران در نوامبر، فقط در بخش‌های جنوب شرقی کشور مشاهده می‌شود.

در دسامبر: مقدار روندهای میانگین دما کاهش چشمگیری می‌یابد؛ به طوری که فقط در شمال شرق و جنوب غرب روند مثبت وجود دارد و روند منفی فقط در جنوب شرق به صورت محدود دیده می‌شود. تنها روند موجود در حداکثر دماها، روند منفی است که در غرب کشور دیده می‌شود. در این ماه، روند مثبت حداقل دماها از روند منفی بیشتر است و گسترش این روند در شمال شرق و جنوب غرب کشور دیده می‌شود.

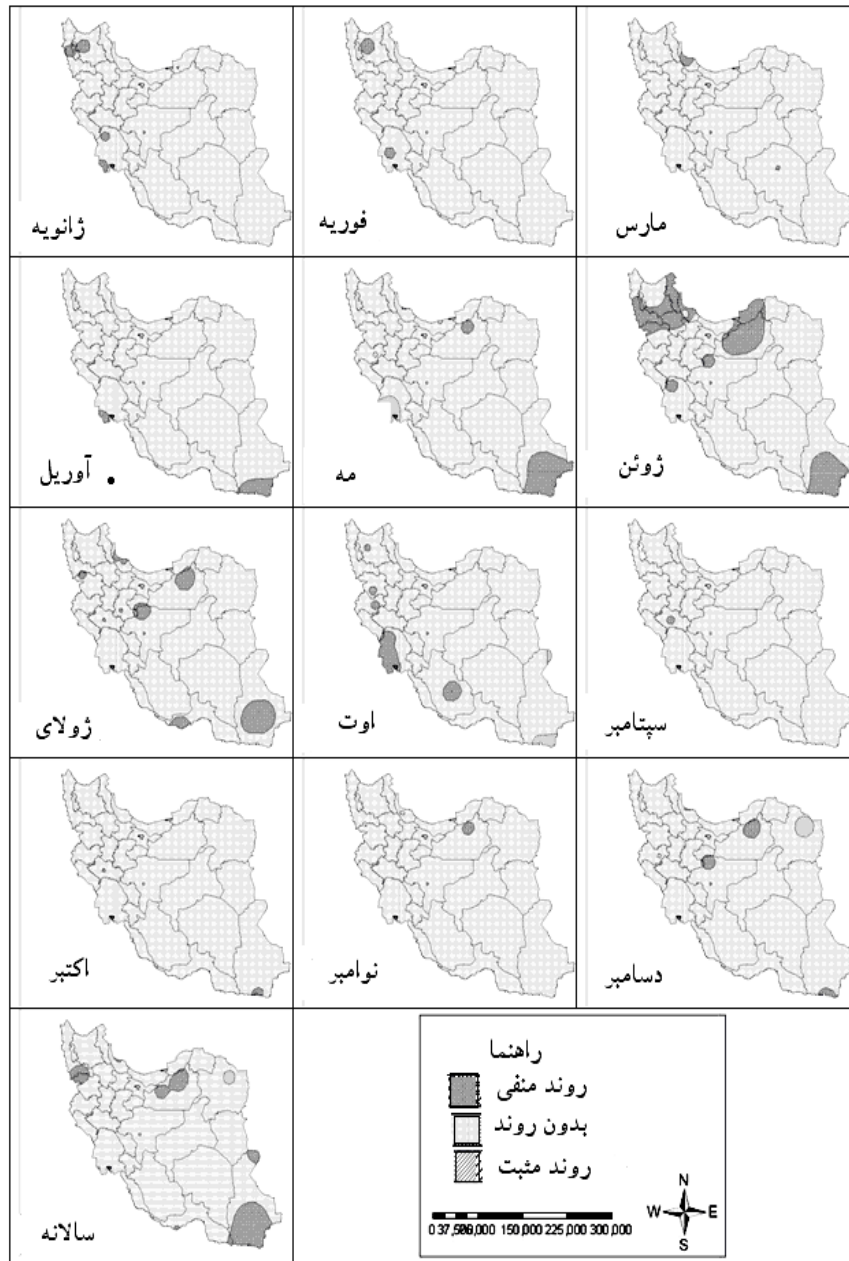
بر پایه آنچه گفتیم، پراکنش روندهای منفی و مثبت در میانگین دمای سالیانه با ماه‌های سال تفاوت‌های اساسی دارد و روندهای مثبت و منفی به صورت پراکنده در همه نقاط کشور دیده می‌شود. حداکثر دمای سالیانه دو روند منفی و مثبت دارد. روند منفی در جنوب شرق و

شمال‌غرب ایران و جنوب‌شرق دریای خزر، و روند مثبت فقط در شمال‌شرق کشور دیده می‌شود. حداقل دماهای سالیانه دارای هر دو روند است. روند منفی به‌صورتی محدود در شرق و جنوب‌غرب ایران، و روند مثبت در شمال‌شرق، جنوب‌غرب و شمال ایران بیشترین گسترش را دارد. میانگین متحرک پنج‌ساله در شکل شماره شش نیز روند مثبت حداقل دما را در برخی ایستگاه‌های نمونه نشان می‌دهد. روند منفی در میانگین باران سالیانه، فقط در محدوده کوچکی در شمال‌غرب کشور دیده می‌شود. دلیل اختلاف زیاد بین روند ماهیانه و سالیانه بارش در ایران را می‌توان گرمایش جهانی و استیلای پرفشار جنب‌حاره‌ای در طول دوره گرم سال بر ایران و تأثیر آن در کاهش بارش دانست. در مجموع، در ایران ماه‌های گرم سال دارای مقدار بارش کمی است و با گرمایش زیاد زمین، ظرفیت رطوبت نسبی نیز افزایش می‌یابد؛ بنابراین کاهش بارش در این ماه‌ها دارای روند منفی است. در حالی که روند سالیانه چنین تغییری را در میزان بارش نشان نمی‌دهد؛ زیرا در ماه‌های گرم سال مقدار بارندگی در ایران، به‌ویژه در بخش‌های جنوبی کشور بسیار ناچیز است. در این ماه‌ها، با کمترین میزان بارش، روند مثبت و برعکس با بارش کم، روند منفی مشاهده خواهد شد؛ در نتیجه روند تغییرهای ماهیانه و سالیانه بارش به‌ویژه در جنوب کشور دارای تغییرهای زیادی است.

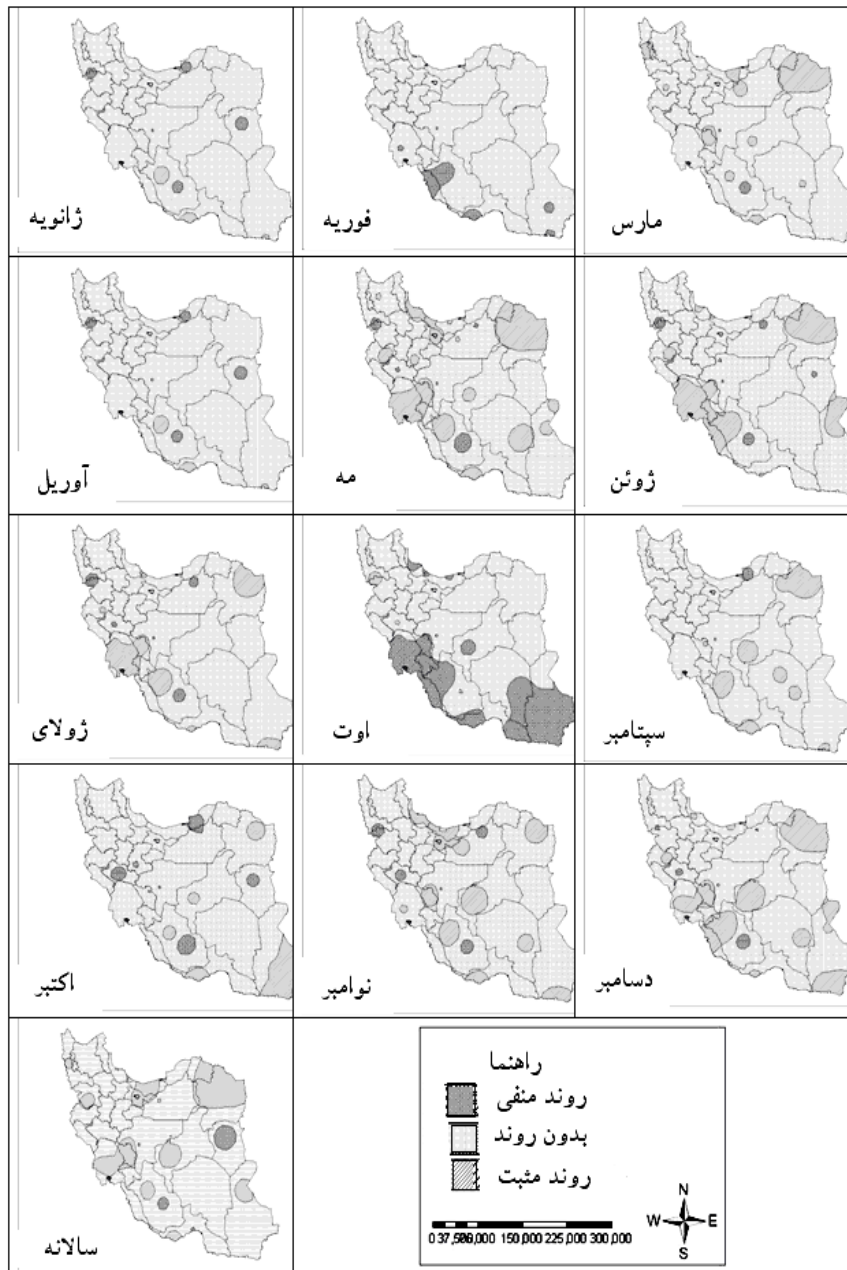
در بررسی علت اختلاف فاحش در روند بارش‌های ماهیانه و سالیانه بارش، نکته مهم این است که تغییرهای ماهیانه بارش در بیشتر نقاط ایران زیاد است؛ بنابراین ضریب تغییر زیادی دارد؛ ولی در مقیاس سالیانه، با توجه به اینکه وضع متوسطی در نظر گرفته می‌شود، اختلاف‌ها به‌صورت تعدیل یافته ظاهر می‌شود.



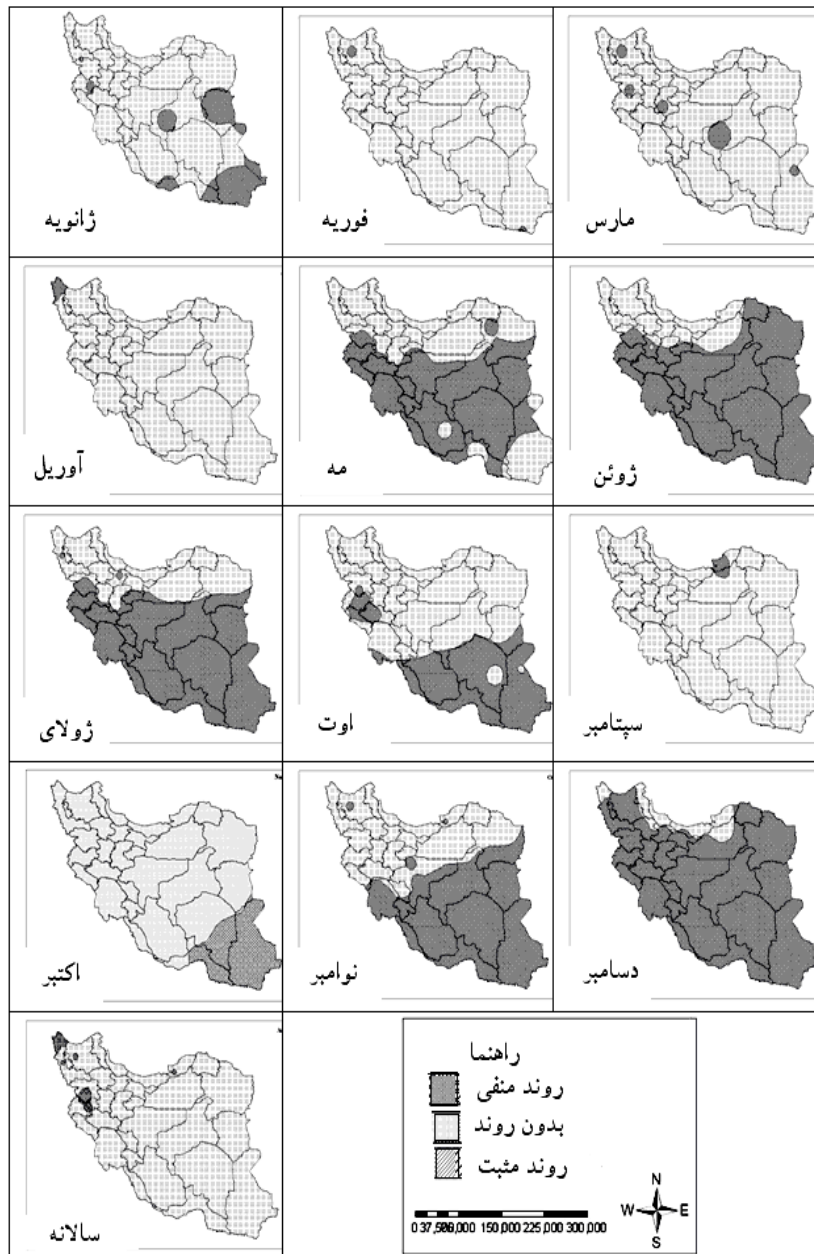
شکل ۲ پراکندگی مکانی تغییرها در میانگین دمای ماهیانه و سالیانه در ایران



شکل ۳ پراکندگی مکانی تغییرهای حداکثر دمای ماهیانه و سالیانه در ایران



شکل ۴ پراکنندگی مکانی تغییرهای حداقل دمای ماهیانه و سالیانه در ایران



شکل ۵ پراکنده‌گی مکانی تغییرهای میانگین بارش ماهیانه و سالیانه در ایران



#### ۴- نتیجه‌گیری

تغییرهای دما و بارش در کشور از مهم‌ترین ویژگی‌های اقلیمی ایران است که طی سال‌های گذشته رخ داده؛ ولی توزیع زمانی و مکانی و به عبارتی شدت و ضعف آن در سطح کشور به‌طور یکسان اتفاق نیفتاده است؛ بلکه با تغییرهای مکانی زیادی، مانند تغییرهای مکانی اقلیم در کشور روبه‌رو بوده است.

محاسبه‌های مکانی روندها نشان می‌دهد از این نظر، نظام یکسانی در کشور وجود ندارد؛ ولی بیشترین مساحتی که در سطح کشور در دما و بارش مشاهده می‌شود، وضع بدون روند است و فقط بخش‌های اندکی از کشور روند مثبت و یا منفی دارد.

با توجه به نتایج پژوهش، در بیشتر روزهای سال بارش‌های ماهیانه کاهش می‌یابد. در منطقه‌های جنوبی کشور، به‌ویژه در ماه‌های کم‌باران، یعنی از مه تا اگوست روند منفی گسترش دارد. نتایج آزمون من-کندال مشخص می‌کند که در ماه‌های مختلف، در میانگین حداقل و حداکثر دماها روند مثبت پراکنده وجود دارد؛ البته در این مورد، روند منفی نیز وجود دارد که در مقایسه با روند مثبت محدود است. درزمینه دما، ماه‌های مختلف روندهای متفاوتی را در بخش‌های جنوبی کشور دارند؛ به‌طوری که در برخی ماه‌ها روند مثبت و در برخی ماه‌ها روند منفی دیده می‌شود.

با توجه به گرمایش رخ داده در جهان، می‌توان افزایش روندهای مثبت در شاخص‌های دما را توجیه کرد؛ همچنین بر این اساس می‌توان گفت با افزایش دما، از مقدار رطوبت نسبی هوا کاسته می‌شود؛ بنابراین با کاهش رطوبت نسبی، از مقدار بارش‌ها نیز کم می‌شود. این موضوع را به‌وضوح در ماه‌های گرم سال می‌توان دید. برخلاف یافته‌های تحقیق عزیززی و روشن (۱۳۸۷) مبنی بر روند منفی در حداکثر دمای ایستگاه‌های جنوب دریای خزر، در تحقیق حاضر روند خاصی در حداکثر دماها در این منطقه‌ها دیده نمی‌شود.

#### ۵- منابع

- حجاج، سهراب، یونس خوش‌خو و رضا شمس‌الدین وندی، «تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های فصلی و سالیانه چند ایستگاه منتخب در حوضه مرکزی ایران با استفاده از روش‌های ناپارامتری»، پژوهش‌های جغرافیایی، ش ۶۴، صص ۱۵۷-۱۶۸، ۱۳۸۷.



- خلیلی، علی و جواد بذرافشان، «تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های سالیانه، فصلی و ماهیانه پنج ایستگاه قدیمی ایران در یک‌صد و شانزده سال گذشته»، مجله بیابان، ش ۱، صص ۲۵-۳۳، ۱۳۸۳.
- روشنی، محمود، بررسی تغییرات اقلیمی سواحل جنوبی دریای خزر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۳۸۲.
- عزیززی، قاسم و محمود روشن، «مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به‌روش من-کندال»، پژوهش‌های جغرافیایی، ش ۶۴، صص ۱۲-۲۸، ۱۳۸۷.
- علیجانی، بهلول و یوسف قوی‌دل رحیمی، «مقایسه و پیش‌بینی تغییرات دمای سالیانه تبریز با ناهنجاری‌های دمایی کره زمین با استفاده از روش رگرسیون خطی و شبکه عصبی مصنوعی»، مجله جغرافیا و توسعه، ش ۶، صص ۲۱-۳۵، ۱۳۸۴.
- کاویانی محمدرضا و حسین عساکره، «بررسی آماری روند بلندمدت بارش سالیانه اصفهان» در سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، دانشگاه اصفهان، ۱۳۸۲.
- محمدی، حسین و فرحناز تقوی، «روند شاخص‌های حدی دما و بارش در تهران»، پژوهش‌های جغرافیایی، ش ۳۵، صص ۱۵۱-۱۷۲، ۱۳۸۳.
- Bartholy, J. & R. Pongrácz, "Regional Analysis of Extreme Temperature and Precipitation Indices for the Carpathian Basin from 1946 to 2001", *Global and Planetary Change*, No. 57, Pp. 83-95, 2007.
- Bani-Domi, M., *Trend Analysis of Temperatures and Precipitation in Jordan*, Yarmouk University, Irbid- Jordan, 2006.
- Brunetti, M., M. Maugeri, F. Montib & T. Nanni, *Temperature and Precipitation Variability in Italy in the Last Two Centuries from Homogenized Instrumental Time Series*, 2005.
- Cannarozzo, M., L.V. Noto & F. Viola, *Spatial Distribution of Rainfall Trends in Sicily (1921-2000)*, University di Palermo, 2006.

- Gadgil, A. & A. Dhorde, "Temperature Trends in Twentieth Century at Pune, India", *Atmospheric Environment*, No. 39, Pp. 6550-6556, 2005.
- Lana, X., M. Matinez & D. Burguno, "A Trends Affecting Pluviometric Indices at the Fabra Observatory from 1917 to 1999", *International Journal of Climatology*, Vol. 23, Pp. 315-332, 2003.
- Turkesh, M., M. Samer, R. Demirj, "Re-Evaluation of Trend and in Mean. Maximum and Minimum Temperature of Turkey for Period 1929-1999", *International Journal of Climatology*, Vol. 22, Pp. 947-977, 2002.