دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

بررسی تغییرات دما و بارندگی در سواحل جنوبی دریای خزر و مقایسه آن با تغییرات در مقیاس جهانی و نیمکره شمالی

عبدالله پیرنیا[۱]، محمود حبیب‌نژاد روشن[۲] و کریم سلیمانی[۲]

۱- کارشناس ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول: pirniaabdollah@yahoo.com)
۲- استاد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۷ تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۱۲

چکیده

در این تحقیق به بررسی تغییرات دو پارامتر اصلی اقلیم یعنی دما و بارندگی در استان مازندران و غرب استان گلستان با تاکید بر بخش نوار ساحلی دریای خزر و مقایسه آنها با تغییرات این دو پارامتر در مقیاس نیمکره شمالی و جهانی پرداخته شده است. بدین منظور سری داده‌های سالانه بارندگی و هر سه پارامتر حداقل، حداکثر و میانگین دما در سه ایستگاه گرگان، بابلسر و رامسر طی دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۵۶ و در پنج دوره‌ی ۱۰ ساله و همچنین در ۹ ایستگاه دیگر با دوره‌های آماری متفاوت از ۱۹ تا ۳۶ سال مورد مطالعه قرار گرفتند. در این تحقیق از آزمون‌های ناپارامتری من-کندال و تخمین‌گر سن (Sen's estimator of slope) به ترتیب برای تعیین چگونگی روند و شیب یا بزرگی روند استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تغییرات میانگین پنج دوره‌ی ده‌ساله نسبت به میانگین دراز مدت و رابطه کلی تغییرات دما و بارندگی در سه ایستگاه رامسر، بابلسر و گرگان به گونه‌ای است که بطور کلی با کاهش دما، شاهد کاهش بارندگی و با افزایش دما شاهد افزایش بارندگی هستیم. البته این امر، تنها در پنج دوره‌ی ۱۰ ساله بصورت جداگانه و مجزا دیده می‌شود و روند تغییر این دو پارامتر در طی دوره‌ی ۵۰ ساله به شکل دیگری است و در سه ایستگاه، متفاوت می باشد، بطوریکه در ایستگاه رامسر و میانگین منطقه‌ای، دمای متوسط افزایش و بارندگی کاهش یافته است و در دو ایستگاه بابلسر و گرگان به ترتیب شاهد افزایش و کاهش این دو پارامتر هستیم. در دو مقیاس جهانی و نیمکره شمالی نیز شاهد افزایش دمای متوسط و کاهش بارندگی هستیم که عکس یکدیگر رخ می‌دهند و با تغییرات این دو پارامتر در ایستگاه رامسر و میانگین منطقه‌ای مطابقت دارد. همچنین ارزیابی دمای حداقل و حداکثر در این سه ایستگاه، در کل، افزایش شدیدتر دمای حداقل را نسبت به دمای حداکثر نشان می‌دهد که می‌تواند مربوط به افزایش گازهای گلخانه‌ای باشد که بر افزایش دمای حداقل تاثیر بیشتری دارد. بطور کلی دما در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه به جز ایستگاه گرگان افزایش و بارندگی هم در ایستگاه‌های مختلف، تغییرات متفاوتی را داشته است که این شرایط می‌تواند تاثیری از افزایش گازهای گلخانه‌ای در سطح محلی، منطقه‌ای و جهانی و همچنین فاصله از منبع عظیم آبی دریای خزر باشد.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، تحلیل روند، روش‌های ناپارامتریک، سواحل جنوبی دریای خزر

مقدمه

بسیاری از معضلات محیطی عصر ما از جمله سیل، طوفان و خشکسالی و مسائل دیگر، همگی ریشه در تغییر اقلیم کره زمین خصوصا افزایش دما دارند (۲۴). فرآیند تغییر اقلیم بویژه دما و بارندگی مهم‌ترین مبحث مطرح در قلمرو علوم محیطی می‌باشد (۳۳،۸). دما به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و تعیین‌کننده‌ترین عناصر اقلیمی، شاخص مناسبی برای ردیابی تغییرات اقلیم به شمار می‌رود (۱۹) و همچنین تغییرات زمانی و مکانی بارندگی که منشا اصلی خطرات سیل و خشکسالی می‌باشد، یکی از اثرات اصلی گرم شدن جهانی بیان شده است (۱۶). اکثر اقلیم‌شناسان علت اصلی روند افزایش دمای کره زمین را فعالیت‌های انسانی می‌دانند که از طریق افزایش بیش از حد گازهای گلخانه‌ای سبب افزایش دمای جهانی در قرن اخیر شده است (۱). چهارمین گزارش ارزیابی هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC) نیز نشان داد که تغییر دما شباهت زیادی به افزایش گازهای گلخانه‌ای دارد (۱۷). آلن در طی مطالعه‌ای در مرکز تحقیقات IPCC در زمینه بررسی روند نوسانات عناصر اقلیمی با استفاده از تحلیل‌های مربوط به سری‌های زمانی و مدل تابع خطی[۱]، روند افزایش دمای کره زمین را مورد ارزیابی قرار داده است. بر اساس این تحقیق با افزایش ۱ درصدی گاز Co_2 در قرن گذشته، دمای کره زمین بطور متوسط به اندازه ۱/۳درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا کرده است (۴). برآوردها نشان می‌دهد که میزان میانگین دما در سال ۲۰۳۰ میلادی، ۰/۷ تا ۲ درجهٔ سانتی‌گراد گرمتر از امروز خواهد شد. همچنین براساس مدل‌های اقلیمی، پیش‌بینی می‌شود که میانگین دمای هوای کره زمین در سال ۲۱۰۰ میلادی در حدود ۱ تا ۳/۵ درجه سانتی‌گراد

1- Linear function model

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

افزایش یابد (۵). در بین عناصر مختلف اقلیم، دما و بارش به دلیل تاثیر بر سایر عوامل و بخصوص تاثیراتی که بر فعالیت‌های بشر دارند از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشند بطوریکه تقریبا بیشترین نمود تغییرات اقلیمی در سطح کره زمین روی این دو پارامتر متمرکز شده است (۴۱). همچنین دما در کنار بارش، به عنوان مهم‌ترین عناصر اقلیمی، در تعیین نقش و پراکندگی و طبقه‌بندی اقلیمی محسوب می‌گردد و بر این اساس نوسانات و تغییرپذیری دما دارای اهمیت فوق‌العاده‌ی علمی-کاربردی محسوب می‌شود (۲). به دلیل اهمیت تغییر اقلیم بخصوص تغییر دما و بارندگی و اثراتشان بر فعالیت‌های انسان در سال‌های اخیر مطالعات گسترده‌ای در این زمینه و در سطح دنیا صورت گرفته است. یو و همکاران (۴۵)، تأثیر تغییر اقلیم روی منابع آب جنوب تایوان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان از افزایش دما در دوره‌های طولانی‌مدت بوده، بطوریکه تولید بارش را تحت تأثیر قرار می‌دهد و رواناب تولید شده برای شرایط اقلیم آینده در جنوب تایوان مشخص شده بود که در طی فصل مرطوب، بالا و در طی فصل خشک، پائین می‌آید. وانگ و همکاران (۴۳)، نشان دادند که یک روند افزایش در ناپایداری‌ها و نوسانات بارندگی طی نیمه دوم قرن بیستم در غرب چین، مشاهده شده است، در حالی که یک روند مشابه در شرق چین بدست نیامد. در اینجا، طبق پیش‌بینی‌های ۲۰ تا ۴۰ ساله، تغییرپذیری بارندگی به وجود خواهد آمد. چن و همکاران (۹)، در مطالعه‌ای روند تغییرات دما، بارندگی و رواناب را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که تغییرات رواناب، همبستگی بیشتری با تغییرات بارندگی داشته است. داگلاس و همکاران (۱۰)، به بررسی تغییرات پارامترهای مهم اقلیمی و روابط آنها با یکدیگر پرداختند و نتیجه گرفتند که در بین پارامترهای دما، دمای حداقل دارای روند معنی‌دار و شدیدتری می باشد.

در سال‌های اخیر، توجه به تغییر فاکتورهای اقلیمی در ایران روند رو به رشدی داشته است. بر اساس نتایج طرح آشکارسازی تغییر اقلیم، در اکثر ایستگاه‌های ایران روند افزایش دما مشاهده شده است (۳۴). بر اساس تحلیل فضایی که روی دمای ماهانه‌ی ایران انجام شده است، نواحی دارای روند افزایشی و کاهشی در ایران مشخص شده است (۲۹). خسروی و همکاران (۲۵)، تغییرات دمای ایستگاه مشهد را در دوره ۱۱۳ ساله با استفاده از مدل رگرسیون نمایی مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که روند افزایش دمای مشهد همبستگی معنی‌داری با تغییرات دمای کره زمین دارد. نامبردگان افزایش قابل توجه دما را نسبت به میانگین دراز مدت ایستگاه مشهد از سال ۱۹۹۰ به بعد نشانه‌ای از مطابقت تغییر اقلیم بر اساس سناریوی منطقه‌ای IPCC برای منطقه جنوب غربی آسیا قلمداد کردند. عزیزی و همکاران (۶)، ضمن مطالعه روند دمای چند دهه اخیر در ایران، به ارتباط این روند با افزایش گاز CO_2 جو پرداختند و مشاهده کردند که در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه (ایستگاه‌های سینوپتیک) روند افزایش دما با شدت‌های مختلف به وقوع پیوسته است که ممکن است افزایش میزان CO_2 جو حاصل شده باشد. رحیم زاده (۳۵)، در مطالعه خود تحت عنوان ارزیابی روند و جهش نمایه‌های حدی دما و بارش در استان هرمزگان، تشدید گرمایش و کاهش بارش به همراه افزایش نوسانات شدید بارش و مقادیر حدی دما را در این استان دریافتند. همچنین ناظم‌السادات و همکاران (۳۱) روند تغییرات سری‌های زمانی بارش را در جنوب و جنوب غرب کشور طی سال‌های ۱۹۵۱ تا ۱۹۹۹ مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که بارش سالانه بعد از سال ۱۹۷۵ در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه افزایش یافته است. کاویانی و عساکره (۲۱) در تحلیل روند بلندمدت بارش سالانه اصفهان، عدم وجود روند زمانی ۱۰۳ ساله بارش اصفهان را اثبات کردند. قربانی و سلطانی (۱۱)، در مطالعه‌ای، تغییر اقلیم گرگان را طی ۴۰ سال گذشته مورد بررسی قرار دادند. برای بررسی تغییرات اقلیمی، از ۴۰ سال آمار هواشناسی ایستگاه گرگان از سال ۱۹۶۲ تا پایان سال ۲۰۰۰ میلادی استفاده کردند. میزان تغییر در پارامترهای دما و بارندگی، با روش رگرسیون خطی ساده، مورد بررسی قرار گرفت. آنها در مجموع، این نتیجه را گرفتند که تغییر اقلیم جهانی در این منطقه بر دما اثر محسوسی نداشته ولی موجب کاهش بارندگی شده است. در مطالعات یاد شده سعی شده است که جهانی شدن تغییر اقلیم را با مطالعه شرایط محلی به اثبات برسانند. هدف این تحقیق نیز با توجه به اهمیت پدیده تغییر اقلیم و ارتباط تغییرات جهانی با تغییرات منطقه‌ای و محلی متغیرهای دما، بارش، رطوبت و ابرناکی که طیف وسیعتری از پدیده تغییر اقلیم را پوشش می‌دهند و همچنین با توجه به متفاوت بودن روند تغییر اقلیم در نقاط مختلف جهان، بررسی روند درازمدت مهم‌ترین پارامترهای اقلیم یعنی دما و بارندگی و ارتباطشان با یکدیگر در نوار سواحل جنوبی دریای خزر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

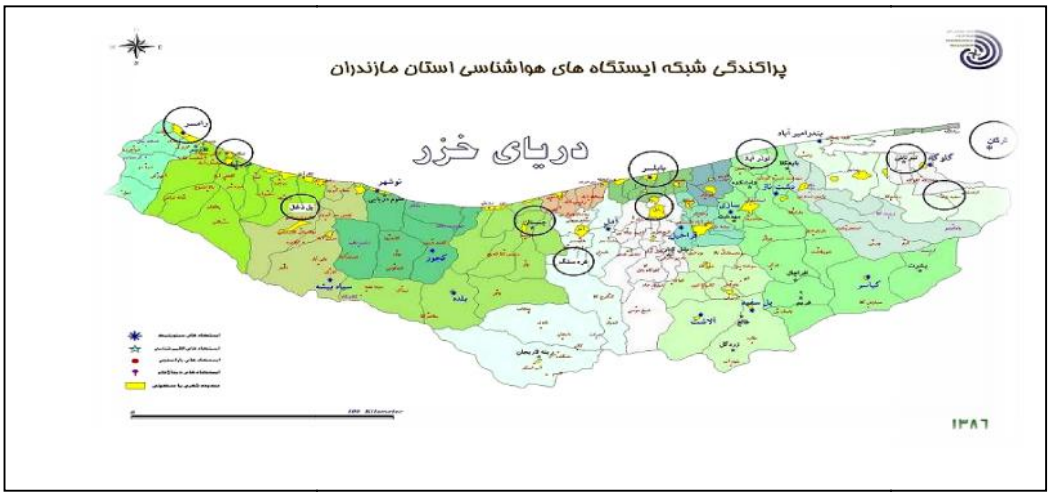
منطقه مورد مطالعه

سواحل جنوبی دریای خزر در حد فاصل ´۳۶ °۳۶ الی ´۲۷ °۳۸ درجه شمالی و ´۲۵ °۴۸ الی ´۲۰ °۵۶ درجه طول شرقی قرار گرفته و شامل سه استان گیلان، مازندران و گلستان می‌باشد و با مساحتی بالغ بر

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

۶۰۷۱۱ کیلومتر مربع بین دریای خزر و رشته کوه البرز قرار گرفته است. استان‌های اردبیل در مغرب و خراسان شمالی در شرق این منطقه قرار دارد. البته تاکید این مطالعه بر نوار ساحلی استان مازندران می‌باشد که در شکل ۱ نشان داده شده است.

سواحل جنوبی دریای خزر همیشه از نظر ویژگی‌های طبیعی و فعالیت‌های اقتصادی بخصوص در یک سده اخیر جزء نواحی استراتژیکی در سیاست‌گذاری خرد و کلان کشور محسوب شده است. این ناحیه با قرار داشتن بین دو عارضه تعدیل‌کننده (دریای خزر) و محدودکننده (سلسله جبال البرز) توده‌های هوا، ارتباط اقلیمی مستقیمی با مناطق خشک پیرامون خود ندارد. بنابراین مشاهده ویژگی‌های تاثیر جهانی اقلیم روی سواحل پست خزری می‌تواند بیانگر نتایج قابل توجهی باشد. بویژه اینکه در جدیدترین مطالعات روی تغییرپذیری بارش، کاهش زمستانه در شرق و بهاره در غرب (۳۰) و روی تالاب‌های حاشیه جنوبی دریای خزر کاهش در تراکم نسبی پنج گونه کلیدی گیاه مشاهده شده است (۳۸). در تبیین چنین پیامدهای زیست محیطی علاو ه بر دخالت دادن مستقیم انسان، باید به سهم تغییرات دما نیز توجه شود زیرا کمربند مذکور با برخورداری از سطوح متنوع طبیعی (تالاب‌ها، جنگل‌ها، مراتع و علفزارها) و انسانی (زمین‌های شهری، جاده‌ها، صنایع و مزارع) قادر خواهد بود با تغییر ناچیزی اثرات بازخوردی مثبتی روی اقلیم ناحیه و سپس اکوسیستم حساس آن اعمال کند.



شکل ۱- موقعیت منطقه و ایستگاه‌های مورد مطالعه (مأخذ: سازمان هواشناسی ۱۳۸۶)

داده‌ها و انتخاب ایستگاه‌ها

داده‌های مورد نیاز برای مطالعه روند، شامل سری داده‌های سالانه بارندگی و میانگین دمای حداقل، حداکثر و متوسط سالانه در ۱۲ ایستگاه و با طول دوره آماری متفاوت می‌باشند. ایستگاه‌های رامسر، بابلسر و گرگان با طول دوره آماری ۵۰ سال و ۹ ایستگاه دیگر دارای طول دوره آماری از ۱۹ سال تا ۳۶ سال می‌باشند. مشخصات این ایستگاه‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

روش‌های تحلیل روند

آزمون من-کندال در ابتدا توسط من (۲۸) و به عنوان یک آزمون ناپارامتری برای تعیین روند به وجود آمد و توسط کندال (۲۳) تغییر و اصلاح یافته است (۳۷). آزمون‌های پارامتری روند مانند روش رگرسیون خطی، قدرتمندتر از دیگر روش‌های ناپارامتری می‌باشند، اما آنها داده‌هایی را نیاز دارند که مستقل و معمولاً دارای توزیع نرمال باشند، به عبارت دیگر، آزمون‌های ناپارامتری روند، می‌توانند اثر منفی داده‌های پرت را در سری زمانی تحمل کنند. یکی از این آزمون‌های ناپارامتری که برای تعیین روند در سری‌های زمانی هیدرو- اقلیمی، زیاد مورد استفاده قرار گرفته است، آزمون من-کندال (MK)[1] می‌باشد (۹). مراحل محاسبهٔ این آزمون به شرح زیر است (۳):

1- Mann-Kendall Test

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	طول	عرض	ارتفاع	طول دوره	
				بارندگی (P)	دما (T)
رامسر	۵۰ ۴۰	۳۶ ۵۴	-۲۰	۴۸	۴۸
گرگان	۵۴ ۱۶	۳۶ ۵۱	۱۳/۳	۴۸	۴۸
بابلسر	۵۲ ۳۹	۳۶ ۴۳	-۲۱	۴۸	۴۸
نوذر آباد	۵۳ ۱۴	۳۶ ۴۸	-۱۹	۳۰	۳۰
تیر تاش	۵۳ ۴۳	۳۶ ۴۳	۳۰	۳۶	۳۶
سفید چاه	۵۳ ۵۳	۳۶ ۳۶	۱۰۴۰	۳۵	۳۵
کره سنگ	۵۲ ۲۱	۳۶ ۱۷	۲۲۰	۲۹	۲۹
چمستان	۵۲ ۰۷	۳۶ ۲۸	۱۵۰	۲۶	۲۶
اداره بهشهر	۵۳ ۳۲	۳۶ ۴۲	۲۰	۲۲	۲۲
پل ذغال	۵۱ ۱۹	۳۶ ۳۰	۳۶۰	۱۹	۱۹
اداره بابل	۵۲ ۴۰	۳۶ ۳۲	-۱۸	۱۹	۱۹
تنکابن	۵۱ ۰۵	۳۶ ۴۳	-۱۸	۱۹	۱۹

داده‌ها به ترتیب وقوع ردیف می‌شوند اولین داده (x_i) را در نظر گرفته و به ترتیب با سایر داده‌ها مقایسه می‌شود و تعیین می‌کنیم که در چند مورد از دیگر داده‌ها کوچکتر است و تعداد آن را P_{1ex} می‌نامیم.
عمل فوق را برای داده‌های دیگر (x_n…, x_3, x_2) تکرار کرده و مقادیر p_1, p_2, ….., p_n هم بدست می‌آوریم.
جمع مقادیر p_1, p_2, ….., p_n را بدست آورده و آن را P می‌نامیم.
ضریب کندال (r^*) را از فرمول زیر بدست می‌آوریم:

$$\overset{*}{r} = \left[\frac{4p}{n(n-1)}\right] - 1 \qquad (۱)$$

واریانس r^* را از فرمول زیر بدست می‌آوریم:

$$Var\,(\overset{*}{r}) = \pm 2\overset{*}{r} = \left[\frac{2(2n+5)}{9n(n-1)}\right] \qquad (۲)$$

در نهایت، مقدار آمارهٔ آزمون من-کندال (T) از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$T = \frac{\overset{*}{r}}{\sqrt{Var\ (\overset{*}{r})}} \qquad (۳)$$

اگر برای T، مقداری مثبت بدست می‌آید. بیانگر یک روند افزایش در سری زمانی می‌باشد، در حالیکه مقدار منفی، نشان دهندهٔ روند نزولی در سیر زمانی است (۴۵). همچنین اگر قدر مطلق T، بزرگتر از ۱/۹۶ باشد، در سطح احتمالی ۵ درصد دارای روند مشخصی است و برای قدر مطلق T بزرگتر از ۲/۵۷۵، روند در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد (۱۴).

تخمین‌گر سن (*Sen's estimator of slope*)

اگر یک روند خطی وجود داشته باشد، شیب واقعی (تغییر در واحد زمان) می‌تواند با استفاده از روش سادهٔ غیرپارامتری توسعه یافته به وسیلهٔ سن (۳۶) و سیرویس (۳۹) بدست آید که به‌عنوان Sen slope معروف می‌باشد (۱۳). برآوردهای شیب N جفت از داده‌ها، ابتدا به وسیلهٔ معادلهٔ زیر محاسبه می‌شود

$$\ddot{}_i = \frac{(x_j - x_k)}{J-K} \qquad for \quad i = 1,\ldots, N. \qquad (۴)$$

در اینجا x_j و x_k به ترتیب مقادیر داده‌ها در زمان‌های J و K می‌باشند (J > K) میانهٔ این N مقدار از $\ddot{}_i$ ، تخمین شیب Sen می‌باشد. با اعمال رابطه فوق برای هر دو جفت داده مشاهده‌ای، یک سری زمانی از شیب‌های محاسبه شده حاصل می‌آید که از محاسبه میانه این سری زمانی شیب خط روند $\ddot{}_i$ به دست می‌آید. مقدار مثبت $\ddot{}_i$ ، حاکی از صعودی بودن روند و مقدار منفی آن به معنی نزولی بودن روند است.
اگر n مقدار xj در سری زمانی وجود داشته باشد، به مقدار زیر، برآوردهای $\ddot{}_i$ شیب را خواهیم داشت:

$$N = n(n-1)/2 \qquad (۵)$$

شیب Sen، میانهٔ N مقدار $\ddot{}_i$ می‌باشد. N مقدار $\ddot{}_i$ از کوچکترین تا بزرگترین مرتب شده‌اند و برآورد Sen به صورت زیر می‌باشد:

$$\varphi = \begin{cases} \varphi[(N+1)/2] \rightarrow & \text{اگر } N \text{ فرد باشد} \\ \frac{1}{2}(\varphi[N/2] + \varphi[(N+2)/2]) \rightarrow & \text{اگر } N \text{ زوج باشد} \end{cases} \qquad (۶)$$

نتایج و بحث

دما

شکل ۱، چگونگی تغییرات سالانه هر سه پارامتر حداقل، حداکثر و میانگین دما را در سه ایستگاه سینوپتیک رامسر، بابلسر، گرگان و همچنین میانگین منطقه‌ای را در طی دوره آماری ۵۰ ساله ۲۰۰۵-۱۹۵۶ با استفاده از میانگین متحرک ۵ ساله نشان می‌دهد. میانگین متحرک ۵ ساله یک شیوه معمول برای کاهش تغییرپذیری بین‌سالی در سری‌های زمانی می‌باشد (۴۰).

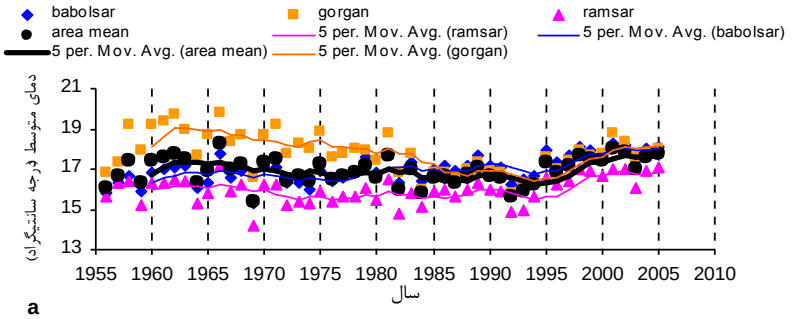
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

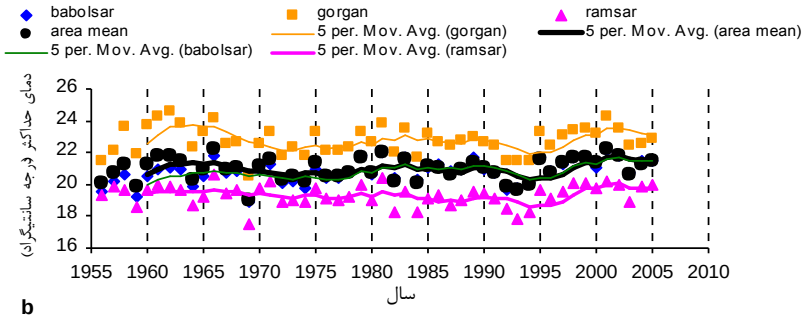
جدول ۲، نیز نتایج آزمون من-کندال را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل نشان داده شده است، دمای حداقل روند رو به افزایشی را در کل دوره نشان می‌دهد. این افزایش در ۲۰ سال اخیر در هر سه ایستگاه و همچنین میانگین منطقه‌ای قابل توجه است. دمای حداکثر نیز تا اواسط دهه‌ی ۹۰ روند صعودی یا نزولی مشخصی ندارد اما در ده سال اخیر افزایش دمای حداکثر مشهود است. همچنین بررسی تغییرات دمای متوسط نشان می‌دهد که تغییرات این پارامتر در ایستگاه گرگان روند کاملا متفاوتی را با دو ایستگاه دیگر و میانگین منطقه‌ای دارد (شکل ۲). نتایج آزمون من-کندال در جدول ۲، نیز نشان می‌دهد که هر سه پارامتر دما و در هر سه ایستگاه بجز دمای متوسط ایستگاه گرگان، افزایش قابل توجهی پیدا کرده‌اند. بطورکلی دما در دو ایستگاه رامسر و بابلسر مشابهت بیشتری با یکدیگر دارند و دمای ایستگاه گرگان کمی با آن دو متفاوت است.

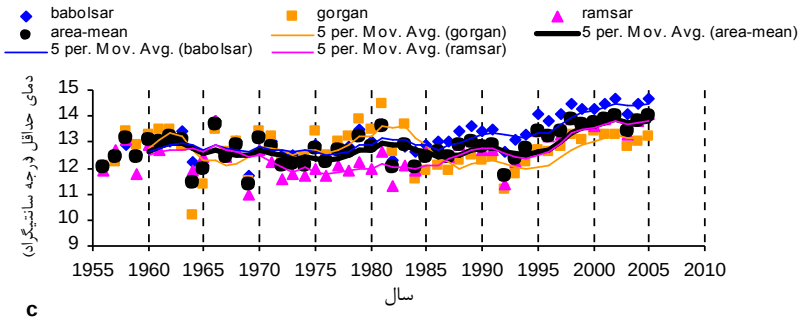
بیشترین افزایش دما نیز مربوط به دمای حداقل می‌باشد و دمای حداکثر کمترین افزایش را پیدا کرده است. در میانگین منطقه‌ای نیز تنها دمای حداقل، افزایش معنی‌داری را و در سطح احتمال ۱٪ نشان می‌دهد (شکل ۳).

جدول ۲- نتایج آزمون من-کندال در هر سه پارامتر دما طی دوره‌ی مورد مطالعه

ایستگاه	دمای حداقل		دمای حداکثر		دمای متوسط	
	Slope/50year	Z	Slope/50year	Z	Slope/50year	Z
رامسر	۱/۵	۳/۵**	۰	۰/۲	۰/۷۵	۲*
بابلسر	۲	۵/۵**	۱/۱	۳**	۱/۶	۴/۷**
گرگان	۰/۱	۰/۳	۰	۰/۱	-۱/۵	-۲/۷**
میانگین منطقه‌ای	۱/۲	۳/۴**	۰/۴	۱/۱	۰/۳	۱

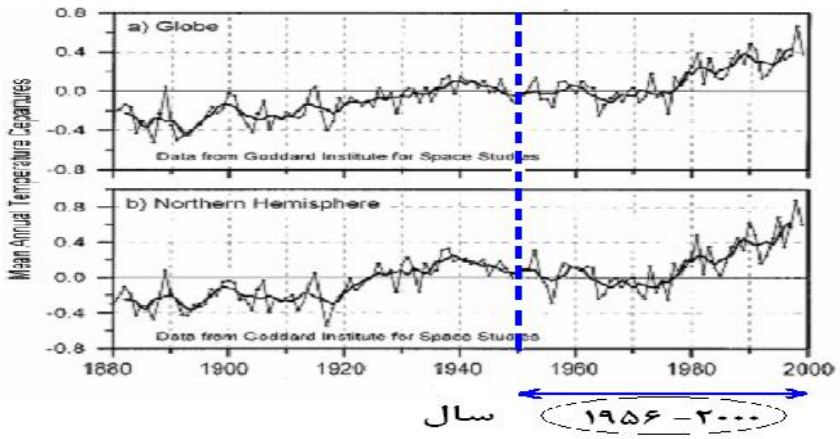






شکل۲- وضعیت تغییرات هر سه پارامتر دما، a) دمای متوسط، b) دمای حداکثر، c) دمای حداقل، در سه ایستگاه رامسر، بابلسر و گرگان با استفاده از میانگین متحرک ۵ ساله

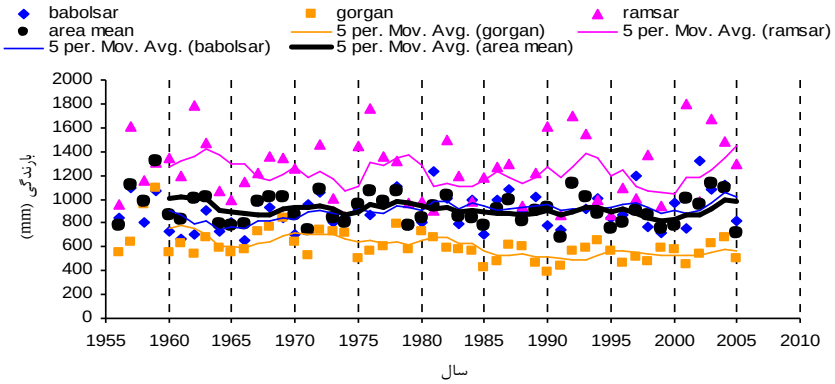
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-17]



شکل ۳- تغییرات دما در مقیاس جهانی (a) و نیمکره شمالی (b) (۱۲)

بارندگی

در شکل ۴، چگونگی تغییرات سالانه بارندگی در سه ایستگاه رامسر، بابلسر، گرگان و همچنین میانگین منطقه‌ای در نوار ساحلی دریای خزر در طی دوره مورد مطالعه با استفاده از میانگین متحرک ۵ ساله نشان داده شده است. جدول ۳، نیز نتایج آزمون من-کندال را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود چگونگی تغییرات بارندگی حاکی از آن است که بجز بارندگی ایستگاه گرگان که سیر نزولی آن قابل مشاهده است، در دو ایستگاه دیگر و همچنین میانگین منطقه‌ای، با افزایش‌ها و کاهش‌های متناوبی در طی دوره روبرو بوده‌اند. با توجه به جدول نیز مشاهده می‌شود که بارندگی در دو ایستگاه رامسر و گرگان کاهش یافته است که این کاهش در ایستگاه گرگان در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. افزایش بارندگی در بابلسر تقریبا قابل توجه است اما معنی‌دار نیست. میانگین منطقه‌ای بارندگی نیز کاهش یافته است که به هیچ عنوان قابل توجه و معنی‌دار نیست.



شکل ۴- وضعیت تغییرات بارندگی در سه ایستگاه رامسر، بابلسر و گرگان با استفاده از میانگین متحرک ۵ ساله

جدول ۳- نتایج آزمون من-کندال در بارندگی طی دوره‌ی مورد مطالعه

ایستگاه	بارندگی	
	Slope/50year	Z
رامسر	-۱۲۷	-۰/۷
بابلسر	۱۳۸	۱/۷
گرگان	-۱۵۲	-۲/۸**
میانگین منطقه‌ای	-۶۰	-۰/۷

**: معنی‌داری را در سطح احتمال ۱ درصد نشان می‌دهد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

مقایسه تغییرات دما و بارندگی منطقه مورد مطالعه با تغییرات جهانی و نیمکره شمالی

دما در مقیاس جهانی و نیمکره شمالی از سال ۱۸۸۰ تا ۱۹۹۹، با استفاده از اعداد انحراف از میانگین درازمدت و همچنین میانگین متحرک ۵ ساله بررسی شده است (۱۲) (شکل ۳). (برای مقایسه چشمی بهتر تغییرات دما در منطقه مورد مطالعه با تغییرات جهانی و نیمکره شمالی، شکل مربوط به این قسمت، در کنار شکل ۲ آورده شده است). مشخص شده است که دما از سال ۱۹۱۰ تا ۱۹۴۰ افزایش پیدا کرده است و در اواخر دهه‌ی ۳۰ و اوایل دهه‌ی ۴۰ به حداکثر خود رسیده است. سپس دما اندکی در طی ۲۵ تا ۳۰ سال خنک‌تر شده است. در ادامه‌ی این روند، دما از اواسط دهه ۱۹۷۰ به بعد شروع به افزایش پیدا کرده است. در این مطالعه چگونگی تغییرات دمای حداقل، حداکثر، متوسط و میانگین منطقه‌ای این سه پارامتر و همچنین بارندگی، در سه ایستگاه رامسر، بابلسر و گرگان که دارای آمار طولانی مدت با دوره یکسان و مشترک هستند نشان داده شده است. اما برای مقایسه این تغییرات با مقیاس‌های جهانی و نیمکره شمالی فقط از دمای متوسط و بارندگی استفاده شده است.

بطور کلی نتایج مقایسه نشان داد که دمای متوسط در سه ایستگاه، همانند تغییرات جهانی و نیمکره‌ی شمالی تا اواسط دهه‌ی ۷۰ کاهش یافته است که این کاهش در ایستگاه گرگان شدیدتراست و البته تا اواسط دهه‌ی ۹۰ ادامه دارد. افزایش دما در دو ایستگاه رامسر و بابلسر از اواسط دهه‌ی ۷۰ مخصوصا در ده سال اخیر (۲۰۰۵-۱۹۹۵) و در ایستگاه گرگان از اواسط دهه‌ی ۹۰ تا انتهای دوره افزایش قابل ملاحظه‌ای یافته است. دمای متوسط در میانگین منطقه‌ای نیز چنین تغییراتی را دنبال میکند. افزایش دما از اواسط دهه‌ی ۷۰ تا انتهای دوره نیز کاملا با این دو مقیاس مشابه است. برای مشاهده جزئیات این تغییرات به شکل ۲ مراجعه شود.

بارندگی نیز در مقیاس نیمکره شمالی و جهانی بررسی شده است (۲۰،۱۵). بارندگی در این دو مقیاس از اواخر دهه‌ی ۵۰ تا دهه‌ی ۷۰ کاهش یافته است. بیشترین مقدار بارندگی نیز در دهه‌ی ۷۰ به وقوع پیوسته است. همچنین بارندگی در این دو مقیاس از سال ۱۹۸۰ به بعد کاهش یافته است. مقایسه بارندگی در ایستگاه‌های مورد مطالعه (رامسر، بابلسر و گرگان) با تغییرات بارندگی جهانی و نیمکره شمالی، نشان می‌دهد که تغییرات بارندگی در دو ایستگاه رامسر و بابلسر و همچنین میانگین منطقه‌ای روند مشخصی نداشته و در طی دوره با نوساناتی همراه بوده است. اما در ایستگاه گرگان بطور یکنواخت تا آخر دوره کاهش یافته است و نوسانات کمتری را از خود نشان می‌دهد. بیشترین مقادیر بارندگی در ایستگاه‌های رامسر، بابلسر و گرگان و همچنین میانگین منطقه‌ای نیز به ترتیب در دهه‌ی ۶۰، دهه‌ی ۸۰، دهه‌ی ۶۰ و دهه‌ی ۷۰ می‌باشد و این در حالی است که بیشترین مقادیر بارندگی در دو مقیاس جهانی و نیمکره شمالی، در دهه‌ی ۷۰ رخ داده است. برای مشاهده جزئیات این تغیرات به شکل ۳ مراجعه شود.

بررسی تغییرات میانگین ده ساله نسبت به میانگین درازمدت و رابطه کلی تغییرات دما و بارندگی

با توجه به جدول ۴، ملاحظه می‌شود که در هر سه ایستگاه در طی پنج دوره‌ی ۱۰ ساله، بطورکلی اگر دما زیاد شود بارندگی هم زیاد می‌شود و بالعکس اگر دما کم شود بارندگی هم کم می‌شود. همانطور که مشاهده می‌شود تغییرات دما و بارندگی در ایستگاه گرگان دقیقاً عکس این تغییرات در ایستگاه بابلسر است، بطوریکه در ایستگاه گرگان بطور کلی بارندگی و دما در دوره‌ی اول بیشترین مقدار را و در دوره‌ی ماقبل آخر و تا حدودی دوره‌ی آخر، کمترین مقدار را دارند. اما در ایستگاه بابلسر مقادیر دما و بارندگی بطورکلی در دوره‌ی اول کمترین مقدار را و در ادامه و در دوره‌ی آخر بیشترین مقدار دما و بارندگی را داشته‌اند. تغییرات دما و بارندگی در ایستگاه رامسر الگوی نامنظم‌تری را طی کرده‌اند. بطوریکه در دوره اول بیشترین مقدار بارندگی را با مقدار ۶۲ میلی‌متر بالاتر از میانگین درازمدت دوره و بلافاصله در دوره‌ی بعد از آن کمترین مقدار بارندگی را با ۳۹ میلی‌متر کمتر از میانگین درازمدت شاهد هستیم. در ادامه‌ی آن، دما و بارندگی همانند ایستگاه بابلسر نسبت به دوره‌های قبل از هم افزایش یافته‌اند. در میانگین منطقه‌ای شاهد آن هستیم که بارندگی در دوره‌ی اول بیشترین مقدار را یعنی ۳۲ میلی‌متر بیشتر از میانگین درازمدت و در دوره‌ی آخر کمترین مقدار را یعنی ۱۵ میلی‌متر کمتر از میانگین درازمدت داشته‌اند. دما هم از دوره‌ی اول تا دوره‌ی پنجم، نسبت به میانگین درازمدت کاهش یافته است اما در دوره آخر همانند تغییرات این دوره در هر سه ایستگاه بیشترین مقدار دما را نسبت به میانگین درازمدت پیدا کرده است (جدول ۴).

بررسی تغییرات دمای متوسط و بارندگی سالانه در سایر ایستگاه‌ها

با توجه به جدول ۵، می‌توان دریافت که دمای متوسط سالانه در همه ۹ ایستگاه دیگر افزایش پیدا کرده است بطوریکه افزایش دما به جز در ایستگاه‌های کره‌سنگ و نوذرآباد، در سایر ایستگاه‌ها معنی‌دار می باشند.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

جدول ۴- نتایج مربوط به تغییرات میانگین ده‌ساله نسبت به میانگین درازمدت و رابطی کلی تغییرات دما و بارندگی

ایستگاه	۱۹۵۶-۱۹۶۵		۱۹۶۶-۱۹۷۵		۱۹۷۶-۱۹۸۵		۱۹۸۶-۱۹۹۵		۱۹۹۶-۲۰۰۵	
	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T
رامسر	۶۲	۰	-۳۹	-۰/۳	-۹	-۰/۰۴	۹	-/۰۳	۳۸	۰/۷
بابلسر	-۷۲	-۰/۵	-۳۶	-۰/۴	۲۰	-۰/۰۱	۲۸	۰	۶۰	۰/۹
گرگان	۷۰	۰/۷	۶۸	۰/۰۶	۳	-/۰۳	-۷۲	-۱	-۶۶	۰
میانگین منطقه‌ای	۳۲	۰/۰۱	-۶	۰	۱	-/۰۳	-۱۳	-۰/۴	-۱۵	۰/۶

جدول ۵- نتایج بررسی تغییرات دمای متوسط و بارندگی سالانه در سایر ایستگاه‌ها

ایستگاه	بارندگی			دما		
	Z	Slope (yr)	Sig	Z	Slope (yr)	Sig
تنکابن	۰/۵۶۸	۳/۹	-	۱/۹۷۶	۰/۰۴۷	⋆
پل ذغال	۱/۶۸	۳/۷	-	۲/۷۸	۰/۰۴۵	⋆⋆
چمستان	-۰/۲۸۶	-۱/۲۹	-	۳/۶	۰/۰۶۶	⋆⋆
نوذرآباد	-۰/۷۶۷	-۲/۶۲	-	۱/۱	۰/۰۲	-
کره سنگ	۱/۷۲	۵/۳	-	۰/۷۷	۰/۰۱۴	-
اداره بهشهر	۰/۴۵۴	-۲/۷	-	۳	۰/۰۷	⋆⋆
سفید چاه	-۱	-۱/۴۱	-	۴/۵۶	۰/۱	⋆⋆
تیرتاش	۰/۴۳۵	۰/۹۲۵	-	۳/۲۶	۰/۰۴	⋆⋆
اداره بابل	۱/۱۵	۶/۱	-	۲/۶	۰/۰۷۷	⋆⋆

⋆⋆: معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و ⋆: معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و – عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

در بین ایستگاه‌هایی که افزایش دما در آنها معنی‌دار است، تنها در ایستگاه تنکابن، سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد و در ۶ ایستگاه دیگر، این افزایش دما در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. تغییرات بارندگی برخلاف تغییرات دما، هم با کاهش و هم با افزایش روبرو بوده‌اند و هیچکدام از این تغییرات معنی‌دار نبودند (جدول ۵).

همانطور که یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد، شاهد افزایش قابل توجه دما، علی‌رغم افزایش و کاهش بارندگی در منطقه مورد نظر هستیم.

مقایسه این تغییرات با مقیاس‌های جهانی و نیمکره شمالی نشان داد که تنها ایستگاه رامسر و میانگین منطقه‌ای شرایط مشابهی با تغییرات دما و بارندگی در این دو مقیاس دارند که با افزایش دما، شاهد کاهش بارندگی هستیم. همانطور که مشاهده شد تغییرات دمای حداقل نسبت به دمای حداکثر بیشتر و شدیدتر است بطوریکه در ایستگاه رامسر و بابلسر و میانگین منطقه‌ای در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند.

این در حالی است که علی‌رغم افزایش دمای حداکثر در هر سه ایستگاه و میانگین منطقه‌ای، تنها دمای حداکثر بابلسر افزایش معنی‌داری داشته است. همچنین با توجه به نتایج می‌توان دریافت که تغییرات دمای متوسط، هم از لحاظ کیفیت تغییرات و نوسانات در طی دوره و هم از لحاظ جهت و بزرگی تغییرات، بیشتر از نوسانات دمای حداقل پیروی کرده است. از آنجا که دمای میانگین نیز تابعی از دمای حداکثر و دمای حداقل است، پس می‌توان نتیجه گرفت که سهم تاثیر دمای حداقل بر میانگین دما به مراتب بیشتر از تاثیر دمای حداکثر است و آنچه موجب افزایش دمای میانگین شده است، بیشتر دمای حداقل بوده است. شاید بتوان گفت که دلیل بیشتر بودن تغییرات دمای حداقل نسبت به دمای حداکثر، تا حدود زیادی مربوط به تاثیر گازهای گلخانه‌ای است، زیرا فراوانی برداشت‌های دمای حداقل در هنگام شب و قبل از طلوع آفتاب بیشتر است. می‌دانیم که بخش بزرگی از منبع حرارتی در شب، بازتابش‌های با طول موج بلند ساطع شده از زمین است. همچنین گازهای گلخانه‌ای میتوانند عاملی در جهت افزایش دمای حداقل این مناطق باشند (۳۲). رابطه کلی تغییرات دما و بارندگی در منطقه مورد مطالعه که در پنج دوره‌ی ۱۰ ساله و در سه ایستگاه رامسر، بابلسر و گرگان بررسی شده است، نیز نشان داد که بطورکلی در هر دوره‌ی ۱۰ ساله ای که دما بالا رفته است، بارندگی هم افزایش یافته است و بالعکس آن با کاهش دما، بارندگی هم کاهش یافته است. به نظر می‌رسد که این شرایط تغییرات دما و بارندگی در سه ایستگاه رامسر، بابلسر و گرگان، به دلیل نزدیکی این ایستگاه‌ها با دریا باشد زیرا افزایش دما، تبخیر شدید و سپس باران فراوان را در پی دارد (۲۶،۱۶،۳) و با توجه

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

به برخی مطالعات در سایر نواحی دنیا که در مناطق کاملا مرطوب و حاره‌ای و نزدیک منابع آبی عظیم همانند اقیانوسی آرام و اطلس و هند، انجام گرفته (۴۴،۴۲،۲۷،۲۲،۱۰) و نتیجه گرفته‌اند که با افزایش دما، بارندگی هم افزایش می‌یابد، این توجیه تقویت می‌شود. همچنین همانطور که نشان داده شد، تغییرات دما و بارندگی در سه ایستگاه اصلی رامسر، بابلسر و گرگان و ۹ ایستگاه فرعی دیگر به گونه‌ای است که نمی‌توان گفت که تنها دوری و نزدیکی به دریا باعث این تغییرات شده است زیرا در برخی از ایستگاه‌ها حتی ایستگاه رامسر علی‌رغم افزایش قابل توجه دما، کاهش بارندگی اتفاق افتاده است و عوامل دیگری در این تغییرات نقش دارند. با توجه به اینکه اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه در این تحقیق، در نزدیکی دریا و در پایین‌دست حوزه ها قرار گرفته‌اند، پیشنهاد می‌شود که تعداد بیشتری از ایستگاه‌های دور از دریا و واقع در بالادست حوزه‌ها مورد بررسی قرار گیرند تا از تغییرات این دو پارامتر مهم اقلیم در این نواحی و در نهایت از تغییرات منابع آب در حال و آینده اطلاع حاصل شود، زیرا افزایش بارندگی در پایین‌دست حوزه‌ها و در نزدیکی دریا نمی‌تواند در تغذیه منابع آب سطحی و زیرزمینی تاثیر چندانی داشته باشد. با توجه به مطالب فوق‌الذکر و اینکه بطورکلی افزایش دما را در منطقه بویژه در چند سال اخیر شاهد هستیم، بنظر می‌رسد که بارندگی در مناطق بالادست حوزه‌ها که دور از منبع عظیم آبی دریای خزر هستند، با کاهش شدید همراه باشد که این امر افزایش دما اگر ادامه داشته باشد شرایط بحرانی منابع آب سطحی و زیرزمینی را به همراه خواهد داشت.

منابع

1. Alijani, B. 1997. Some statistical characteristics of temperature variations in Iran. Journal of Research in Geography, 31: 24-33. (In Persian)
2. Alijani, B. and Y. Ghavidel Rahimi. 2005. Comparison and prediction of annual temperature changes in Tabriz with abnormal temperature of earth using by linear regression and artificial nervous network methods, Geography and Development, 6: 22-37. (In Persian)
3. Alizadeh, A. 2007. Principles of Applied Hydrology, University of Ferdowsi Mashad, Iran. 698 pp. (In Persian)
4. Allen, M.R. 2004. Observational Constraints on Future Climate, Robust from model dependent statement of uncertainty in climate forecasting, Contribution to the IPCC workshop on communicating uncertainty and risk, 6 pp.
5. Alley, W.M. 1984. On the treatment of evapotranspiration, soil moisture accounting, and aquifer recharge in monthly water balance models, Water Resource Research, 20, 1137-1149
6. Azizi, Gh., M. Karimi Ahmadabad and Z. Sabok Khiz. 2005. Trend of temperature at recent multi decadals and increase of co_2 in Iran, Geographical Sciences, 4: 25-43. (In Persian)
7. Brasseur, G.P. and E. Roeckner. 2005. Impact of improved air quality on the future evolution of climate. Geophysical Research Letters, L23704. Doi:10.1029/2005GL023902. 32: 1-4.
8. Brayson, R.A. 1997. The paradigm of climatology: an essay. Bulletin of the American Meteorological Society, 73: 449-465.
9. Chen, H., S.C.X. Guo and V.P. Singh. 2007. Historical temporal trends of hydro-climatic variables and runoff response to climate variability and their relevance in water resource management in the Hanjiang basin. Journal of Hydrology, 344: 171-184.
10. Douglas, A.B., K. Julian and R.M. Michael. 2007. Recent climate trend and implications for water resources in the Catskill Mountain region, New York, USA. Journal of Hydrology, 336: 155-170.
11. Ghorbani, M. and A. Soltani. 2002. Investigation of climate change in Gorgan during late 40 years. Agriculture and Natural Resources Sciences, 9: 3-14. (In Persian)
12. Hansen, J., R. Ruedy, J. Glascoe and Mki. Sato. 1999. GISS analysis of temperature change, Journal of geographysical Research 104: 30977-31022.
13. Helsel, D.R. and R.M. Hirsch. 1992. Statistical Methods in Water Resources. Elsevier, Amsterdam, 522 pp.
14. Ibrahimi, H. 2005. Investigation of effect of climate change on agriculture uses in Mashad Plain. PhD thesis, Islamic Azad University, Sciences and Researches Unit. (In Persian)
15. IPCC. 1996. Climate Change 1995. The Science of Climate Change, J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell (eds), Cambridge University Press, Cambridge, U.K. 339 pp.
16. IPCC. 2001. The Scientific Basis of Climate Change, Contribution of Working Grop I to the Third Assesment Report of the Intergovermental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge. 873 pp.
17. IPCC. 2007. Fourth Assessment Report, Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. 996 pp.
18. Jahanbakhsh, S. and S. Torabi. 2004. Investigation and prediction of rainfall and temperature changes in Iran, Geographical Researches Periodical, 74: 104-125. (In Persian)
19. Jalali, M. and H. Kargar. 2011. Statistical analysis and simulation of temperature in Boshehr station (1951-2005), Geographical Space Periodical, 33: 149-173. (In Persian)
20. Jones, P.D. and M. Hulme. 1996. Calculating regional climatic time series for temperature and precipitation: Methods and illustrations, International Journal of Climatology 16: 361-377.
21. Kavyani, M. and H. Asakareh. 2005. Statistical investigation of long trend of annual rainfall in Esfahan, research magazine of Esfahan University (Humanism), 18: 143-162. (In Persian)

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

22. Keim, B.D., M.R. Fischer and A.M. Wilson. 2005. Are there spurious precipitation trends in the United States Climate Division database? Geophysical Research Letters 32, L04702. doi: 10.1029/2004GL021985, Volume 32, Issue 4, 1-4.
23. Kendall, M.G. 1975. Rank Correlation Measures London: Charles Griffin. 202 pp.
24. Khorshid, Doust, A. and Y. Ghavidel Rahimi. 2004. An introduction on cosmological principles, opinions and modern implications in hydro-climatology, Geographical Space Periodical, 62: 55-66
25. Khosravi, M., N. Javdani Khalifeh and S. Mohammadnia Gharaei. 2003. Investigation of coincidence temperature time series in Mashad with fluctuation of earth temperature, (Collection of articles in the third national conference of climate change) Esfahan. (In Persian)
26. Labat, D., Y.G. Eris, J.L. Probst and J.L. Guyot. 2004. Evidence for global runoff increase related to climate warming. Advances in Water Resources, 27: 631-642.
27. Liu, T. 1999. Hydrological characteristics of Yarlungzangbo River. Acta Geographica Sinica, 54: 157-164.
28. Mann, H.B. 1945. Non-parametric tests against trend. Econometric, 13: 245-259.
29. Masoudian, A. 2004. Analysis of monthly temperature structure in Iran, Research Journal of Human Sciences, Isfahan University, 15(1/2). (In Persian)
30. Mousavi, S.Sh. 2007. Investigation of rainfall variability and index trend of it′s inorganization in southern coasts of Caspian Sea, Nevar Magazine (Iran Meteorological Organization), 7-21. (In Persian)
31. Nazemossadat, J.M., N. Samani and M. Molaei Nikou. 2005. Climate change in south and west southern of Iran from viewpoint rainfall observations and interaction with El Nino and Enso, Journal of Agricultural Sciences, 28: 81-97. (In Persian)
32. Omidvar, K. and Y. Khosravi. 2010. Investigation of change of som climatic factors in northern coasts of Persian Gulf by using Mann-Kendall test. Journal of Geography and Environmental Planning, 21: 33-46. (In Persian)
33. Peterson, A.S. 2000. Philosophy of climate science. Bulletin of the American Meteorological Society, 81: 256-270.
34. Rahimzadeh, F., A. Asgari and K. Nouhi. 2003. The theory on difference in rate of increase of maximum and minimum temperature and decrease of diurnal temperature range (DTR) in Iran. 3rd Regional Conference and 1sr national institute of climate change. (In Persian)
35. Rahimzadeh, F., A. Hadayat Dezfouli and A. Pour Asgharian. 2011. Evaluation of trend and jump of temperature limit index in Hormozgan province, Geography and Development, 21: 97-116.
36. Sen, P.K. 1968. Estimates of the regression coefficient based on Kendall'stau. Journal of American Statistical Association 39: 1379-1389.
37. Serrano, A., V.L. Mateos and J.A. Garica. 1999. Trend analysis of monthly precipitation over the Iberian Peninsula for the period 1921-1995. Physics and Chemistry of the Earth, 24: 85-90.
38. Shokri, M., N. Safaeian and R. Safaeian. 2006. Analysis of lagoons of southern margin Caspian Sea, Environmentology, 39: 119-128. (In Persian)
39. Sirois, A. 1998. A brief and biased overview of time series analysis on how to find that evasive trend. In WMO Report No.133: WMO/EMEP Workshop on Advanced Statistical Methods and Their Application to Air Quality Datasets 1998.
40. Sneyers, R. 1992. On the statistical analysis for the objective determination of climate change. Meteorologische Zeitschrift (English: Meteorological Journal), 1: 247-256.
41. Tabatabaei, H. and M. Hoseyni. 2003. Investigation of climate change in Semnan city based on monthly mean rainfall and temperature parameters, 3rd conference of climate change, Isfahan University, 91 pp.
42. Wang, J. 1994. The analysis of the hydrological characteristics of the Yarlung Zangbo River and its anabranches. Bulletin of Soil and Water Conservation, 14: 54-58.
43. Wang, S.W., J.H. Zhu and J.N. Cai. 2004. Interdecadal variability of temperature and precipitation in China since 1880. Advanced Atmospheric Science. 21: 307-313.
44. Wu, S., Y. Yunhe and Z. Du. 2005. Climate changes in the Tibetan Plateau during the last three decades. Acta Geographica Sinica, 60: 3-11.
45. Yu, P.S., T.C. Yang and C.K. Wu. 2002. Impact of climate change on water resources in southern Taiwan. Journal of Hydrology, 260: 161-175.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

Investigation of Precipitation and Temperature Changes in Caspian Sea Southern Coasts and Its Comparison with Changes in Northern Hemisphere and Global Scales

Abdollah Pirnia[1], Mahmoud Habibnejad Roshan[2] and Karim Solaimani[2]

1- M.Sc., Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(Corresponding author: pirniaabdollah@yahoo.com)
2- Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
Received: February 26, 2012 Accepted: July 2, 2012

Abstract

In this research, an investigation on the changes of two major climatic parameters i.e., temperature and precipitation is done in the Mazandaran Province and west of Golestan Province with emphasis on part of coastal line of Caspian Sea and its comparison with changes of these two parameters in scales of northern hemisphere and global. For this purpose, the time series of annual precipitation and mean, maximum and minimum temperature in three the Gorgan, Babolsar and Ramsar sites, were analyzed during statistical period of 1956-2005 and in five decades and also nine other sites with various statistical periods from 19 years to 36 years. In this research, used from non-parametric tests of Mann-Kendall and sen′s estimator of slope to detect trend qualify and quantity respectively. Results indicates that Changes in mean of five decades than long mean and also relationship of temperature and precipitation changes in three sites of Gorgan, Babolsar and Ramsar is observed that with decrease in temperature, is seen a decrease in precipitation and with increase of temperature, an increase in precipitation is observed. This concept, only in five the 10-year periods is seen as separate and trend in these two parameters during the 50-year period is to the other form and in three stations is different; so that average temperature is increased and precipitation is decreased in Ramsar site and regional average, and in two Babolsar and Gorgan sites is observed increase and decrease of these two parameters respectively. Also in two global and northern hemisphere scales, is observed increase of average temperature and decrease of precipitation that take place opposite of each other and is similar to changes in these two parameters in Ramsar site and regional average. Also investigation of minimum and maximum temperature in these three stations, in general, showed stronger increase in minimum temperature than maximum temperature, and it can be in relation to increase in greenhouse gases that has more impact on increase of minimum temperature. Generally, increase in temperature is observed in all of case study sites with the exception of the Gorgan site and also precipitation in different sites has various changes that this condition can be result of increase in greenhouse gases in local, regional and global scales and also distance from voluminous reservoir of Caspian Sea.

Keywords: Climate change, Trends analysis, Non-parametric tests, Caspian Sea southern coasts

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-17]