مطالعه تغییر اقلیم در تالاب بین‌المللی انزلی به روش من کندال

هدی ابراهیمی[1*]
پرویز کردوانی[2]

۱. دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، ایران
۲. استاد گروه جغرافیا دانشگاه ازاد واحد علوم تحقیقات تهران، ایران

* **نویسنده مسئول مکاتبات**
Ebrahimi.hoda@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۷/۱۵
کد مقاله: ۱۳۹۳۰۳۰۱۱۰
این مقاله برگرفته از رساله دکتری است.

چکیده

تغییر اقلیم یکی از معضلات کنونی جامعه بشری است و تهدید و بلایی برای سیاره زمین به شمار می‌آید تغییرات آب‌وهوایی جدید به‌طور عمده متأثر از افزایش فزاینده دی‌اکسید کربن و بعضی گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر است. شناخت ویژگی‌های این پدیده اولین قدم در جهت مدیریت آن و نیز برنامه‌ریزی‌های محیطی به‌ویژه در اکوسیستم تالاب می‌باشد. تالاب انزلی در جنوب غربی دریای خزر به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تالاب‌های ایران است. در این تحقیق روند تغییر اقلیم تالاب انزلی بررسی‌شده است. بدین منظور سری داده‌های سالانه بارندگی و هر سه پارامتر دمای متوسط، دمای حداکثر و حداقل در ایستگاه انزلی طی دوره آماری (۲۰۰۵-۱۹۵۱) موردمطالعه قرار گرفتند. در این تحقیق از آزمون نا پارامتری من کندال برای تعین روند استفاده‌شده است. نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که در ایستگاه انزلی دمای حداکثر دارای روند منفی و دمای حداقل دارای روند مثبت و بارش سالانه هیچ‌گونه تغییری شدیدی نداشته است. همچنین زمان و نوع تغییرات در پارامترهای دما حاکی از تغییرات ناگهانی کاهشی و افزایشی می‌باشد. تغییرات ناگهانی افزایشی در پارامتر دمای حداقل و کاهشی در دمای حداکثر در سال به‌وضوح دیده‌شده. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که تغییر اقلیم منطقه با تغییرات دما مطابقت بیشتری نسبت به تغییرات بارندگی دارد.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، تالاب‌انزلی، اکوسیستم، من‌کندال، روند.

مقدمه

اقلیم کره زمین در طول تاریخ همواره در حال تغییر بوده، با شروع انقلاب صنعتی نقش بشر در تغییرات اقلیمی افزایش پیدا کرد. این امر به‌طور عمده به علت افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی، شهرنشینی، جنگل‌زدایی و بیابان‌زایی می‌باشد (Cutforth,1999). تغییر اقلیم عبارت است از تغییرات رفتار اقلیمی یک منطقه در مقایسه با رفتاری که در طول دورهٔزمانی بلندمدت منطقه از اطلاعات ثبت و مشاهده‌شده مورد انتظار است (Alizadeh, 2010). تغییر جنگل‌ها و مراتع به اراضی کشاورزی امروزه به یکی از نگرانی‌های قابل‌توجه در سطح دنیا درزمینهٔ تخریب محیط‌زیست و تغییر اقلیم جهانی تبدیل‌شده است. عوامل مختلفی باعث برهم خوردن شرایط حاکم بر اجزاء مختلف سیستم اقلیم کره زمین می‌شود. که می‌تواند تأثیراتی را بر اجزاء دیگر بگذارد. در بین این عوامل تنها عاملی که به‌صورت غیرطبیعی بر سیستم اقلیم کره زمین تأثیر می‌گذارد، افزایش گازهای گلخانه‌ای می‌باشد (Ipcc,climate change, 2007). این افزایش سبب می‌شود تا امواج مادون‌قرمز ساطع‌شده از زمین بیش‌ازپیش توسط گازهای گلخانه‌ای جذب‌شده و باعث گرم‌تر شدن جو کره زمین شود. گرم‌تر شدن جو کره زمین نیز به‌نوبه خود بر وضعیت اجزاء دیگر سیستم اقلیم تأثیر گذاشته و پدیده تغییر اقلیم را موجب می‌شود. یک سری زمانی مجموعه مشاهداتی است که برحسب زمان مرتب‌شده باشد. بسیاری از پارامترهای هواشناسی، که در طول زمان برداشت می‌شوند، سری زمانی تشکیل می‌دهند. فرایندهای هیدرولوژیکی عموماً فرایندهای ایستا شناخته می‌شوند. اما، مطالعات جدید نشان داده که بسیاری ازسری‌های زمانی هیدرولوژیکی روند و تغییرپذیری بلندمدت دارند که شاید ناشی از تأثیر عوامل انسانی یا ویژگی‌های طبیعی آب‌وهوای

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-26]

کرۀزمین باشد. روندها ممکن است در سری‌های زمانی متغیّرهای هیدرولوژیکی و اقلیم‌شناسی پیدا و به دو نوع تقسیم شوند، شکستگی-های ناگهانی؛ روند یکنواخت و دارای جهت چنانچه سری زمانی داده‌های هیدرولوژی به‌صورت یکنواخت سیر صعودی یا نزولی داشته باشند، می‌گوییم که داده‌ها دارای برگردان‌اند (آذرخشی و همکاران،۱۳۹۲) . مطالعات انجام‌گرفته در مورد تغییرات اقلیم معاصر بر محور تغییرات دما متمرکز می‌باشد.

در این مورد تحقیقات بسیار گسترده‌ای در ارتباط با روند افزایش متوسط دمای جهانی و منطقه‌ای انجام پذیرفته است (Jones *et al*., 1998; Ghil and Vautard, 1991; Hasselmann, 1995; North, 1993; Hegel *et al*., 1997; North *et al*., 1995). در ایران نیز در چند سال اخیر مطالعات گسترده‌ای درزمینهٔ تغییر اقلیم انجام پذیرفته به‌طوری‌که عزیزی و روشنی(۱۳۸۷) با بررسی سری‌های زمانی دما بارش، رطوبت نسبی و ابرناکی پنج ایستگاه سینوپتیک شمال ایران به این نتیجه رسیدند که در اکثر ایستگاه-های موردمطالعه، دمای حداقل، روند مثبت و دمای حداکثر روند منفی داشته (محمدی و تقوی،۱۳۸۴). از سال ۱۹۸۷ سازمان جهانی هواشناسی (WMO) بر لزوم تحقیق درباره اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب تأکید کرد و بر این اساس یک بخش از یازدهمین نشست بین‌المللی ژئودوزی و ژئوفیزیک توسط انجمن بین‌المللی علوم هیدرولوژیکی به اقلیم و منابع آب تخصیص یافت (Karl *et al*.,1997) . بر آن‌اند که در مقیاس جهانی دما افزایش می‌یابد، بنابراین، تبخیر بیشتر و به بارشِ بیشتر منجر خواهد شد. آنالیز داده‌های دما در بسیاری از مناطق دنیا تغییرات مهمی در مقادیر حد نشان داده‌اند. متوسط دمای سطح زمین در طی قرن بیستم در حدود ۰/۶ درجه سانتی‌گراد افزایش‌یافته و در بسیاری از مناطق گرم شدن معنی‌دار هوا در طی پنجاه سال اخیر تجربه‌شده است (Folland *et al*., 2001).

در مطالعه (Akrinremt and McGinn, 2001) روند تغییرات مکانی و زمانی بارش در کانادا، افزایش معنی‌داری در مقدار و تعداد روزهای بارانی مشاهده کردند .همچنین، افزایش بارش و تعداد بارش‌ها در همه بخش‌های موردمطالعه یکنواخت نبود. به‌طورکلی دو رویکرد در مواجهه با تغییرات محیط‌زیستی وجود دارد .رویکرد اول نادیده گرفتن این تغییرات و ادامه وضع موجود است که نتیجه‌ای جز تخریب بیشتر محیط‌زیست در پی نخواهد داشت. رویکرد دیگر شناسایی این تغییرات از گذشته تاکنون و تدوین برنامه مدیریت محیط-زیستی برای کنترل این تغییرات و برنامه‌ریزی برای بهبود وضعیت محیط‌زیست است. تالاب بین‌المللی انزلی ازجمله تالاب‌های حفاظت‌شده ایران است که عواملی مانند مصارف آب، ورود آلودگی‌ها و تغییر کاربری و تغییرات اقلیم طی سالیان گذشته نقش مؤثری در تغییرات آن دارند که کمتر به این موضوع توجه شده است.

تغییرات اقلیمی به‌ویژه روند رو به رشد گرمایش کنونی جهان بر تمام جنبه‌های زندگی جانداران کره زمین اثر می‌گذارد. به دلیل اینکه سیستم تالاب‌ها یک سیستم تقریباً بسته بوده و جانداران آن منحصربه‌فرد تالاب می‌باشند و اینکه این اکوسیستم‌ها اغلب سیستم‌های کوچکی را تشکیل می‌دهند، در برابر تغییرات اندک نیز از خود واکنش نشان داده و چه‌بسا روند سریع گرمایش کنونی جهان حیات بسیاری از آن‌ها را با خطر مواجه سازد. بزرگ‌ترین نقطه‌ضعف این سیستم‌ها، بسته و محدود بودن ذخایر آب آن‌ها می‌باشد، زیرا ازلحاظ منابع آب تقریباً سیستمی بسته دارند و با دریا و رودخانه‌ها ارتباط دائمی ندارند، به همین دلیل عواملی چون خشک شدن تالاب یا آلوده شدن در اثر باران‌های اسیدی و یا فعالیت‌های بشر می‌تواند کل اکوسیستم را به نابودی بکشاند و چه‌بسا در این روند بسیاری از جانداران منحصربه‌فرد تالاب نیز از صحنه روزگار منقرض شوند. روندی که بسیاری از تالاب‌های ایران با آن مواجه شد. بر این اساس، پایش روند تغییرات تالاب-ها و اراضی پیرامونی آن‌ها می‌تواند در مدیریت این اکوسیستم ارزشمند راهگشا باشد. درک روند تغییر و شناخت سیر تحولات اکوسیستم‌ها به‌طور عام و تالاب‌ها به‌طور اخص، می‌تواند تا حدی در پیش‌بینی از وضعیت آینده آن‌ها در صورت ادامه روند کنونی راهگشا باشد مطالعه تغییر اقلیم و اثرات آن درگذشته و حال می‌تواند کمک فراوانی به چالش‌های مدیران و برنامه‌ریزی محیط‌زیست در دوره‌های آتی نماید. در این مقاله با توجه به اهمیت پدیده تغییر و ارتباط تغییرات جهانی با تغییرات منطقه‌ای و محلی سعی شده متغیرهای دما، بارش که طیف وسیع‌تری از پدیده تغییر اقلیم را پوشش می‌دهند موردبررسی و تحلیل قرار گیرند.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-26]

مواد و روش‌ها

حوزه آبریز تالاب‌انزلی با مساحت تقریبی ۳۷۴۰۰۰ هکتار بین مدار ۳۶ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۳۲دقیقه شمالی و نیز مدار ۴۸درجه و ۴۵دقیقه تا ۴۹درجه و ۴۲ دقیقه شرقی در قسمت شمالی ایران و در استان گیلان واقع است. از مساحت فوق۵۳/۹ درصد تالاب را جنگل و مرتع ۳۳/۲ درصد زمین‌های کشاورزی،۷/ ۸ درصد آبندان و استخرها و ۳/۷ درصد آن را مناطق انسان‌ساخت به خود اختصاص داده است. بارندگی متوسط سالانه حوزه آبریز تالاب‌انزلی حدود ۱۵۰۰تا ۲۰۰۰ میلی‌متر می‌باشد که این نزولات از طریق حدود ۲۵ رودخانه کوچک و بزرگ به آن هدایت می‌شود. اکبرزاده و همکاران(۱۳۸۹)، این تالاب یکی از اکوسیستم‌های پراهمیت در شمال کشور ایران می‌باشد که در سال ۱۹۷۵ بخش‌هایی از آن در جریان کنوانسیون رامسر به‌عنوان منطقه حفاظت‌شده اعلام گردید. مطالعات انجام‌شده بر روی این اکوسیستم حیاتی نشان می‌دهد که خود تالاب یکی از عوامل مهم کاهش اثرات تغییر اقلیم می‌باشد که با توجه به نام‌گذاری سال ۲۰۱۰ از سوی سازمان ملل به‌عنوان سال جهانی تنوع زیستی، کنوانسیون رامسر نیز عبارت مراقبت از تالاب‌ها پاسخی به تغییر اقلیم " را به‌عنوان شعار روز جهانی تالاب‌ها (دوم فوریه) در سال ۲۰۱۰ انتخاب کرده است. تالاب‌ها باآنکه فقط ۶ تا ۸ درصد سطح کره زمین را تشکیل می‌دهند می‌توانند در مقابله با این مشکل جهانی کمک شایانی کنند. هم‌اکنون تالاب بین‌المللی‌انزلی به‌عنوان یکی از نادرترین اکوسیستم‌های طبیعی در دنیا مطرح است و دچار بحران زیست‌محیطی شده است که در صورت بی‌توجهی به معضلات این تالاب و عدم رسیدگی سریع برای ساماندهی آن این میراث طبیعی و ارزشمند به‌طورکلی نابود می‌شود. (وب‌سایت اختصاصی تالاب انزلی) و در همین خصوص یکی از معضلات و مشکلات تالاب‌انزلی بحث تغییر اقلیم و پیامدهای آن می‌باشد و هدف از این تحقیق نیز مطالعه تغییرات اقلیمی و اثرات بر روی تالاب‌انزلی و ارائه راهکارهایی برای مدیریت درست و حفاظت از تالاب در سال‌های آتی می‌باشد.

در مطالعات تغییر اقلیم، آمارهای بلندمدت می‌توانند تغییرات، چگونگی و خصوصیات آن را تا اندازه زیادی نمایش دهند. در ایران تأسیس شبکه ایستگاه‌های هواشناسی از سال۱۹۵۱ می‌باشد که علاوه بر کوتاهی دورهٔ آماری مشکلات دیگری نیز در این زمینه وجود دارد. در این رابطه می‌توان به ناکافی بودن شبکه ایستگاه‌ها، سال‌های فاقد آمار در ایستگاه‌ها و همچنین تغییرات صورت گرفته در محل و ادوات ایستگاه‌ها اشاره کرد که باعث شده، مطالعه تغییر اقلیم در کشور با مشکلات جدی روبرو باشد (عزیزی و همکاران،۱۳۸۷). در این مقاله به‌منظور مطالعه تغییرات اقلیمی و اثرات آن بر روی تالاب انزلی از آمار هواشناسی ایستگاه انزلی با ارتفاع ۲۶/۲- متری از سطح دریا طی یک دوره آماری ۵۵ ساله که این آمار شامل دمای ماهانه، سالانه، دمای حداقل، دمای حداکثر، متوسط بارش ماهانه می‌باشد. روش مورداستفاده در این تحقیق برای آشکارسازی تغییر اقلیم در حوضه موردمطالعه روش آزمون آماری گرافیکی من‌کندال و میانگین متحرک ۵ساله می‌باشد. که این آزمون برای بررسی تصادفی بودن و تعین روند در سری‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد. ابتدا برای بررسی صحت داده‌ها بر روی‌داده‌های دما و بارش، آزمون‌های استقلال و همگنی انجام شد. فرض صفر در آزمون استقلال مستقل بودن دو متغیر و فرض یک عدم استقلال دو متغیر است. در آزمون همگنی فرض صفر یکسان و همگون بودن دو متغیر و فرض یک، عدم یکسان و همگون بودن دو متغیر است.

آزمون من کندال ابتدا توسط من (۱۹۴۵) ارائه و سپس توسط کندال (۱۹۷۵) بسط و توسعه‌یافته است. از نقاط قوت این آزمون می‌توان به مناسب بودن کاربرد آن برای سری‌های زمانی که از توزیع آماری خاصی پیروی نمی‌کنند اشاره نمود. همچنین اثرپذیری ناچیز این روش از مقادیر حدی که در برخی سری‌های زمانی مشاهده می‌شود از دیگر مزایای استفاده از این روش است (حجام و همکاران، ۱۳۸۷). لذا توجه به توانمندی‌هایی که این آزمون در آشکارسازی تغییرات رخداده در سری‌های زمانی متغیرهای اقلیمی دارا می‌باشد، بسیار موردتوجه محققین حوزه‌های مطالعاتی تغییر اقلیم بوده است. آزمون نا پارامتریک من‌کندال فرض صفر عدم وجود روند در سری‌های زمانی را بررسی می‌کند. در این راستا نقاط تغییر ناگهانی را هم شناسایی می‌کند. مراحل کار به شرح ذیل است:

در گام اول برای هر پارامتر هر ایستگاه جدولی (جدول ۱) فراهم می‌شود که ستون اول آن :ردیف، ستون دوم :سال و ستون سوم : متغیر موردمطالعه (که در اینجا برای نمونه حداقل دمای سالانه ایستگاه انزلی)می‌باشد. در ستون چهارم، داده‌های حداقل سالانه ابتدا به‌صورت صعودی (از کم به زیاد) مرتب‌شده و در ادامه به هر عدد بر اساس جایگاهش در سری زمانی موردمطالعه، رتبه ایی از ۱ تا ۵۵ بر

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-26]

اساس طول دوره آماری داده خواهد شد .ستون پنجم که بر اساس رتبه‌های ستون چهارم به دست می‌آید عبارت خواهند بود از تعداد رتبه‌هایی که بالاتر از هر ردیف قرار می‌گیرند. در ستون ششم نیز فراوانی تجمعی حاصل از جمع ستون پنجم به دست می‌آید. برای آزمون فرض صفر عدم وجود روند، آماره کندال (t) بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

که Tآماره کندالP مجموع تعداد رتبه‌های بزرگ‌تر از ردیفniکه بعدازآن قرارمی گیرند بوده و از رابطه:

$$T= 4p/(n(n-1))$$

$$P=\sum_{i=1}^{n} ni$$

به دست می‌آید وn نیز تعداد کل سال‌های آماری مورداستفاده یاΣxi است. به‌منظور سنجش معنی‌دار بودن آماره Tاز رابطه زیر محاسبه می‌شوند.

$$Tt = \pm \text{tg}\sqrt{(}$$

که در اینجا tg برابر با مقدار بحرانی نمره نرمال یا استاندارد z با سطح احتمال آزمون است و با سطح احتمال ۹۵ درصد برابر۱/۹۶ می‌باشد. در صورت اعمال این مقدارt(T) معادل۰/۱۸± می‌شود با توجه به این مقدار بحرانی به‌دست‌آمده برای t(T) حالات مختلفی بدین شرح مشاهده خواهد شد:

اگر t(T) > T >- (T)t+ یا ۰/۱۸+ > T >-۰/۱۸ باشد. هیچ‌گونه روند مهمی در سری‌ها مشاهده نمی‌شود و سری‌ها تصادفی هستند. همچنین اگرt(T)> Tیا۰/۱۸> T باشد، نشان‌دهنده روند منفی در سری‌ها و درصورتی‌که t(T)> Tیا ۰/۱۸+ < (T)t باشد روند مثبت در سری‌ها غالب خواهد بود. برای تعیین جهت روند، نوع و زمان تغییر نیاز به آزمون گرافیکی کندال می‌باشد.

در گام دوم در صورت تأیید معنی‌داری روند، با استفاده از آماره گرافیکی من‌کندال، زمان و نوع تغییرات تعیین گردید. برای این کار دو مؤلفه Uو U' برای این منظور در ستون هفتم جدول ۱ تعداد رتبه‌های کوچک‌تر از رتبه هر ردیف (ti) محاسبه شد. ستون هشتم نیز فراوانی تجمعی ستون هفتم است. سپس امید ریاضی، واریانس و مؤلفه U به ترتیب و بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه می‌شوند. زمانی مقادیر U(ti) معنی‌دار است که روند افزایش یا کاهش در آن مشاهده شود و این بستگی دارد که مقدار آن بزرگ‌تر از صفر {u (ti) >0} یا کوچک‌تر از {u (ti) < 0} باشد.

$$t_i = \sum_{i=1}^{n}$$

که تابع توزیع آن در شرایطی که فرض صفر حاکم باشد ازلحاظ مجانبی با میانگین و واریانس برابر است.

$$Et_i= n(n-1)/4$$

$$Var(ti)=(n(n-1)\ (2n+5)$$

$$U\ (ti)= [ti -E\ (ti)]/\sqrt{\ Var\ (ti)}$$

در این فرمول‌ها ni شماره ردیف است. نتایج حاصل از این فرمول‌ها به ترتیب در ستون‌های ۹و۱۰و۱۱ جدول شماره ۱ آورده است. محاسبه مؤلفه U′ برعکس مؤلفه U است. برای محاسبه این مؤلفه رتبه‌های کوچک‌تر از رتبه هر ردیف در ستون ۴ که قبل از ردیف ذی‌ربط قرار دارند نوشته می‌شود (ti)در ستون ۱۲ جدول ۱ در ستون ۱۳ این رتبه‌ها از آخر به‌صورت تجمعی جمع می‌شوند. ($\sum t_{i'}$) به‌طوری‌که بالاترین مقدار در مقابل ردیف اول نوشته می‌شود. امید ریاضی، واریانس و مؤلفه U′ به ترتیب و بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه شدند.

$$(\ t'i)= \sum_{i=1}^{n} ni$$

$$E't_i'=(N-n_i+1\ \ )(N-n_i)\ /4$$

$$V'(t_i= (N-n_i\ +1)(N-n_i)(2((N-ni\ +1)+5)\ /75$$

$$Ut_i'=\sum ti'-E'\ /\sqrt{\ V'}$$

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-26]

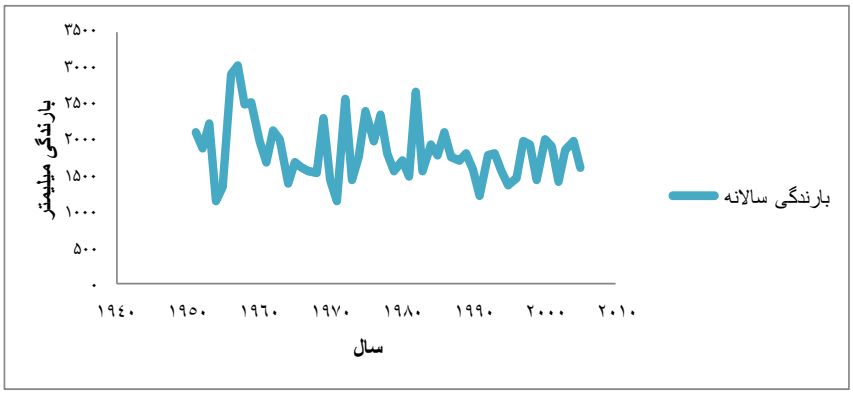
نتایج حاصل از فرمول‌های بالا به ترتیب در ستون‌های ۱۴و۱۵و۱۶ از جدول ۱ آورده شده است. پس از محاسبه مقادیر فوق، دو مقدار U و U' به‌صورت نمودار رسم خواهد شد (علیجانی و همکاران،۱۳۹۰).

پس از محاسبات فوق و ترسیم نمودارهای مربوط وجود هرگونه روند در سری‌ها به‌صورت منفی ظاهر می‌شود و زمانی که روند معنی-داری درداده‌ها وجود داشته باشد خطوط ui و u'i همدیگر را قطع می‌کنند اگر خطوط مذکور در داخل محدوده بحرانی(±۱/۹۶) همدیگر را قطع کنند نشانه زمان آغاز تغییر ناگهانی و درصورتی‌که خارج از محدوده بحرانی همدیگر را قطع نمایند بیانگر وجود روند در سری‌های زمانی است (Sueyers, 1990).

نتایج

با توجه به نتایج آزمون استقلال بر روی‌داده‌های دما و سری زمانی به دلیل اینکه سطح معنی‌داری آماره کای دو پیرسون (۰/۳۲۲) بیشتر از ۵ درصد است بنابراین H0 رد نمی‌شود و دو متغیر از یکدیگر مستقل هستند و درنتیجه دو متغیر همگون نیز هستند. نتایج آزمون استقلال بر روی‌داده‌های بارش و سری زمانی نیز نشان می‌دهد که سطح معنی‌داری آماره کای دوپیرسون (۰/۳۲۸) نیز بیشتر از ۵ درصد است بنابراین H0 رد نمی‌شود و دو متغیر از یکدیگر مستقل و همگون هستند. همچنین برای تعین اینکه آیا نمونه موردمطالعه از جامعه‌ای با توزیع نرمال به‌دست‌آمده است از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) استفاده‌شده است (بایزیدی،۱۳۹۱،ص۸۴). که نتایج حاصل از این آزمون و نمودار (normalQ-Q plot) بارش و دما سالانه نشان می‌دهد که داده‌ها تقریباً روی خط نرمال قرارگرفته‌اند. و با توجه به آزمون کولموگروف-اسمیرنوف میزان p-value دمای متوسط سالانه (۰/۹۲۱) و بارش سالانه (۰/۵۱۰) که این مقادیر بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است که به این معناست که دلیلی بر رد فرض صفر که نمونه موردمطالعه از توزیع نرمال به‌دست‌آمده است وجود ندارد این نتیجه دقیقاً همان چیزی است که انتظار داشته‌ایم.

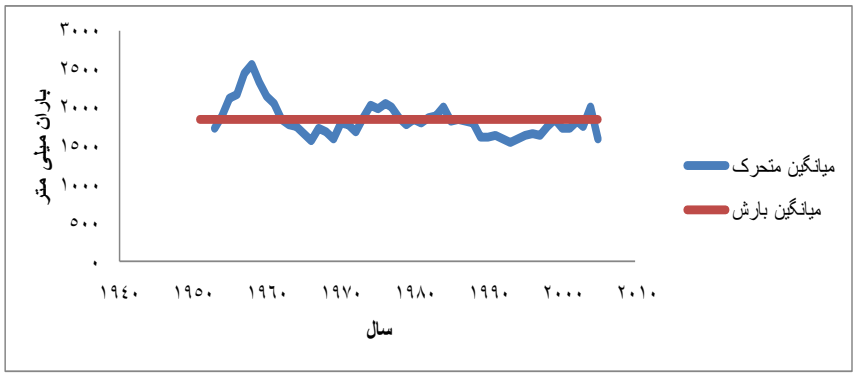
بررسی روند تغییرات سالانه بارش در ایستگاه انزلی: میانگین بارندگی سالانه انزلی ۱۸۴۵۶/۸ میلی‌متر است کم باران‌ترین سال طی ۵۰ سال اخیر در انزلی در سال ۱۹۷۱با ۱۱۵۶/۲ میلی‌متر و پرباران‌ترین سال طی مدت ۵۰ سال، سال ۱۹۵۷ با ۳۰۲۰/۲ میلی‌متر بارندگی می‌باشد. میانگین بارندگی فصلی این شهر در فصل بهار ۱۶۰/۰۹، تابستان۴۳۴/۳، پائیز ۸۵۲/۶ و زمستان ۴۰۵/۷ میلی‌متر است. لذا فصل پائیز پرباران‌ترین و بهار کم‌باران ترین فصل این ایستگاه است. پرباران‌ترین ماه در بندر انزلی ماه مهر و کم‌باران ترین ماه تیر است (پویندگان محیط‌زیست مهندسین مشاور،۱۳۸۹).



شکل ۱: نمودار روند تغییرات بارندگی سالانه ایستگاه انزلی طی دوره آماری (۲۰۰۵-۱۹۵۱).

با توجه به شکل (۱) بارش متوسط سالانه در طول دوره آماری افت‌وخیزها و نوسانات کوتاه‌مدت به همراه روند کاهشی را تجربه کرده است که این مقدار کاهش بارندگی سالانه با توجه به معادله رگرسیون (y= -۶/۹۸x+۱۵۶۶۹) ، ۷ میلی‌متر در سال است.

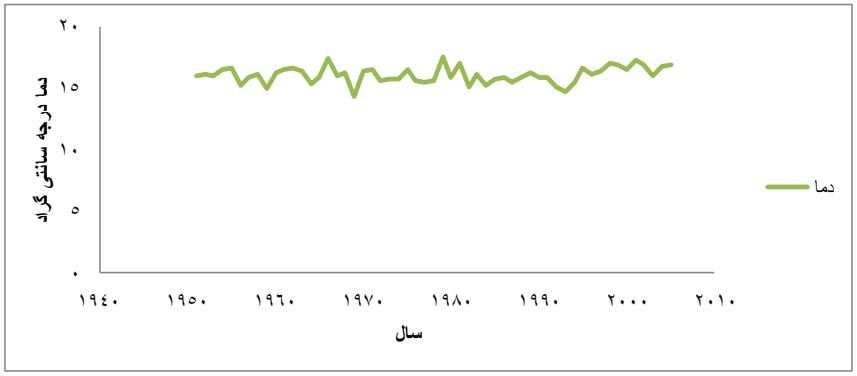
[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-26]



شکل ۲: نمودار میانگین متحرک ۵ ساله بارندگی ایستگاه انزلی طی دوره آماری (۲۰۰۵-۱۹۵۱).

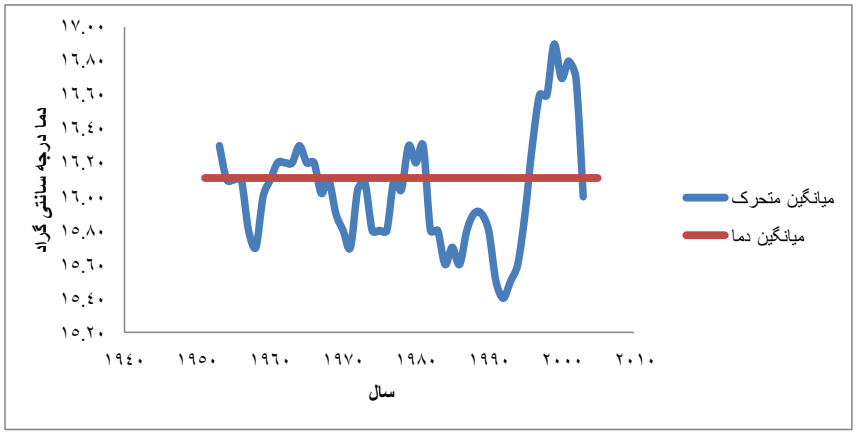
بررسی میانگین متحرک ۵ ساله بارش در ایستگاه موردمطالعه نشان می‌دهد که با توجه به میانگین بارش سالانه ایستگاه انزلی چند دوره ترسالی و خشک‌سالی در حوضه تالاب انزلی شاهد بوده‌ایم که مهم‌ترین دوره خشک‌سالی در این ایستگاه از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۳ می‌باشد (شکل شماره۲).

بررسی روند تغییرات سالانه دما در ایستگاه انزلی: با توجه به مطالعات انجام‌شده میانگین سالانه، حداکثر و حداقل دما در ایستگاه سینوپتیک انزلی به ترتیب ۱۶/۱۱و۱۹/۲و۱۳/۲ درجه سانتی گراد است. اختلاف بین حداقل و حداکثر دما سالانه ۵/۱ درجه می‌باشد. میانگین دما در سردترین ماه یعنی بهمن ۷ درجه و در گرم‌ترین ماه یعنی ماه تیر ۲۶ درجه است. میانگین دمای فصلی در بهار ۱۸/۵درجه و تابستان ۲۴/۷ در پاییز ۱۳/۸و در زمستان ۷/۷ درجه می‌باشد در ضمن حداقل دما ۱۱-درجه و در ۱۱ بهمن ۱۹۷۲ و حداکثر دمای گزارش‌شده ۳۷ درجه و در تیر و ۲ مهر می‌باشد. با توجه به آزمون رگرسیون (Y=./۰۰۶X+۳,۹۳۸) و با توجه به شکل (۳) روند کلی درجه حرارت در دوره موردمطالعه افزایشی بوده است که این میزان برابر ۰/۰۱ دره حرارت به ازای هرسال است و میزان ضریب همبستگی (۰/۱۴۶) که نشان‌دهنده روند افزایشی دمای متوسط سالانه است.



شکل۳:نمودار روند دمای سالانه ایستگاه انزلی طی دوره آماری(۲۰۰۵-۱۹۵۱).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-26]

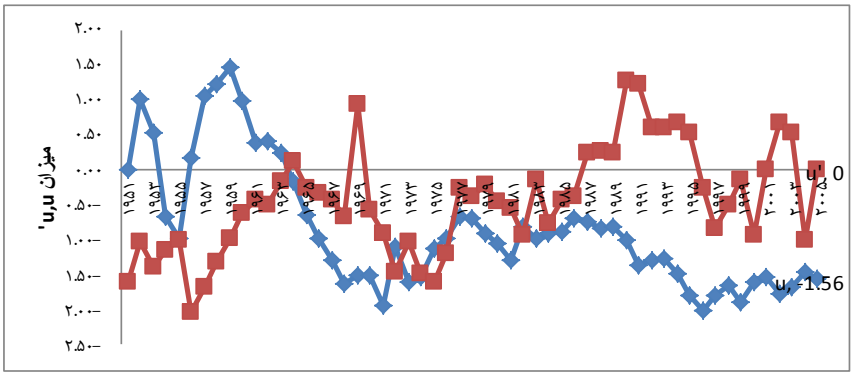


شکل ۴: نمودار میانگین متحرک دمای سالانه انزلی طی دوره آماری(۲۰۰۵-۱۹۵۱).

با توجه به شکل (۴) دمای متوسط سالانه در طول دوره آماری افت‌وخیزها و نوسانات کوتاه‌مدت به همراه روند افزایشی را تجربه کرده است. در این شکل میانگین متحرک دمای سالانه با حذف نوسانات موضعی و کوتاه‌مدت، دوره‌های افزایشی یا کاهشی را به‌خوبی نشان می‌دهد. به‌طوری‌که دمای متوسط سالانه به‌طور نمونه از سال ۱۹۵۴تا سال ۱۹۵۸ روند کاهشی، سال۱۹۵۹ تا ۱۹۶۴ روند افزایشی، سال ۱۹۶۵ تا سال ۱۹۷۱ روند کاهشی و ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۹روند افزایشی داشته است. معادله خطرگرسیون در میانگین متحرک نشان‌دهنده سیر صعودی افزایش دمای متوسط سالانه نیز می‌باشد.

تحلیل تست من کندال بر روی‌داده‌های سالانه: محاسبات انجام‌شده بر روی عناصر اقلیمی طی دوره آماری نشان‌دهنده این است که بارندگی در ایستگاه انزلی با میزان T=-./۱۶در طول دوره هیچ‌گونه تغییری نکرده است ولی سایر پارامترها با تغییری مواجه بوده‌اند. نتایج به‌دست‌آمده از اعمال آزمون آماره (T) و آماره بحرانی (T_t) من کندال مشخص می‌کند که درمجموع میانگین دمای حداکثر با میزان T=-۰/۲۴ در ایستگاه انزلی دارای روند منفی، و دمای حداقل سالانه با میزان T=./۵ دارای روند مثبت بوده است. همچنین در ایستگاه موردمطالعه تنها میانگین حداکثر دما در فصل زمستان دارای روند منفی است که آثار آن در متوسط دمای سالانه نیز قابل‌مشاهده است. تغییرات عناصر اقلیمی فصل بهار در ایستگاه انزلی مشخص می‌کند که روند مثبت دمای حداقل و روند منفی دمای حداکثر با روند افزایشی رطوبت نسبی همراه است.

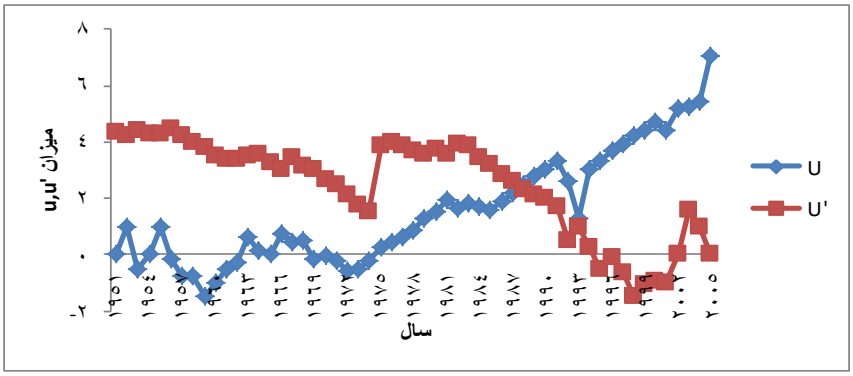
تحلیل آزمون نموداری من‌کندال جهت تعین نوع و زمان تغییرات: برای این کار ابتدا نمودار کندال با استفاده از مؤلفه u و u' باری تمامی عناصر موردبررسی در مقیاس سالانه ترسیم شد سپس با توجه به خصوصیات آزمون گرافیکی من کندال نوع و زمان تغییر مشخص گردید نتایج حاصل از تجزیه تحلیل نمودارها به این شرح است که با توجه به شکل (۵) تغییر بارزی در بارندگی سالانه ایستگاه انزلی نشان نمی‌دهد.



شکل ۵: نمودار تغییرات آماره‌های u,u' میانگین بارش.

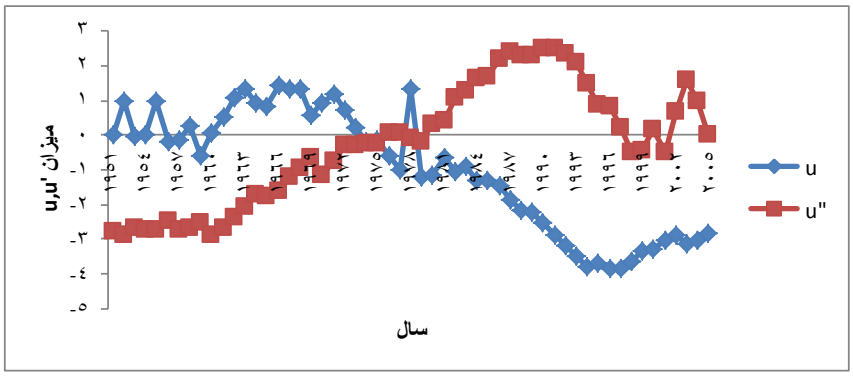
[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-26]

با توجه به شکل (۶) تغییرات میانگین دمای حداقل سالانه در ایستگاه موردمطالعه به‌صورت روند مثبت در سال ۱۹۸۸ و به‌صورت افزایشی بوده است.



شکل۶ : نمودار تغییرات آماره‌های u,u' دمای متوسط سالانه.

با توجه به شکل (۷) تغییرات میانگین دمای حداکثر سالانه در ایستگاه انزلی در سال ۱۹۷۴ تغییر ناگهانی و روند منفی داشته است.



شکل شماره۷ : تغییرات آماره‌های u,u' میانگین دمای حداکثر سالانه.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-26]

جدول ۱: نمونه‌ای از جدول آزمون آماری من کندال برای میانگین دمای حداقل ایستگاه انزلی.

	سال	ردیف	دما حداقل	رتبه	H	∑H	ti	∑ti	Eti	Vti	uti	ti’	' Eti ∑ti		Ut' Vti	
۱۹۵۱	۱		۱۲/۶۲	۱۳	۴۲	۴۲	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲	۴۴۲	۷۴۲/۵	۴۷۴۳/۷	۴/۳۶
۱۹۵۲	۲		۱۳/۲۱	۳۲	۲۳	۶۵	۱	۱	۰/۵	۰/۲۵	۱	۳۰	۴۳۰	۷۱۵/۵	۴۴۹۱/۷	۴/۲۵
۱۹۵۳	۳		۱۲/۴	۷	۴۶	۱۱۱	۰	۱	۱/۵	۰/۹۲	-۰/۵۲	۶	۴۰۰	۶۸۹	۴۲۴۸/۷	۴/۴۳
۱۹۵۴	۴		۱۳/۰۳	۲۵	۲۹	۱۴۰	۲	۳	۳	۲/۱۷	۰	۲۲	۳۹۴	۶۶۴	۴۰۱۴/۸	۴/۲۶
۱۹۵۵	۵		۱۳/۲۲	۳۳	۲۲	۱۶۲	۴	۷	۵	۴/۱۷	۰/۹۸	۲۸	۳۷۲	۶۳۷/۵	۳۷۸۹/۵	۴/۳
۱۹۵۶	۶		۱۱/۹	۳	۴۷	۲۰۹	۰	۷	۷/۵	۷/۰۸	-۰/۱۸	۲	۳۴۴	۶۱۲/۵	۳۵۷۲/۹	۴/۴۸
۱۹۵۷	۷		۱۱/۹	۴	۴۶	۲۵۵	۱	۸	۱۰/۵	۱۱/۰۸	-۰/۷۵	۲	۳۴۲	۵۸۸	۳۳۶۴/۶	۴/۲۴
۱۹۵۸	۸		۱۲/۶	۱۱	۴۰	۲۹۵	۳	۱۱	۱۴	۱۶/۳۳	-۰/۷۴	۷	۳۴۰	۵۶۴	۳۱۶۴/۶	۳/۹۸
۱۹۵۹	۹		۱۱/۷	۲	۴۵	۳۴۰	۰	۱۱	۱۸	۲۳	-۱/۴	۱	۳۳۳	۵۴۰/۵	۲۹۷۲/۷	۳/۸
۱۹۶۰	۱۰		۱۱/۷۲	۱۶	۳۶	۳۷۶	۶	۱۷	۲۲/۵	۳۱/۲۵	-۰/۹۸	۹	۳۳۲	۵۱۷/۵	۲۷۸۷/۷	۳/۵۱
۱۹۶۱	۱۱		۱۳/۰۳	۲۶	۲۴	۴۰۰	۷	۲۴	۲۷/۵	۴۱/۲۵	-۰/۵۴	۱۷	۳۲۳	۴۹۵	۲۶۱۲/۵	۳/۳۶
۱۹۶۲	۱۲		۱۳/۲۳	۳۴	۲۱	۴۲۱	۱۱	۳۵	۳۳	۵۳/۱	-۰/۲۷	۲۲	۳۰۶	۴۷۳	۲۴۴۳/۸	۳/۳۷
۱۹۶۳	۱۳		۱۳/۱	۲۸	۲۴	۴۴۵	۹	۴۴	۳۹	۶۷/۱۶	۰/۶۱	۱۸	۲۸۴	۴۵۱/۵	۲۲۸۲/۵	۳/۵
۱۹۴۶	۱۴		۱۲/۱۱	۶	۳۹	۴۸۴	۳	۴۷	۴۵/۵	۸۳/۴۱	۰/۱۶	۲	۲۶۶	۴۳۰/۵	۲۱۲۸/۵	۳/۵۶
۱۹۶۵	۱۵		۱۲/۶۱	۱۲	۳۵	۵۱۹	۶	۵۳	۵۲/۵	۱۰۸/۰۸	۰/۰۴	۵	۲۶۴	۴۱۰	۱۹۸۱/۶	۳/۲۸
۱۹۶۶	۱۶		۱۴/۱۲	۴۶	۹	۵۲۸	۱۵	۶۸	۶۰	۱۲۳/۳	۰/۷۲	۳۰	۲۵۹	۳۹۰	۱۸۴۱/۶	۳/۰۵
۱۹۶۷	۱۷		۱۲/۴۱	۸	۳۶	۵۶۴	۵	۷۳	۶۸	۱۴۷/۳۳	۰/۴۱	۲	۲۲۹	۳۷۰/۵	۱۷۰۸/۴	۳/۴۲
۱۹۶۸	۱۸		۱۲/۹۱	۲۱	۲۷	۵۹۱	۱۰	۸۳	۷۶/۵	۱۷۴/۲۵	۰/۴۹	۱۰	۲۲۷	۳۵۱/۵	۱۵۸۱/۷	۳/۱۳
۱۹۶۹	۱۹		۱۱	۱	۳۶	۶۲۷	۰	۸۳	۸۵/۵	۲۰۴/۲۵	-۰/۱۷	۰	۲۱۷	۳۳۳	۱۴۶۱/۵	۳/۰۳
۱۹۷۰	۲۰		۱۲/۹	۲۰	۲۷	۶۵۴	۱۱	۹۴	۹۵	۲۳۷/۵	-۰/۰۶	۸	۲۱۷	۳۱۵	۱۳۴۷/۵	۲/۶۷
۱۹۷۱	۲۱		۱۲/۴۲	۹	۳۳	۶۸۷	۷	۱۰۱	۱۰۵	۲۷۴/۱۶	-۰/۲۴	۱	۲۰۹	۲۹۷/۵	۱۲۳۹/۵	۲/۵۱
۱۹۷۲	۲۲		۱۲/۱	۵	۳۳	۷۲۰	۴	۱۰۵	۱۱۵/۵	۳۱۴/۴۱	-۰/۶	۱	۲۰۸	۲۸۰/۵	۱۱۳۷/۵	۲/۵
۱۹۷۳	۲۳		۱۲/۷۱	۱۵	۳۰	۷۵۰	۱۲	۱۱۷	۱۲۶/۵	۳۵۸/۴	-۰/۵	۴	۲۰۷	۲۶۴	۱۰۴۱/۳	۱/۷۶

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-26]

۱۹۷۴	۲۴	۱۲/۹۲	۲۲	۲۶	۷۷۶	۱۶	۱۳۳	۱۳۸	۴۰۶/۳	-۰/۲۴	۵	۲۰۳	۲۴۸	۹۰۵/۶	۱/۵
۱۹۷۵	۲۵	۱۳/۴	۳۷	۱۷	۷۹۳	۲۳	۱۵۶	۱۵۰	۴۵۸/۳	۰/۲۸	۱۳	۱۱۸	۲۳۲/۵	۸۶۵/۴	۳/۸۹
۱۹۷۶	۲۶	۱۳/۰۱	۲۳	۲۴	۸۱۷	۱۷	۱۷۳	۱۶۲/۵	۵۱۴/۵	۰/۴۶	۵	۱۰۵	۲۱۷/۵	۷۸۵/۴	۴/۰۱
۱۹۷۷	۲۷	۱۳/۰۲	۲۴	۲۳	۸۴۰	۱۸	۱۹۱	۱۷۵/۵	۵۷۵/۲۵	۰/۶۴	۵	۱۰۰	۲۰۳	۷۱۰/۵	۳/۸۶
۱۹۷۸	۲۸	۱۳/۰۵	۲۷	۲۲	۸۶۲	۲۱	۲۱۱	۱۸۹	۶۴۰/۵	۰/۸۶	۵	۹۵	۱۸۹	۶۴۰/۵	۳/۷۱
۱۹۷۹	۲۹	۱۳/۷	۴۰	۱۴	۸۷۶	۲۷	۲۳۸	۲۰۳	۷۱۰/۵	۱/۳۱	۱۲	۹۰	۱۷۵/۵	۵۷۵/۲۵	۳/۵۶
۱۹۸۰	۳۰	۱۳/۱۲	۲۹	۲۰	۸۹۶	۲۳	۲۶۱	۲۱۷/۵	۷۸۵/۴	۱/۵۵	۵	۷۸	۱۶۲/۵	۵۱۴/۵۸	۳/۷۲
۱۹۸۱	۳۱	۱۴/۱	۴۴	۱۰	۹۰۶	۲۹	۲۹۰	۲۳۲/۵	۸۶۵/۴	۱/۹۵	۱۴	۱۴	۱۵۰	۴۵۸/۳	۳/۵۹
۱۹۸۲	۳۲	۱۲/۵	۱۰	۲۳	۹۲۹	۹	۲۹۹	۲۴۸	۹۰۵/۶	۱/۶۵	۰	۰	۱۳۸	۴۰۶/۳	۳/۹۳
۱۹۸۳	۳۳	۱۳/۲	۳۱	۱۷	۹۴۶	۲۵	۳۲۴	۲۶۴	۱۰۴۱/۳	۱/۸	۵	۵	۱۳۲	۳۵۸/۴	۳/۸۵
۱۹۸۴	۳۴	۱۲/۸۱	۱۸	۱۹	۹۶۵	۱۵	۳۳۹	۲۸۰/۵	۱۱۳۷/۵	۱/۷۳	۲	۲	۱۱۵/۵	۳۱۴/۴۱	۳/۴۶
۱۹۸۵	۳۵	۱۲/۸	۱۷	۱۹	۹۸۴	۱۵	۳۵۴	۲۹۷/۵	۱۲۲۹/۵	۱/۶	۱	۱	۱۰۵	۲۷۴/۱۶	۳/۲
۱۹۸۶	۳۶	۱۳/۳	۳۵	۱۶	۱۰۰۰	۳۱	۳۸۵	۳۱۵	۱۳۴۷/۵	۱/۹	۳	۳	۹۵	۲۳۷/۵	۲/۸۵
۱۹۸۷	۳۷	۱۳/۱۳	۳۰	۱۶	۱۰۱۶	۲۷	۴۱۶	۳۳۳	۱۴۶۱/۵	۲/۱۷	۲	۲	۸۵/۵	۲۰۴/۲۵	۲/۶۲
۱۹۸۸	۳۸	۱۳/۶۱	۳۹	۱۳	۱۰۲۹	۳۴	۴۵۰	۳۵۱/۵	۱۵۸۱/۷	۲/۴۸	۴	۴	۷۶/۵	۱۷۲/۲۵	۲/۳۲
۱۹۸۹	۳۹	۱۳/۸	۴۱	۱۲	۱۰۴۱	۳۶	۴۸۶	۳۷۰/۵	۱۷۰۸/۴	۲/۷۹	۴	۴	۶۸	۱۴۷/۳	۲/۱۱
۱۹۹۰	۴۰	۱۳/۶	۳۸	۱۲	۱۰۵۳	۳۴	۵۲۰	۳۹۰	۱۸۴۱/۶	۳/۰۳	۳	۳	۶۰	۱۲۳/۳	۱/۹۸
۱۹۹۱	۴۱	۱۳/۸۱	۴۲	۱۱	۱۰۶۴	۳۸	۵۵۸	۴۱۰	۱۹۸۱/۶	۳/۳۲	۳	۳	۵۲/۵	۱۰۲/۰۸	۱/۷۳
۱۹۹۲	۴۲	۱۲/۸۲	۱۹	۱۲	۱۰۷۶	۱۷	۵۷۵	۴۳۰/۵	۲۱۲۸/۵	۲/۵۸	۱	۱	۴۵/۵	۸۳/۴۱	۰/۴۷
۱۹۹۳	۴۳	۱۲/۷	۱۴	۱۲	۱۰۸۸	۱۳	۵۸۸	۴۵۱/۵	۲۲۸۲/۵	۱/۲۶	۰	۰	۳۹	۶۷/۱۶	۰/۹۷
۱۹۹۴	۴۴	۱۳,۳۱	۳۶	۱۱	۱۰۹۹	۳۵	۶۲۳	۴۷۳	۲۲۴۳/۸	۳/۰۳	۰	۰	۳۳	۵۳/۱۶	۰/۲۴
۱۹۹۵	۴۵	۱۴/۶	۵۳	۲	۱۱۰۱	۴۴	۶۶۷	۴۹۵	۲۶۱۲/۵	۳/۳	۸	۸	۲۷/۵	۴۱/۲۵	۰/۵۴
۱۹۹۶	۴۶	۱۴/۲	۴۷	۷	۱۱۰۸	۴۴	۷۱۱	۵۱۷/۵	۲۷۸۸/۷	۳/۶۶	۲	۲	۲۲/۵	۳۱/۲۵	۰/۰۸
۱۹۹۷	۴۷	۱۴/۱	۴۵	۸	۱۱۱۶	۴۳	۷۵۴	۵۴۰/۵	۲۹۷۲/۷	۳/۹۱	۱	۱	۱۸	۲۳	۰/۶۲
۱۹۹۸	۴۸	۱۴/۷	۵۴	۱	۱۱۱۷	۴۷	۸۰۱	۵۶۴	۳۱۶۴/۶	۴/۲	۶	۶	۱۴	۱۶/۲۳	-۱/۴
۱۹۹۹	۴۹	۱۴/۵	۵۱	۲	۱۱۱۹	۴۶	۸۴۷	۵۸۸	۳۳۶۴/۶	۴/۴	۴	۴	۱۰/۵	۱۱/۰۸	-۱

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-26]

۲۰۰۰	۵۰	۱۴/۵	۵۰	۲	۱۱۲۱	۴۶	۸۹۳	۶۱۲/۵	۳۳۷۲/۹	۴/۷	۳	۳	۷/۵	۷/۰۸	-۰/۹
۲۰۰۱	۵۱	۱۴/۷۱	۵۵	۰	۱۱۲۱	۵۰	۹۴۳	۶۳۷/۵	۳۷۸۹/۵	۴/۳۸	۴	۴	۵	۴/۱۶	-۰/۹
۲۰۰۲	۵۲	۱۴/۵۲	۵۲	۰	۱۱۲۱	۴۸	۹۹۱	۶۶۳	۴۰۱۴/۸	۵/۱۷	۳	۳	۳	۲/۱۶	۰
۲۰۰۳	۵۳	۱۳/۸۲	۴۳	۲	۱۱۲۳	۴۲	۱۰۳۳	۶۸۹	۴۲۴۸/۸	۵/۲۷	۰	۰	۱/۵	۰/۹۱	۱/۵۷
۲۰۰۴	۵۴	۱۴/۳	۴۸	۱	۱۱۲۴	۴۷	۱۰۸۰	۷۱۵/۵	۴۴۹۱/۷۵	۵/۴۳	۰	۰	۰/۵	۰/۲۵	۱
۲۰۰۵	۵۵	۱۴/۴	۴۹	۰	۱۱۲۴	۴۸	۱۲۲۸	۷۴۲/۵	۴۷۴۳/۷	۷/۰۴	۰	۰	۰	۰	۰

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-26]

بحث و نتیجه‌گیری

به‌طورکلی دو رویکرد در مواجهه با تغییرات محیطزیستی وجود دارد. رویکرد اول نادیده گرفتن این تغییرات و ادامه وضع موجود است که نتیجه‌ای جز تخریب بیشتر محیطزیست در پی نخواهد داشت. رویکرد دیگر شناسایی این تغییرات از گذشته تاکنون و تدوین برنامه مدیریت محیطزیستی برای کنترل این تغییرات و برنامه‌ریزی برای بهبود وضعیت محیطزیست است. با توجه بااینکه تالاب انزلی یکی از مهم‌ترین بخش اکوسیستم خزری و دریای خزر است. این تالاب در تداوم حیات‌وحش، تأمین آب شیرین، حفظ تعادل زیستی ، جلوگیری از غرقابی شدن زمین‌های اطراف در اثر سیلاب، تغذیه سفره آب زیرزمینی، از بین بردن اثرات تغییرات اقلیمی، محل تکثیر وزندگی گونه‌های جانوری و گیاهی نادر و مهم‌تر از همه نقش بارزی که در تأمین آب کشاورزی زمین‌های پیرامون تالاب دارد تغییرات دما و بارشی را که نتایج حاصل از این تحقیق به ما نشان داده است به‌طور حتم تأثیر بسزایی بر روی اکوسیستم تالاب بین‌المللی انزلی می‌گذارد و تغییرات بارش و دما می‌تواند یکی از مهم‌ترین عوامل نابودی تالاب در حال حاضر باشد.که متأسفانه در این زمینه هیچ تحقیقی صورت نگرفته است. جهت بررسی تغییرات رخ‌داده در سری‌های زمانی میانگین دماهای حداقل و حداکثر سالانه تالاب انزلی از آزمون آماری گرافیکی من کندال بهره گرفته شد. ابتدا برای بررسی صحت داده‌ها بر روی‌داده‌های دما و بارش، آزمون‌های استقلال و همگنی انجام شد. با توجه به نتایج آزمون استقلال بر روی‌داده‌های دما و بارش و سری زمانی به دلیل اینکه سطح معنی‌داری آماره کای دو پیرسون بیشتر از ۵درصد است بنابراین H0 رد نمی‌شود و دو متغیر از یکدیگر مستقل هستند. نتایج حاصل از روش من‌کندال نشان می‌دهد که در حوزه موردمطالعه (تالاب انزلی) عناصر اقلیمی در طول دوره آماری (۱۹۵۱–۲۰۰۵) تغییر کرده است در بررسی سری‌های دمای حداکثر و حداقل معلوم گردید که تغییرات موجود از نوع روند و در دو جهت منفی و مثبت بوده است. محاسبات انجام‌شده بر روی عناصر اقلیمی طی دوره آماری نشان‌دهنده این است که بارندگی در ایستگاه انزلی با توجه به روش من‌کندال در طول دوره تغییر زیادی نکرده است ولی سایر پارامترها با تغییری مواجه بوده‌اند هم‌چنین با توجه به روش رگرسیون خطی ساده بارش متوسط سالانه در طول دوره آماری افت‌وخیزها و نوسانات کوتاه‌مدت به همراه روند ضعیف کاهشی را تجربه کرده است که این مقدار کاهش بارندگی سالانه با توجه به معادله رگرسیون ۷ میلی‌متر در سال است. نتایج به‌دست‌آمده از اعمال آزمون آماره (T) و آماره بحرانی (T_t) من کندال مشخص می‌کند که درمجموع میانگین دمای حداکثر دارای روند منفی، و دمای حداقل سالانه دارای روند مثبت بوده است. همچنین در ایستگاه موردمطالعه تنها میانگین حداکثر دما در فصل زمستان دارای روند منفی است که آثار آن در متوسط دمای سالانه نیز قابل‌مشاهده است. تغییرات عناصر اقلیمی فصل بهار در ایستگاه انزلی مشخص می‌کند که روند مثبت دمای حداقل و روند منفی دمای حداکثر با روند افزایشی رطوبت نسبی همراه است. تحلیل آزمون نموداری من‌کندال جهت تعین نوع و زمان تغییرات عناصر اقلیمی در حوضه موردمطالعه نشان می‌دهد که با توجه به شکل (۵و۶ و۷) که به ترتیب تغییرات در بارندگی سالانه بسیار ناچیز بوده ولی دمای حداقل تغیر ناگهانی در جهت افزایشی و در دمای حداکثر کاهشی بوده است.درنهایت مهم‌ترین امر در بحث بحران تالاب انزلی، مدیریت در حوزه آبخیزداری و اقدام‌های برنامه محور (احیا و حفاظت) است. تفکر نجات تالاب، پس از خشک شدن آن بسیار اشتباه است درحالی‌که باید با مدیریت صحیح منبع در اختیار را حفظ کنیم. متأسفانه ما بیشتر در حال مدیریت بحران هستیم. اصلاح کشاورزی و تغییر جدی در الگوی معیشتی مردم و نقش دادن و درگیر کردن مردم در امر حفاظت نکته بسیار مهم و البته زودبازده است.

منابع

اکبرزاده، ع. و اربابی، م. ،۱۳۸۹. مطالعات میدانی جهت بررسی پدیده تغذیه گرایی در تالاب انزلی،مجله تحقیقات نظام سلامت، سال ششم، شماره چهارم.

آذرخشی، م.، فرزاد مهر، ج.، اصلاح، م. و صحابی، ح.، ۱۳۹۱. نشریه مرتع و آبخیزداری،مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۶، شماره ۱.

بایزیدی، ا.، اولادی، ب. وعباسی، ن.، ۱۳۹۱.آموزش spss، ۱۹،چاپ چهارم، انتشارت عابد.

پویندگان محیطزیست، مهندسین مشاور.، ۱۳۸۹.طرح ارزیابی پی آمده‌ای زیست‌محیطی طرح توسعه بخش دریایی بندر انزلی.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-26]

حجام، س.،خوشخو، ی. و شمس الدین وندی،ر.، ۱۳۸۷. تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران با استفاده از روش‌های نا پارامتری، پژوهش‌های جغرافیائی، شماره ۶۴، تابستان، صفحات ۱۶۸-۱۵۷.

علیجانی، ب.، محمودی، پ.، سلیقه، م. و ریگی چاهی،ا.،۱۳۹۰. بررسی تغییرات کمینه‌ها و بیشینه‌های سالانه دما در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۶ ، شماره سوم، شماره پیاپی ۱۰۲.

عزیزی، ق. و روشنی، محمود.،۱۳۸۷. مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من – کندال، پژوهش‌های جغرافیائی، شماره ۶۴ ، تابستان، صفحات ۲۸-۱۳.

محمدی، ح. و تقوی، ف.، ۱۳۸۴. روند شاخص‌های حدی دما و بارش در تهران .پژوهش‌های جغرافیایی، شماره 53 ، پائیز، صفحات ۱۷۲-۱۵۱.

Akinremi, O. O., McGinn, S. M. and Cutforth, H. W., 2001. Seasonal and Spatial Patterns of Rainfall Trends on the Canadian Prairies*. Journal of Climate, 14(9), 2177-2182.

Alizadeh, A., 2010. Principales of applied hydrology, 29th edition, university of Imam Reza press. 912p.

Cutforth, H. W., McConkey, B. G., Woodvine, R. J., Smith, D. G., Jefferson, P. G. and Akinremi, O. O., 1999. Climate change in the semiarid prairie of southwestern Saskatchewan: Late winter-early spring. Canadian Journal of Plant Science, 79(3), 343-350.

Folland, C. K., Karl, T. R. and Jim Salinger, M., 2002. Observed climate variability and change. Weather, 57(8), 269-278.

Ghil, M., and Vautard, R., 1991. Interdecadal oscillations and the warming trend in global temperature time series. Nature, (350), 324-327.

Hasselmann, K., 1997. Climate change: Are We Seeing Global Warming?, Science, 276, 914-915.

Hegerl, G. C., K. Hasselmann, U. Cubasch, J. F. B. Mitchell, E. Roeckner, R. Voss, and J. Waskewitz. on Multi-fingerprint Detection and Attribution of Greenhouse Gas and Aerosol Forcedclimatic change, *Climate Dynamics*, *13*, 613-634, 1997

IPCC, 2007. Summary for Policymarkers, in: Climate Change 2007. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.) (2007) Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, 1-18

Jones P. D. and Hegerl, G. C., 1998. Comparisons of Two Methods of Removing Anthropogenically Related Variability from the Near-surface Observational Temperature Field, *J. Geophys. Res., 103 (D12)*, 13,777-13,786.

Kendall, M. G., 1975. Rank correlation methods. Charles Griffin, London.

Karl, T. R., Nicholls, N. and Gregory, J., 1997. The coming climate. Scientific American, 276(5), 78-83.

Mann, H. B., 1945. Nonparametric tests against trend. Econometrica 13, pp 245-259.

Mitchell, J. M., Chairman, J. r., Dzerdzeevskii, B., Flohn, H., Hofmeyr. W. L., Lamb. H. H., Rao, K., N., wallen. C. C, 1966. Climatic Change, Technical note, wmo, no 79.

North, G. R., and Kim, K. Y., 1995. Detection of Forced Climate Signals. Part II: Simulation results, *Journal of Climate*, *6*, 409-417.

North, G. R., Kim, K. Y., Shen, S. S. and Hardin, J. W., 1995. Detection of forced climate signals. Part 1: Filter theory. Journal of Climate, 8(3), 401-408.

Schlesinger, M. E. and Ramankutty, N., 1994. An oscillation in the global climate system of period 65-70 years. Nature, (367), 723-726.

Sueyers, R., 1990. On the Statistical Analysis of Series of Observation, wmo, no 415, pp. 2-15.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-26]

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-26]