

بررسی روند تغییر اقلیم با استفاده از شاخص‌های حدی دما و بارش در بابلسر

مهرناز یحیی زاده برنطین^{۱*}، سحر عبدالهی^۲

*۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آب‌خیزداری، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران:

mehrnaz.yahyazadeh.phd@hormozgan.ac.ir

۲- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آب‌خیزداری، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران:

s.abdollahi.phd@hormozgan.ac.ir

چکیده

ایران کشوری در حال توسعه است و طبیعتاً تغییر پارامترهای اقلیمی از جمله دما، رطوبت و بارش می‌تواند پیامد رشد شهرنشینی، افزایش جمعیت، تغییرات کاربری اراضی، آلودگی‌ها و گرمایش سطحی در شهرها را به دنبال داشته باشد. در این پژوهش به بررسی روند تغییرات شاخص‌های حدی دما و بارش طی دوره آماری ۱۹۶۶ تا ۲۰۱۵ با استفاده از آزمون من کندال پرداخته شد. طبق نتایج حاصل از آزمون من کندال تغییرات روند تنها در دو شاخص FD و TNx معنی‌دار بود. در مورد شاخص‌های بارش نیمی از آن‌ها فاقد روند و نیم دیگر دارای روند معنی‌دار بود، بویژه در مورد دو شاخص CDD و CWD که تغییرات روند به یک میزان و در جهت عکس یکدیگر بود بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که منطقه مورد مطالعه با روند بروز خشکسالی مواجه است. با توجه به اینکه شهرستان بابلسر قطب کشاورزی و منابع طبیعی کشور می‌باشد، لذا دو بخش تغییرات بارش و دبی رودخانه باید در راستای صحیح مدیریت منابع آب تمهیدات لازم از سوی واحدهای مربوطه انجام شود.

واژه‌های کلیدی: آزمون من کندال، تست پتیت، خشکسالی، تغییرات بارش و دبی، هیدرو اقلیمی

۱-مقدمه

یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی که بر اکوسیستم‌های طبیعی و جنبه‌های زندگی انسان تأثیر دارد تغییر اقلیم است. تأثیرات گرمایش جهانی بر بخش هیدرولوژی و چرخه آب در طبیعت بسیار جدی است و شناخت این اثرات به صورت کمی، آمادگی بیشتری برای مقابله با تبعات آن ایجاد می‌کند [1]. عوامل طبیعی و انسان ساخت دلایل اصلی در تغییرات پدیده‌های حدی اقلیمی هستند که باعث رخداد پدیده‌های حدی هیدرولوژیکی می‌شوند [2]. ایران کشوری در حال توسعه است و طبیعتاً تغییر پارامترهای اقلیمی از جمله دما، رطوبت و بارش می‌تواند پیامد رشد شهرنشینی، افزایش جمعیت، تغییرات کاربری اراضی، آلودگی‌ها و گرمایش سطحی در شهرها باشد [3]. همچنین اقلیم ایران می‌تواند متأثر از پدیده‌های جوی و الگوهای تغییر فشار قرار گیرد. در تحقیقی نشان داده شد، افزایش درجه حرارت از یک سو و کاهش احتمالی بارش از طرف دیگر باعث به وجود آمدن شرایط پیچیده اقلیمی در ایران به‌ویژه در مناطق گرم و خشک خواهد شد [4].

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

مطالعات متعددی در داخل و خارج از کشور مبنی بر تحلیل روند متغیرهای هیدرواقليمی صورت گرفته است. ارفاسا و همکاران^۱ [5] به پیش‌بینی تغییرات آب و هوا و اثرات آن بر دما و بارش و جریان در حوزه آبریز، vea در غنا با استفاده از روش من کندال^۲ (MK) را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد دما بطور متوسط $2/10$ تا $3/5$ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه محدوده بین $2/34$ تا $13/1$ درصد کاهش می‌یابد. میانگین سالانه جریان پیش‌بینی شده به ترتیب ۲۸ تا ۳۷ درصد و ۳۶ تا ۴۲ درصد کاهش یافته است. ذوالفقار و همکاران^۳ [6] به تحلیل روند بلندمدت آب و هوای شدید در تورب‌زارهای گرمسیری ساراواک تحت تأثیر تغییرات آب و هوا، با استفاده از آزمون من کندال در عربستان سعودی پرداختند نتایج آن‌ها نشان داد $TN90p$ و TNn ممکن است باعث افزایش شدت بارندگی در جنوب و منطقه مرکزی-ساحلی شود، در حالی که شاخص‌های TX و TXn ممکن است باعث افزایش شدت بارندگی در شمال گردد. هالدار و همکاران^۴ [7] به بررسی الگوهای دما و بارندگی در شهر گواهای در ایالت آسام هند با استفاده از آزمون من کندال (MK)، پیش‌بینی‌کننده شیب سن، و رگرسیون خطی را مورد پژوهش قرار دادند نتایج آن‌ها نشان داد دما برای دوره‌های سالانه و فصلی روند صعودی دارد و از نظر آماری ۹۵ درصد معنی‌دار است. بارندگی سالانه فصلی در طول زمان در حال افزایش است. قهاری و همکاران [8] به بررسی روند تغییرات دمای ایستگاه همدید شیراز با استفاده از روش‌های آماری رگرسیون خطی و آماره من-کندال مورد بررسی قرار دادند، نتایج آن‌ها نشان داد که به رغم عدم وجود روند در دوره درازمدت، پس از شروع پدیده آغاز سرد، حداقل مطلق دمای روزانه شیراز با شیبی نزولی رو به کاهش بود، و حداکثر دمای مطلق روزانه شیراز با شیبی صعودی رو به افزایش است که نشان دهنده افزایش تدریجی دماهای بیشینه و شدت گرفتن گرمای تابستانه می‌باشد. علی‌پور نصیر محله و همکاران [9] بررسی روند تغییرات بارش در استان مازندران با استفاده از آزمون ناپارامتریک من کندال پرداختند و نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد بارش سالانه در تمامی ایستگاه‌ها دارای روند می‌باشد و این روندها در ۵ ایستگاه مقادیری مثبت و در ۴ ایستگاه دارای مقادیر منفی است. همچنین با تغییر مکان از غرب استان به شرق و از شمال استان به جنوب روندها از مقادیر مثبت به منفی تغییر می‌کنند. بنابراین، وجود روند در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه و نیز معنی‌داری این روندها در بسیاری از مناطق می‌تواند نشان دهنده تغییر در شرایط اقلیمی و محیطی در این استان باشد. مزیدی و همکاران [10] به بررسی روند تغییرات دما و بارش سالانه ایستگاه همدید ارومیه با استفاده از آزمون آماری من کندال از سال (۲۰۱۰-۱۹۹۶) پرداختند، نتایج آن‌ها نشان داد عدم وجود روند دمای همدید ارومیه با شیبی نزولی رو به کاهش بوده است و عدم وجود روند بارش همدید ارومیه با شیبی صعودی رو به افزایش می‌باشد. تغییرات مقادیر حدی بارش می‌تواند اثرات مهمی را بر کاهش جریان رودخانه یا ایجاد سیل در زمان رخدادهای بارش‌های حدی داشته باشد بنابراین با توجه به اهمیت ناحیه شمال و غرب کشور از دیدگاه کشاورزی و منابع طبیعی و همچنین وابستگی این دو بخش به تغییرات بارش و دبی رودخانه ارزیابی تغییرات شاخص‌های حدی بارش لازم و ضروری است [11]. با توجه به اینکه شهرستان بابلسر جز شهرهای نوار ساحلی شمال کشور محسوب می‌شود لذا در این پژوهش به بررسی روند تغییرات شاخص‌های حدی دما و بارش در منطقه‌ی مذکور پرداخته شده است.

¹ Arfasa et al

² Mann-Kendall

³ Zulfagar et al

⁴ Halder et al



انجمن علمی سیستم‌های
سطوح آبگیر باران ایران

دوازدهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

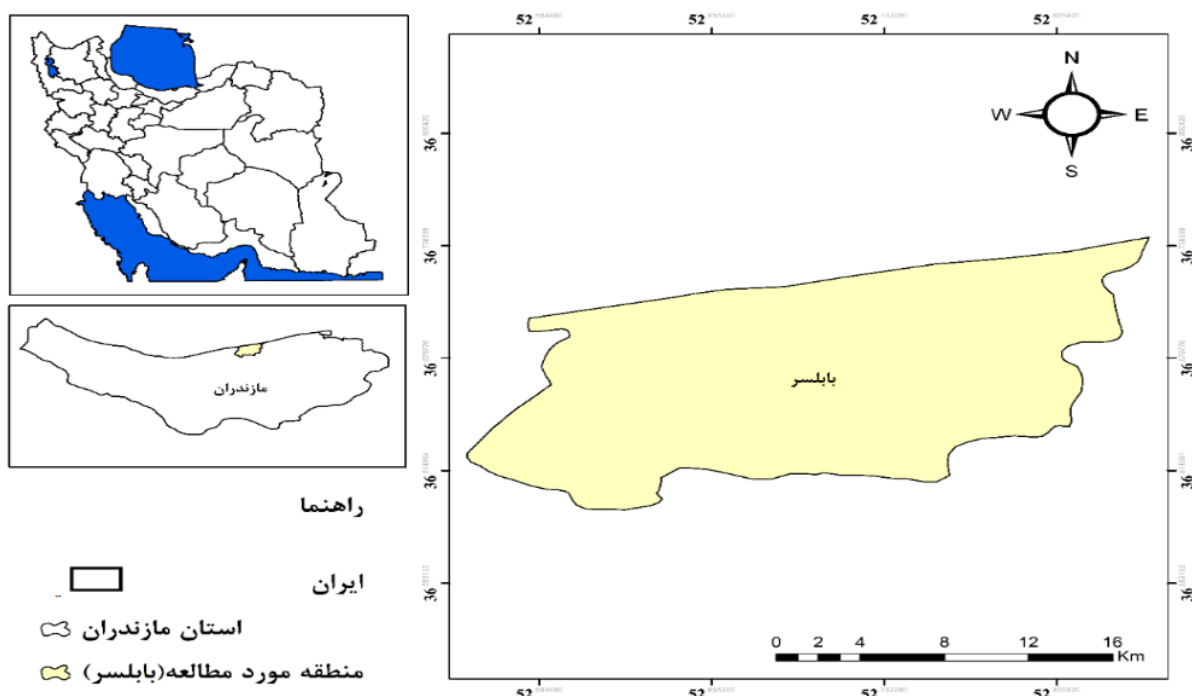
استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

اولین ایستگاه هواشناسی استان مازندران در سال ۱۳۳۰ در بابلسر تأسیس شد. شهرستان بابلسر با پهنه ۱۳۵۰ هکتار در مصب رودخانه بابلرود و در کرانه جنوبی دریای خزر و در ۵۲ درجه و ۳۹ دقیقه و ۳۰ ثانیه طول جغرافیایی و ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه عرض جغرافیایی قرار دارد و ارتفاع آن در سطح دریای آزاد ۲۱- متر و از سطح دریای خزر ۷ متر می‌باشد. بابلسر با توجه به سیستم طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن، دارای آب و هوای نیمه مرطوب معتدل و باران‌های متوالی با رطوبت زیاد است و مقدار ریزش باران در طول سال بین ۸۰۰ تا ۹۰۰ میلی‌متر می‌باشد. این شهرستان از جمله مناطق مازندران است که فاقد مناطق مرتفع کوهپایه و کوهستانی است و تمام وسعت آن به‌صورت اراضی جلگه‌ای و دشتی نمایان است [12].



شکل (۱) - موقعیت منطقه مورد مطالعه (بابلسر) بر گستره ایران

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

۲-۲ شاخص‌های حدی

در پژوهش حاضر، به منظور بررسی تغییر اقلیم در بابل‌سر شاخص‌های حدی استاندارد^۱ ETCCDI شامل بارش و دما مورد بررسی قرار گرفت و جهت تحلیل روند هر یک از شاخص‌ها، از روش آزمون ناپارامتری من‌کندال استفاده گردید. داده‌های مربوط به پارامتر دما و بارش طی دوره آماری ۱۹۶۶ تا ۲۰۱۵ آماده سازی گردید و از مجموع ۲۷ شاخص حدی استاندارد ETCCDI، ۲۳ شاخص جهت مطالعه و تحلیل روند استخراج گردید که جدول ۱ توصیف این شاخص‌ها را ارائه می‌دهد.

جدول ۱: تعریف شاخص‌های حدی هیدرواقلیمی مورد استفاده در منطقه مورد مطالعه

شاخص	توصیف	واحد
FD	تعداد روزهایی که TN (حداقل دمای روزانه) کمتر از صفر درجه سانتیگراد است.	روز
SU	تعداد روزهایی که TX (حداکثر دمای روزانه) بیشتر از ۲۵ درجه سانتیگراد است.	روز
ID	تعداد روزهایی که TX (حداکثر دمای روزانه) کمتر از صفر درجه سانتیگراد است	روز
TR	تعداد روزهایی که (حداقل دمای روزانه) $TN > 20$ درجه سانتیگراد است.	روز
TXx	بیشینه ماهانه دمای حداکثر روزانه	سانتی‌گراد
TNx	بیشینه ماهانه دمای حداقل روزانه	سانتی‌گراد
TXn	کمینه ماهانه دمای حداکثر روزانه	سانتی‌گراد
TNn	کمینه ماهانه دمای حداقل روزانه	سانتی‌گراد
TN10p	درصد روزهایی که دمای حداقل کمتر از صدک دهم باشد	روز
TX10p	درصد روزهایی که دمای حداکثر کمتر از صدک دهم باشد	روز
TN90p	درصد روزهایی که دمای حداقل بیشتر از صدک نودم باشد	روز
TX90p	درصد روزهایی که دمای حداکثر بیشتر از صدک نودم باشد	روز
DTR	اختلاف بین کمینه و بیشینه دما	سانتی‌گراد
RX1day	حداکثر بارش یک روزه	میلی‌متر
SDII	نمایه ساده شدت روزانه	میلی‌متر / روز
R10mm	تعداد روزهای با بارش سنگین، تعداد روزهای با مقدار بارش مساوی یا بیشتر ۱۰ میلی‌متر	روز
R20mm	تعداد روزهای با بارش بسیار سنگین، تعداد روزهای با مقدار بارش مساوی یا بیشتر ۲۰ میلی‌متر	روز
Rnnmm	تعداد روزهای بارشی با مقدار تعریف شده از طرف کاربر	روز
CDD	بیشترین تعداد روزهای متوالی که بارش روزانه کمتر از یک میلی‌متر ($RR_{ij} < 1$) دارند	روز
CWD	بیشترین تعداد روزهای متوالی که بارش روزانه مساوی یا بیشتر از یک میلی‌متر ($RR_{ij} \geq 1$) دارند.	روز
R95pTOT	هنگامی که بارندگی کل سالانه بیشتر از صدک نود و پنجم باشد.	میلی‌متر
R99pTOT	هنگامی که بارندگی کل سالانه بیشتر از صدک نود و نه ام باشد.	میلی‌متر
RPCPTOT	مقدار کل بارش در روزهای تر	میلی‌متر

¹ Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI)

۲-۳ روش‌های پارامتری

تاکنون روش‌های آماری متعددی جهت تحلیل روند سری‌های زمانی ارائه شده است که این روش‌ها در دو دسته کلی پارامتری و ناپارامتری قابل تقسیم‌بندی می‌باشند. روش‌های ناپارامتری از کاربرد نسبتاً وسیع‌تر و چشم‌گیرتری نسبت به روش‌های پارامتری برخوردار هستند [13]. روش‌های پارامتری جهت تحلیل روند سری‌های زمانی به کار گرفته می‌شوند عمدتاً براساس رابطه رگرسیونی بین سری داده‌ها با زمان استوار می‌باشند که آزمون تی- استیودنت^۱ از جمله متداول‌ترین این روش‌ها است. یکی از پیش‌فرض‌های لازم جهت استفاده از روش‌های پارامتری این است که سری زمانی مورد نظر جهت تحلیل روند بایستی تابع یک توزیع خاص آماری باشد. لذا در مورد سری‌هایی که توزیع آماری خاصی بر آن‌ها قابل برآزش نیست روش‌های پارامتری با نوعی محدودیت مواجه می‌باشند. اما در روش‌های ناپارامتری اساس کار بر تفاوت بین داده‌های مشاهداتی است به گونه‌ای که این روش‌ها مستقل از توزیع آماری سری زمانی بوده و خصوصاً برای سری‌هایی که چولگی یا کشیدگی زیادی دارند مناسب‌تر از روش‌های پارامتری می‌باشند [14].

۲-۴ تحلیل روند من‌کندال و آزمون پتیت^۲

آزمون من-کندال یک تست غیرپارامتری آماری است که برای تجزیه و تحلیل روند استفاده می‌شود. آماره‌ی من-کندال به ترتیب مقادیر مثبت یا منفی را به دنبال دارد که منجر به افزایش یا کاهش روند می‌شود. مراحل محاسبه شامل محاسبه اختلاف بین تک‌تک مشاهدات با همدیگر و اعمال تابع علامت و استخراج پارامتر S بصورت رابطه ۱، محاسبه واریانس توسط رابطه ۲ و محاسبه آماره Z با استفاده از رابطه ۳ است [15].

$$\text{sign}(x_i - x_j) = \begin{cases} \text{if } (x_i - x_j) < 0 & -1 \\ f(x_i - x_j) = 0 & 0 \\ \text{if } (x_i - x_j) > 0 & +1 \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{Var}(s) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (2)$$

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(s)}} \text{ if } S > 0 \\ 0 \text{ if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(s)}} \text{ if } S < 0 \end{cases} \quad (3)$$

¹ test student-t

² Petit test

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

N تعداد داده X_i, X_j داده‌ها در سری زمانی و Z آماره تست استاندارد است. با توجه به آزمون آماری دوطرفه کای اسکوتر اگر $|Z| \leq Z_{\alpha/2}$ در سطح معنی‌داری معین α باشد، فرض صفر پذیرفته شده و روند وجود ندارد. مقادیر مثبت آماره Z روند صعودی و مقادیر منفی نیز روند نزولی نشان می‌دهند.

(۴)

$Z > 1.96$ Increasing trend

$Z < -1.96$ Decreasing trend

$-1.96 < Z < +1.96$ No trend at 95%

آزمون پتیت (۱۹۷۹) نیز برای بررسی سال جهش یا تغییرات در سری زمانی است، که در سراسر جهان مورد استفاده قرار گرفته است و یکی از مهم‌ترین روش‌های آماری در تشخیص یک شیفت ناگهانی در سری زمانی می‌باشد. متغیرهای تصادفی هیدروکلیماتولیک X_i را در نظر بگیرید، که $i = 1, \dots, \tau$ باشد. زمانی آزمون پتیت تغییر در نقطه τ را معنی‌دار می‌داند که X_t برای $i = 1, \dots, \tau$ دارای تابع توزیع $F_1(x)$ و X_t برای $t = \tau + 1, \tau + 2, \tau + 3, \dots, T$ دارای تابع توزیع $F_2(x)$ بوده و $F_1(x) \neq F_2(x)$ باشد. این آزمون دو فرض $H_0: \tau = T$ برای عدم وجود تغییر و $H_1: \tau \neq T$ برای وجود روند را مقابل هم و آماره K_T را برای تست دو نمونه $(X_1, \dots, X_\tau)$ و $(X_{\tau+1}, \dots, X_T)$ از یک جامعه در نظر می‌گیرد:

$$K_T = \max |U_{t,T}|, 1 \leq t < T \quad (5)$$

که در آن

$$U_{t,T} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=t+1}^T \text{sgn}(X_i - X_j) \quad (6)$$

احتمال اهمیت تقریبی K_T با P_{OA} تعیین می‌گردد و به صورت رابطه ۷ محاسبه می‌شود.

$$P_{OA} = 2 \exp \left\{ \frac{-6(K^+)^2}{(T^3 + T^2)} \right\}; T \rightarrow \infty \quad (7)$$

به طوری که P_{OA} احتمالی از تشخیص نقطه تغییر است. اگر ارزش عددی P_{OA} کمتر از ۰/۰۵ باشد مشخص کننده تغییر قابل توجه در سری زمانی با توجه به سطح معنی‌داری ۵٪ است.

۳- نتایج

نتایج حاصل از روند شاخص‌های حدی دما و بارش با استفاده از آزمون من کندال و هم‌چنین مقادیر حاصل از آزمون پتیت در جدول ۲ و ۳ ارائه شده است.

جدول ۲. روند شاخص‌های حدی دما با استفاده از آزمون من کندال و آزمون پتیت

P Value	K	نوع روند	P Value	مقدار آماری Z	نام متغیر
0.002	29	Decreasing trend	0.0004	-3.515	FD
3.911e-05	29	Increasing trend	1.421	5.26	SU
1	4	No Trend	0.14	-0.145	ID
1.37	29	Increasing trend	3.523	7.272	TR
0.48	28	No Trend	0.106	1.613	TXx
0.0062	29	Increasing trend	0.0001	3.752	TNx
0.50	20	No Trend	0.205	1.265	TXn
0.0028	29	Increasing trend	3.637	4.129	TNn
0.00010	29	Decreasing trend	7.239	-3.968	TN10p
0.1	33	No Trend	0.265	-1.113	TX10p
2.973e-07	29	Increasing trend	2.104	6.698	TN90p
0.0002	29	Increasing trend	1.512	4.327	TX90p
<2.2e-16	29	Decreasing trend	2.2	-19.362	DTR

جدول ۳. روند شاخص‌های حدی بارش با استفاده از آزمون من کندال و آزمون پتیت

P Value	K	نوع روند	P Value	مقدار آماری Z	نام متغیر
0.010	21	Increasing trend	0.005	2.762	RX1day
0.018	29	Decreasing trend	0.008	-2.647	SDII
47	1	NoTrend	0.973	0.0335	R10mm
0.88	20	No Trend	0.522	0.639	R20mm
0.47	19	No Trend	0.295	1.046	Rnnmm
0.017	29	Increasing trend	0.007	2.66	CDD
0.018	29	Decreasing trend	0.008	-2.647	CWD
0.36	21	No Trend	0.093	1.679	R95pTOT
1	35	No Trend	0.622	0.493	R99pTOT
0.18	29	Decreasing trend	0.008	-2.647	PRCPTOT

۴- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از آزمون من کندال نشان داد که از میان شاخص‌های دمایی، دو شاخص تعداد روزهای یخبندان (FD) و بیشینه ماهانه دمای حداقل (TNx) در طول زمان دارای روند کاهشی و معنی‌دار می‌باشند، که این تغییرات به عنوان نشانه‌های بارز تغییر اقلیم در منطقه محسوب می‌شوند. بنابراین در طی سال‌های ۱۹۶۶ تا ۲۰۱۵ دمای هوا روند افزایشی را نشان می‌دهد که با سایر مطالعات صورت گرفته مبنی بر وجود تغییر اقلیم مطابقت دارد [18,17,16]. هم‌چنین در مورد شاخص‌های حدی بارش، این آزمون

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

برای شاخص‌های (R10mm)، (R20mm)، (Rnnmm)، (R95pTOT) و (R99pTOT) بدون روند و شاخص‌های (RX1day)، (SDII)، (CDD)، (CWD) و (PRCPTOT) روند معنی‌دار را نشان داد. دو شاخص مربوط به مدت بارش، شامل تعداد روزهای خشک متوالی (CDD) روند افزایشی و تعداد روزهای تر متوالی روند کاهشی را نشان داد که این تغییرات کاملاً به یک میزان و در جهت عکس یکدیگر رخ دادند. بر اساس نتایج بدست آمده از آماره‌ی پتیت، عموماً نقاط تغییر برای اکثر شاخص‌ها، بویژه شاخص‌هایی که روند تغییرات آن‌ها بصورت معنی‌دار است، مربوط به سال ۱۹۹۳ می‌باش. بنابراین تغییرات مربوط به دو شاخص (CDD) و (CWD) بیانگر وجود خطر خشکسالی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد [11]. به‌طور کلی تغییرات دارای روند می‌تواند نشان دهنده تغییر در شرایط اقلیمی و محیطی منطقه باشد [9]. شیب بارش سالانه در ایران در ایستگاه‌های گوناگون تفاوت‌هایی دارد، اما آنچه از بررسی‌ها مشخص می‌شود این است که ایستگاه‌هایی که بارش بیشتری در سطح کشور دارند با شیب کاهشی بیشتری نیز مواجه هستند [19]. بنابراین با توجه به اهمیت شهرستان بابلسر به لحاظ کشاورزی و منابع طبیعی برنامه‌ریزی جهت مدیریت بهینه‌ی منابع آب موجود ضروری می‌باشد.

۵- منابع

[1] واله، ص.، معتمدوزیری، ب.، کیادلیری، ه.، احمدی، ح. ارزیابی عملکرد تغییر اقلیم به کمک دو مدل هیدرولوژیکی با ساختار متفاوت، نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۱۴۰۰.

[2] Azizi GH, Shamsipour A, Yarahmadi D. Detection Climate Change using Multivariable Statistical Analysis in west of Iran. Physical Geography Research Quarterly, 2009 (In Persian).

[3] IPCC. Climate Change, The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker Qin T.F. D, Plattner G-K, Tignor M, Allen S.K, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V and Midgley P.M (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.

[4] Alizadeh A, Sayari N, Hesami Kermani M, Banayan Aval M, Hoseini A. Investigating the potential effects of climate change on agricultural water sources and uses (Case study: Kashf Roud River catchment) Journal of water and soil, 2010. (In Persian)

[5] Gemechu Fufa A, Ebenezzer O, Dzighbodi Adzo D. Climate Change Projections and Impacts on Future Temperature, Precipitation, and Stream flow in the Veia Catchment, Ghana, Environmental Challenges, 2024.

[6] Zulfaqar S, Zaher Mundher Y, Aitazaz Ahsan F, Nur Atiran M, Mohd Khairulldlan M. Long-term trend analysis of extreme climate in Sarawak tropical peatland under the influence of climate change, Weather and Climate Extremes, 2023.

[7] Halдар s, Choudhury M, Choudhury S, Samanta P. Trend analysis of long-term meteorological data of a growing metropolitan city in the era of global climate change, Total Environment Research Themes, 2023.

[8] قهاری، غ.، گندمکار، ا.، نجف‌پور، ب.، نجابت، م. بررسی روند تغییرات دمای ایستگاه همدید شیراز به روش آماری من کندال، نشریه جغرافیای طبیعی، ۱۳۹۴.

[9] علی‌پور نصیر محله، ف.، صنمی، ف.، تقوی، ج. بررسی روند تغییرات بارش سالانه استان مازندران به روش من کندال، چهارمین کنفرانس ملی هیدرولوژی ایران، ۱۴۰۱.

- [10] مزیدی، ا.، طوفانی، ه. بررسی روند تغییرات دما و بارش همدید ارومیه به روش من کندال، جغرافیا و روابط انسانی، ۱۴۰۰.
- [11] نساجی‌زواره، م.، قرمزچشمه، ب. بررسی تغییرات زمانی مکانی مقادیر حدی بارش روزانه (ناحیه شمال و غرب ایران)، مجله علمی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، ۱۴۰۱.
- [12] بختیاری، ب.، پورموسوی، ش.، سیاری، ن. بررسی اثر تغییر اقلیم بر منحنی شدت-مدت-فراوانی بارش ایستگاه بابلسر در طی دوره‌ی زمانی ۲۰۱۱-۲۰۳۰. نشریه آبیاری و زهکشی، ۱۳۹۳.
- [13] Takeuchi K, Ishidaira H. Monitoring Trend Step Changes Japanese in Precipitation. Journal of hydrology, 2003.
- [14] Bihrat O, Mehmetcik B. The Power of Statistical Tests for Trend Detection, Turkish J. Eng. Env, 2003.
- [15] Mann HB. 1945. Nonparametric tests against trend. Econometrica. <https://doi.org/10.2307/1907187>
Kendall MG. 1975. Rank correlation methods. Griffin. London.
- [16] احمدی، م.، لشکری، ح.، کیخسروی، ق.، آزادی، م. تحلیل شاخص‌های حدی دما در آشکارسازی تغییر اقلیم خراسان بزرگ، جغرافیا، ۱۳۹۴.
- [17] زند، م.، میری، م.، کوثری، م. آشکارسازی تغییر اقلیم در استان لرستان با استفاده از شاخص‌های حدی، ۱۴۰۲.
- [18] حجازی‌زاده، ز.، زارعی، ش.، صیاد، و. بررسی چشم‌انداز تغییرات شاخص‌های حدی دما و بارش در استان کردستان بر اساس سناریوی‌های واداشت تابشی (RCP)، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۴۰۲.
- [19] محمدی، ح.، عزیزی، ق.، خوش‌اخلاق، ف.، رنجبر، ف. تحلیل روند شاخص‌های حدی بارش روزانه در ایران. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۱۳۹۶.



انجمن علمی سیستم‌های
سطوح آبگیر باران ایران

دوازدهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

Investigating the process of climate change using limit temperature and precipitation indices in Babolsar

Mehrnaz Yahyazadeh Berent¹, Sahar abdollahi²

1- Ph.D Student, Department of Natural Resources Engineering, Faculty of Agricultural and Natural
Resources Engineering, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.

2- Ph.D Student, Department of Natural Resources Engineering, Faculty of Agricultural and Natural
Resources Engineering, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.

Abstract

Iran is a developing country and naturally, changes in climatic parameters such as temperature, humidity and precipitation can result in the growth of urbanization, increase in population, changes in land use, pollution and surface heating in cities. In this research, the trend of temperature and precipitation threshold changes during the statistical period from 1966 to 2015 was investigated using the Mann-Kendall test. According to the results of Kendall's Mann-Kendall test, trend changes were significant only in two indices, FD and TNx. In the case of precipitation indicators, half of them had no trend and the other half had a significant trend, especially in the case of two indicators, CDD and CWD, where the trend changes were at the same rate and in the opposite direction, so it can be concluded that the studied area is facing the trend of drought. Is. Considering that Babolsar city is the hub of agriculture and natural resources of the country, therefore, the two parts of changes in rainfall and river discharge should be done by the relevant units in order to properly manage water resources.

Key words: Mann-Kendall test, Pettit test, drought, precipitation and runoff changes, Hydroclimatic.