

تغییرات اقلیمی در بوم با استفاده از شاخص‌های حدی

بهنام محمدپور^۱

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

b.mohammadpoor.phd@hormozgan.ac.ir

چکیده

اثرات تغییر اقلیم می‌تواند تقاضای آب در بخش کشاورزی را تحت تأثیر قرار دهد، بنابراین بررسی این موضوع می‌تواند کمک شایانی در جهت مدیریت بهینه منابع آب باشد. در این پژوهش تغییرات شاخص‌های حدی بارش و دما طی دوره آماری ۱۹۶۶ تا ۲۰۱۵ در شهر بوم مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج حاصل از آزمون من‌کندال، هیچ یک از شاخص‌های بارش روند معنی‌داری را نشان ندادند اما در میان شاخص‌های دمایی ۵ شاخص (FD, SU, TX90p, TNn, TN10p) تغییرات معنی‌داری را نشان دادند که این تغییرات در مورد دو شاخص FD, TN10p از نوع کاهشی و در مورد سه شاخص دیگر از نوع افزایشی بود. بنابراین نشانه‌هایی از روند افزایش دما در منطقه مشاهده می‌شود. لذا با توجه به اینکه بخش مهمی از اقتصاد منطقه به محصولات باغی خرما و فرآورده‌های آن اختصاص دارد و تغییرات دمایی اثر قابل توجهی بر زمان برداشت و کیفیت محصول دارد، باید مطالعات گسترده‌تر در زمینه تغییرات اقلیمی و همچنین در صورت امکان اقدامات مورد نیاز از سوی کارشناسان مربوطه صورت گیرد. واژه‌های کلیدی: آزمون من‌کندال، تست پتیت، شاخص‌های دمایی، تغییر روند

۱-مقدمه

تغییر اقلیم و اثرات این پدیده روی سیستم‌های گوناگون، در سال‌های اخیر در کشورهای مختلف، پژوهشگران زیادی را به بررسی و تحقیق در مورد این موضوع مهم تشویق نموده است. افزایش طول دوره رشد، افزایش دما و ذوب شدن یخ‌های قطبی و بالا آمدن سطح آب‌ها، کاهش بارش و خشکسالی‌های پیاپی و شدید، افزایش وقایع سیل، امواج گرمایی و کاهش امواج سرما به‌عنوان نشانه‌های تغییر اقلیم، مشکلات اقتصادی و اجتماعی فراوانی را در سرتاسر جهان باعث می‌شود. تغییر اقلیم ناشی از فعالیت‌های انسانی، علاوه بر تأثیر بر رواناب و دبی رودخانه‌ها، بر مقدار نیاز آبی گیاهان نیز تأثیر می‌گذارد. تغییر در تاریخ کاشت گیاهان، طول دوره رشد، میزان تبخیر و تعرق از سطح گیاهان و بارش موثر از جمله اثرات تغییر اقلیم است که می‌تواند تقاضای آب در بخش کشاورزی را تحت تأثیر قرار دهد (۱). به‌طور کلی وجود روند در سری‌های زمانی شاخص‌های آب و هواشناسی می‌تواند ناشی از تغییرات تدریجی طبیعی

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

و تغییر اقلیم و یا در اثر فعالیت‌های انسانی باشد (۲). نکته قابل توجه این است که وجود روند معنی‌داری در یک سری زمانی مربوط به بارش یا دما به تنهایی دلیلی قاطع بر وجود و وقوع تغییر اقلیم در یک منطقه نیست، اما وقوع آن را تقویت می‌کند (۳)، مطالعات ملی و بین‌المللی بسیاری در زمینه‌ی تغییرات اقلیمی صورت گرفته است. اوا بی و همکاران^۱ [4] روند در شاخص‌های فازهای بارش تحت گرمایش فعلی را طی دوره آماری ۱۹۶۶ تا ۲۰۲۰ ارزیابی کردند. یافته‌ها حاکی از آن بود که فازهای بارش به طور قابل توجهی به گرمایش فعلی واکنش نشان دادند. وانگ و همکاران^۲ [5] در کشور چین تغییرات شاخص‌های حدی بارش و دما طی سال‌های ۱۹۶۰-۲۰۱۶ را هدف پژوهش خود قرار دادند. یافته‌ها نشان داد، با افزایش طول جغرافیایی، شاخص‌های گرما و اکسترمال به طور معنی‌داری کاهش، در حالی که با افزایش طول جغرافیایی، روند گرمایش به طور معنی‌داری افزایش یافت و با افزایش ارتفاع، شاخص‌های گرما و شاخص‌های روزانه خارج از سطح دریا کاهش یافت. محمدادی و همکاران^۳ [6] تاثیر دمای روزانه و بارش شدید بر شاخص پوشش گیاهی در ایالت کاتسینا کشور نیجریه را با استفاده از مدل SDM بررسی کردند. نتایج نشان داد که مدل کاهش مقیاس آماری (SDSM) در پیش‌بینی دماهای حداکثر و حداقل همراه با بارندگی برای افق زمانی شبیه‌سازی عملکرد مطلوبی دارد و در ایالت کاتسینا، شاخص تفاوت نرمال شده گیاهی (NDVI)، بارش، Tmax، و Tmin، شاخص‌های دما و بارش شدید و شاخص‌های خشکسالی با موفقیت تنوع مکانی و زمانی را نشان دادند. اکبری و همکاران [7] طی پژوهشی تحلیل مطالعات تغییر اقلیم در ایران را بررسی کردند. طی نتایج بدست آمده، مهم‌ترین پیامد پدیده تغییر اقلیم در ایران افزایش فرین‌های جوی بوده که به طور کلی یا بازه زمانی - فضایی الگوهای آب‌وهوایی تغییر کرده است یا رخداد آن‌ها بیشتر یا کمتر از میانگین بوده است. اما بر اساس نتایج مطالعات مورد بررسی، پدیده‌های حدی مانند خشکسالی بیش از سایر پدیده‌ها تحت تأثیر تغییر اقلیم قرار گرفته‌اند. همچنین، تحقیقات نشان دادند که در ایران، به‌عنوان کشوری در حال توسعه، در مقایسه با اقتصادهای قدرتمند، تغییر اقلیم بیشتر به بروز مسائل اجتماعی و اقتصادی منجر شده است. کوزه‌گران و موسوی‌بایگانی [8] به بررسی روند رویدادهای حدی اقلیمی در شمال شرق ایران پرداختند. نتایج نشان داد، شاخص‌های حدی گرم روند افزایشی دارند که این روند برای شاخص‌هایی مانند روزهای تابستانی، تعداد شب‌های حارهای، روزها و شب‌های گرم معنادار بود. در حالی که شاخص‌های حدی سرد در دوره مورد مطالعه روند کاهشی دارند که نشان دهنده کاهش شدت و فراوانی رویدادها و روزها و شب‌های سرد است. بررسی روند سرعت باد حداکثر، نشان دهنده روند افزایشی آن در اغلب ایستگاه‌ها است. روند کاهشی و منفی بارش در بررسی همه شاخص‌های بارش در کلیه ایستگاه‌های مورد مطالعه، وجود داشت، هر چند تعداد کمی روند معنی‌دار در طول دوره مورد مطالعه مشاهده شد. تاجیک و همکاران [9] روند تغییرات دماهای فرین آینده ایران با استفاده از داده‌های CMIP5 را بررسی کردند. نتایج بیانگر افزایش تغییرات دمایی و به دنبال آن افزایش رخدادهای حدی به‌ویژه رخدادهای حدی

¹ Ewa B et al

² Mohammad Hadi et al

³ Zulfaqar et al

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

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

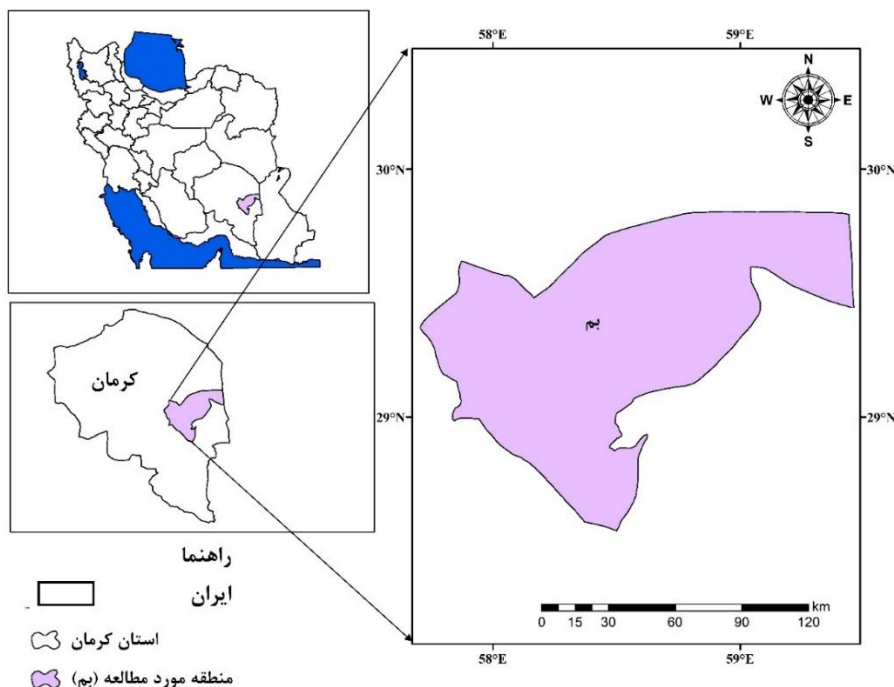
Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

گرم در حوزه‌های آب‌خیز اصلی ایران است. هدف از پژوهش حاضر بررسی روند تغییر اقلیم با استفاده از شاخص‌های حدی دما و بارش در شهرستان بم می‌باشد. با توجه به اینکه درصد زیادی از اقتصاد این شهرستان متکی به باغات و نخلستان‌های خرما است، لذا بررسی روند تغییر اقلیم که روی نیاز آبی یک منطقه اثرگذار است در این منطقه ضروری می‌باشد تا در صورت مشاهده روند خشک‌سالی تمهیدات لازم صورت پذیرد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

شهر بم از شهرهای استان کرمان است که در جنوب شرق و در فاصله ۱۹۰ کیلومتری از مرکز استان واقع شده است. مساحت آن ۱۹۳۷۴ کیلومترمربع و ۱۰۷۶ متر ارتفاع از سطح دریا است. طول آن ۵۸ درجه و ۲۱ دقیقه و ۴۲ ثانیه، عرض آن ۲۹ درجه و ۵ دقیقه و ۲۷ ثانیه است. شهر بم با توجه به داشتن باغات نخل فراوان از شهرهای توانمند اقتصادی منطقه محسوب می‌شود (۱۰).



شکل (۱) - موقعیت منطقه مورد مطالعه (بم)

۲-۲ شاخص‌های حدی

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

در پژوهش حاضر، به منظور بررسی تغییر اقلیم در شهر بم شاخص‌های حدی استاندارد ETCCDI^۱ شامل بارش و دما مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های مربوط به پارامتر دما و بارش طی دوره آماری ۱۹۶۶ تا ۲۰۱۵ آماده سازی گردید و در شاخص‌های حدی استاندارد ETCCDI، جهت مطالعه و تحلیل روند استخراج گردید، که شکل ۱ بیانگر توصیف این شاخص‌ها است.

شاخص‌های حدی

بارش

Rx1day: حداکثر بارش یک روزه
SDII: نمایه ساده شدت روزانه
R10mm: تعداد روزهای با مقدار بارش مساوی یا بیشتر ۱۰ میلی متر
R20mm: تعداد روزهای با مقدار بارش مساوی یا بیشتر ۲۰ میلی متر
Rnnmm: تعداد روزهای بارشی با مقدار تعریف شده از طرف کاربر
CDD: بیشترین تعداد روزهای متوالی که بارش روزانه کمتر از یک میلی متر دارند.
CWD: بیشترین تعداد روزهای متوالی که بارش روزانه مساوی یا بیشتر از یک میلی متر دارند.
R95pTOT: هنگامی که بارندگی کل سالانه بیشتر از صدک نود و پنجم باشد.
R99pTOT: هنگامی که بارندگی کل سالانه بیشتر از صدک نود و نه باشد.
RPCPTOT: مقدار کل بارش در روزهای تر

دما

FD: تعداد روزها با دمای (حداقل روزانه) $>$ از صفر درجه سانتی‌گراد
SU: تعداد روزها با دمای (حداکثر روزانه) $<$ از ۲۵ درجه سانتی‌گراد
TR: تعداد روزها با دمای (حداقل روزانه) $<$ از ۲۰ درجه سانتی‌گراد
TXx: بیشینه ماهانه دمای حداکثر روزانه
TNx: بیشینه ماهانه دمای حداقل روزانه
TXn: کمینه ماهانه دمای حداکثر روزانه
TNn: کمینه ماهانه دمای حداقل روزانه
TN10p: درصد روزهایی که دمای حداقل کمتر از صدک دهم باشد
TX10p: درصد روزهایی که دمای حداکثر کمتر از صدک دهم باشد
TN90p: درصد روزهایی که دمای حداقل بیشتر از صدک نودم باشد
TX90p: درصد روزهایی که دمای حداکثر بیشتر از صدک نودم باشد
DTR: اختلاف بین کمینه و بیشینه دما

شکل ۲: تعریف شاخص‌های حدی هیدرواقلیمی مورد استفاده در منطقه مورد مطالعه

۲-۴ تحلیل روند من کندانال و آزمون پتیت^۲

در این پژوهش جهت بررسی روند تغییرات شاخص‌های حدی بارش و دما از آزمون من کندانال استفاده شده است. آزمون من-کندانال یک تست غیرپارامتری آماری است که برای تجزیه و تحلیل روند استفاده می‌شود. آماره‌ی من-کندانال به ترتیب مقادیر مثبت یا منفی را به دنبال دارد که منجر به افزایش یا کاهش روند می‌شود. مراحل محاسبه

^۱ Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI)

^۲ 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

شامل محاسبه اختلاف بین تک تک 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 [13].

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

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

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

N تعداد داده X_i داده‌ها در سری زمانی و Z آماره تست استاندارد است. با توجه به آزمون آماری دوطرفه کای اسکوتر اگر $|Z| \geq \frac{0}{2}$ 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 هیدروکلیماتولوژیک X_i را در نظر بگیرید، که $i = 1, \dots, T$ 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:

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

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

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.

$$P_{OA} = 2 \exp \left(\frac{-K_T^3}{T^3} \right) \quad (7)$$

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

نام متغیر	مقدار آماره‌ی Z	P Value	نوع روند	K	P Value
FD	-2.58	0.0096	Decreasing trend	19	0.069
SU	2.47	0.013	Increasing trend	32	0.0005
ID	1.59	0.1	No Trend	48	1
TR	6.76	1.3	Increasing trend	29	9.12e-07
TXx	1.57	0.1	No Trend	32	0.08
TNx	3.98	6.695-e05	Increasing trend	28	0.0004
TXn	0.16	0.86	No Trend	5	1
TNn	2.50	0.012	Increasing trend	15	0.07
TN10p	-2.52	0.01	Decreasing trend	29	0.03
TX10p	-0.092	0.92	No Trend	6	0.64
TN90p	6.32	2.57	Increasing trend	22	3.28e-06
TX90p	3.15	0.0015	Increasing trend	22	0.016
DTR	-29.14	<2.2e-16	Decreasing trend	29	<2.2e-16

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

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

P Value	K	نوع روند	P Value	مقدار آماری Z	نام متغییر
0.14	32	No Trend	0.057	-1.90	RX1day
0.05	32	No Trend	0.06	-1.86	SDII
0.59	31	NoTrend	0.58	-0.55	R10mm
1	45	No Trend	0.88	-0.14	R20mm
1	45	No Trend	0.38	0.86	Rnnmm
0.05	32	No Trend	0.06	1.83	CDD
0.05	32	No Trend	0.008	-1.86	CWD
0.03	34	No Trend	0.08	-1.74	R95pTOT
1	21	No Trend	0.80	-0.24	R99pTOT
0.056	32	No Trend	0.06	-1.85	PRCPTOT

۴- نتیجه گیری

نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد، شاخص‌های دمایی (FD, TN10p, DTR) طی زمان روند کاهشی داشته‌اند، زیرا مقدار آماره Z در آن‌ها منفی و کوچک‌تر از ۱.۹۶ است. زیرا در صورتی که مقدار Z کمتر از منفی ۱.۹۶ باشد، روند تغییرات از نوع منفی و چنانچه بزرگتر از مثبت ۱.۹۶ باشد، تغییرات روند، مثبت و افزایشی را نشان می‌دهند. طبق آزمون من‌کندال چنانچه مقدار Pvalue کمتر از ۰.۰۵ باشد تغییرات روند معنی‌دار است. بنابراین روند تغییرات معنی‌دار تنها مربوط به شاخص‌های (SU, TNn, TX90p, TN10p, FD) است زیرا طبق آزمون من‌کندال چنانچه مقدار Pvalue کمتر از ۰.۰۵ باشد می‌توان گفت تغییرات روند از نوع معنی‌دار است. در مورد شاخص‌های بارش طبق نتایج ارائه شده در جدول ۲ که مربوط به شاخص‌های بارش می‌باشد، تمامی شاخص‌ها بدون روند هستند زیرا طبق آزمون من‌کندال اگر مقدار آماره Z بین اعداد منفی ۱.۹۶ و مثبت ۱.۹۶ باشد، شاخص مربوطه بدون روند است. بنابراین شاخص‌های بارش نمی‌توانند نشانه‌ای از تغییر اقلیم در منطقه را ارائه دهند. اما تغییرات معنی‌دار شاخص‌های دمایی (SU, TNn, TX90p, TN10p) می‌تواند بیانگر وجود نشانه‌هایی از تغییر اقلیم در منطقه باشد. اما در مورد آزمون پتیت اگر مقدار Pvalue کمتر از ۰.۰۵ باشد، نقطه تغییرات در سال مشخص شده معنی‌دار می‌باشد. بنابراین با توجه به اینکه مقدار Pvalue برای شاخص‌های معنی‌دار (SU, TN10p, TX90p) کمتر از ۰.۰۵ است می‌توان گفت نقطه‌ی تغییرات برای شاخص‌های ذکر شده که بترتیب مربوط به سال‌های ۱۹۸۷، ۱۹۹۴، ۱۹۹۷ معنی‌دار می‌باشد. لذا با توجه به اینکه بخش مهمی از اقتصاد منطقه به محصولات باغی خرما و فرآورده‌های آن اختصاص دارد و تغییرات دمایی اثر قابل توجهی بر زمان برداشت و کیفیت محصول دارد، پیشنهاد می‌شود، مطالعات گسترده‌تر در زمینه‌ی تغییرات اقلیمی و همچنین در صورت امکان اقدامات مورد نیاز از سوی کارشناسان مربوطه صورت گیرد.

۵- منابع

- [1] رمضانی پور، م. پیش بینی اثر تغییر آب و هوایی بر شاخص‌های اقلیم-کشاورزی و عملکرد برنج مطالعه موردی: مناطق شمال ایران، نشریه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۲۰۱۹.
- [2] Brooks, C. E. P, & Carruthers, N. Handbook of statistical methods in meteorology. Handbook of statistical methods in meteorology, 1953.
- [3] Serrano, A. García, J. Mateos, V. L. Cancillo, M. L. & Garrido, J. Monthly modes of variation of precipitation over the Iberian Peninsula. Journal of Climate, 1999.
- [4] Ewa B, L. Lukasz, M. Trends in the indices of precipitation phases under current warming in Poland, 1966e2020, Advances in Climate change Reserch, 2023.
- [5] Wang, X. Li Y. Wan g, M. Li Y., Gong X., Chen Y., Chen Y. and Cao W. Changes in daily extreme temperature and precipitation events in mainland China from 1960 to 2016 under global warming International . Journal of Climatology , 2021.
- [6] Mohammad Hadi, A. Ahmed, A. Mohd Yusoff, I. Samir ShehU, D. Zhang, J. Juha M, A. Modeling the influence of daily temperature and precipitation extreme indices on vegetation dynamics in Katsina State using statistical downscaling model (SDM), Ecological Indicators, 2023.
- [7] اکبری، م.، صیاد، و. تحلیل مطالعات تغییر اقلیم در ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۱۴۰۰.
- [8] کوزه‌گران، س.، موسوی بایگانی، م.، بررسی روند رویدادهای حدی اقلیمی در شمال شرق ایران، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۱۳۹۴.
- [9] تاجیک، ا.، سبزواری، آ.، برنا، ر. بررسی روند تغییرات دماهای فرین آینده با استفاده از داده‌های CMIP5، علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱۴۰۱.
- [10] حاجی‌نژاد، ع.، رمضان‌زاده لسیویی، م.، محمدی‌آباد، س.، محمودی، م. بررسی هویت شهری در فرآیند بازسازی بعد از زلزله (مطالعه موردی: شهر بم)، ۱۳۹۲.
- [11] Takeuchi K, Ishidaira H. Monitoring Trend Step Changes Japanese in Precipitation. Journal of hydrology, 2003.
- [12] Bihrat O, Mehmetcik B. The Power of Statistical Tests for Trend Detection, Turkish J. Eng. Env, 2003.
- [13] Mann HB.1945. Nonparametric tests against trend. Econometrica. <https://doi.org/10.2307/1907187>
Kendall MG. 1975. Rank correlation methods. Griffin. London



انجمن علمی سیستم‌های
سطوح آبگیر باران 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

دوازدهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

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

Climatic changes in Bam using extreme indicators

Behnam Mohammadpoor¹

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

Abstract

The effects of climate change can affect the water demand in the agricultural sector, so investigating this issue can be a great help in the optimal management of water resources. In this research, the changes in the threshold indices of precipitation and temperature during the statistical period from 1966 to 2015 in Bam city were investigated. According to the results of Mann-Kendall test, none of the precipitation indices showed a significant trend, but among the temperature indices, 5 indices (FD, SU, TX90p, TNn, TN10p) showed significant changes. It was of a decreasing type, and in the case of the other three indicators, it was of an increasing type. Therefore, there are signs of increasing temperature in the region. Therefore, considering that an important part of the region's economy is devoted to date garden products and its products, and temperature changes have a significant effect on the harvest time and product quality, there should be more extensive studies in the field of climate change and also, if possible, the measures required by concerned experts.

Key words: Mann-Kendall test, Pettit test, temperature indicators, trend change.