بررسی روند تغییرات پارامترهای اقلیمی در اقلیم نیمه خشک ایران

هادی دهقان[۱]، علی اسدی خروی[۱]، محمد نادریان فر[۱] ،علی اکبر عرب سلغار[۲]،اسماعیل مقبلی دامنه[۳]

Archive of SID

چکیده

در مناطق خشک و نیمه خشک مانند کشور ما عمده ترین عامل مصرف منابع آب تبخیر-تعرق می باشد.لذا آگاهی از تغییرات آن و سایر پارامترهای اقلیمی نقش موثری در برنامه ریزی،توسعه و مدیریت منابع آب ایفا می کند. در این پژوهش روند تغییرات درازمدت تبخیر وتعرق گیاه مرجع، دمای متوسط و بارندگی در مقیاس ماهانه مورد بررسی قرار گرفت.بدین منظور ابتدا کل ایستگاههای سینوپتیک ایران با استفاده از اقلیم دومارتن اقلیم بندی شد.تحقیق حاضر در اقلیم نیمه خشک ایران انجام شده است که در آن ۱٤ ایستگاه سینوپتیک با دوره آماربرداری حداقل ۳۰ ساله به سه روش کمترین مربعات خطا،من-کندال و والد-وولفوویتز مورد بررسی قرار گرفته است.تبخیر تعرق گیاه مرجع با استفاده از روش فائو پنمن مونتیث محاسبه شده است. نتایج بررسی در کل دوره آماری نشان داد که به طور متوسط برای پارامتر تبخیر تعرق ۲٤ درصد ایستگاهها روند مثبت،۲۹ درصد منفی و٤۷ درصد بدون روند می باشد.به طور مشابه برای پارامتر دما ۲۲ درصد ایستگاهها روند مثبت،۱٤ درصد روند منفی و٦٤ درصد فاقد روند می باشند. نتایج روند بارندگی نشان داد که بارندگی در اکثر ایستگاهها فاقد روند معنی داری می باشد. نتایج روش من-کندال به روش کمترین مربعات خطا بیشتر مطابقت دارد.با توجه به نتایج به دست آمده می توان اذعان کرد که برخی از مناطق در سال های آینده با افزایش دما و تبخیر تعرق روبرو خواهندبود.

کلید واژه : تبخیر تعرق،دما ،بارندگی،اقلیم نیمه خشک،روند زمانی ،ایران

۱- دانشجویان کارشناسی ارشد مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲-دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحدعلوم و تحقیقات
۳-کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی و مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت

www.SID.ir

مقدمه

تغییرات اقلیمی تاثیر زیادی بر چرخه هیدرولوژیکی و در نتیجه بر منابع آب،فراوانی و شدت خشکسالی و سیل،محیطهای طبیعی،جامعه و اقتصاد دارد.بی نظمی در منابع آب در هنگام خشکسالیها موجب خسارتهای اجتماعی و اقتصادی زیادی می گردد که اغلب جبران آن تا سالها به طول می انجامد.پدیده های عمده مرتبط با تغییر در ترکیب اتمسفر،مانند افزایش گازهای گلخانه ای در جو،تاثیر بسیار زیادی بر آب و هوا دارد.تقریبا سراسر کره زمین افزایش دما و تغییر در الگو بارندگی را در سده گذشته تجربه کرده و به نظر می رسد که این وضعیت در آینده نیز ادامه داشته باشد.چنین تغییراتی در آب و هوا ممکن است در بر گیرنده اثرات قابل توجه و ویژه ای بر چرخه هیدرولوژیکی باشد.[۲]در سالهای اخیر مطالعات متعددی بر روی روند تبخیر-تعرق گیاه مرجع و سایر پارامترهای اقلیمی انجام شده است.به طور کلی در مناطق مختلف پارامترهای اقلیمی روندهای متفاوتی از خود نشان می دهند و از توزیع خاصی پیروی نمی کنند.مطالعات انجام شده در سال۱۹۹۹ نشان داد که در دشت های مرکزی و جنوبی آمریکا،روند تبخیر و تعرق افزایشی و در دشت های شمالی کاهشی می باشد.همچنین بررسی روند در ماه های گرم و سرد انجام شدو مشاهده گردید که در ماههای گرم سال (تابستان)روند افزایشی و در ماههای سرد سال (زمستان)روند کاهشی داشته است.در این مطالعه رابطه معنی داری بین روند تبخیر-تعرق و بارندگی برقرار نگردید[نقل از قهرمان وهمکاران-۵].

مطالعات انجام شده در چین نشان داد که تبخیر-تعرق گیاه مرجع،برآورد شده توسط پنمن-مانتیث ،بین سالهای ۱۹۵٤ تا۱۹۹۳ در تمام فصول و برای تمام مناطق تحت مطالعه ،بجز چند منطقه خاص که استثناء می باشد،روند کاهشی داشته است[۸].در ایران نیز تحقیقات متعددی در زمینه روند پارامترهای اقلیمی انجام شده است[۲-۳-٤-۵-٦]

رضیئی وهمکاران[۲] در تحقیقی روند بارندگی سالانه را در مناطق خشک و نیمه خشک مرکزی وشرقی ایران مورد مطالعه و بررسی قرار دادند.نتایج نشان داد که نشانه ای از بروز تغییرات اقلیمی در منطقه مورد مطالعه وجود ندارد.نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که جنوب شرق کشور در سالهای اخیر با کمبود بارندگی و افزایش دما مواجه بوده است وبه ویژه بارندگی

Archive of SID
www.SID.ir

سالانه در این منطقه از کشور دارای روند کاهشی معنی داری می باشد.از این رو رویداد خشکسالیهای پیاپی در این منطقه را می توان به روند کاهشی بارش و افزایش دما نسبت داد.

شیرغلامی و همکاران[۳] در تحقیقی روند تبخیر-تعرق گیاه مرجع در ایران را بررسی کردند. نتایج روند تبخیر-تعرق گیاه مرجع در ایران نشان داد که در کل دوره آماری ۱۲ ٪ایستگاهها روند مثبت،۲٦ ٪روند منفی و بقیه فاقد روند معنی دار می باشد.در تحقیق دیگری از قهرمان و شیرغلامی[۵] روند تغییرات دمای متوسط سالانه مورد بررسی قرار گرفت.نتایج نشان دادکه در ۵۹ ٪ایستگاهها تغییرات دما دارای روند مثبت و در ٤۱ ٪دارای روند منفی می باشد.نتایج بررسی در دوره مشترک آماری(۱۹٦۸-۱۹۹۸)نشان دادکه در ٦۸ ٪ایستگاهها روند مثبت و در ۳۲ ٪روند منفی حاکم است.در این حالت و در سطح معنی داری ۵ درصد،٤٤ ،۱۵ و٤۱ درصد از ایستگاهها به ترتیب روند مثبت،منفی و بدون روند را از خود نشان دادند و در پایان چنین عنوان کردند که هر چند شیب خط روند درازمدت دمای متوسط سالانه در برخی از ایستگاه ها به لحاظ آماری معنی دار نشده است،ولی مثبت بودن این شیب بیانگر افزایش دما می باشد. کریم زاده و قهرمان[٦] روند تغییرات زمانی تبخیر-تعرق گیاه مرجع را طی دوره سی ساله ۱۹۷۰ تا۲۰۰۰ در ایستگاه سینوپتیک مشهدمورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که تبخیر-تعرق گیاه مرجع از سال ۱۹۸۱ روند افزایشی معنی داری را در سطح ۵ درصد دارا بوده است.چنین روندی برای کلیه ماه های سال نیز وجود داشته،ولی زمان شروع آن با یکدیگر تطابق کاملی نداشت.درجه حرارت از میان کلیه پارامترهای دخیل در تبخیر-تعرق ،به طور عمده روند افزایش معنی داری را از خود نشان داد.لیکن پارامترهای دیگر از روند مشخصی تبعیت نمی کردند.

در تحقیق دیگری قهرمان و تقواییان[٤] روند تغییرات بارندگی سالانه را در۳۰ ایستگاه سینوپتیک ایران مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد با در نظر گرفتن کل طول دوره آماری در سطح ۹۵٪ هفت ایستگاه روند منفی و شش ایستگاه روند مثبت داشتند. با تغییر طول دوره آماری به آخرین ٤۰ سال، در سطح ۹۵٪ هشت ایستگاه روند مثبت چهار ایستگاه روند منفی!داشتند. با کاهش طول دوره آماری به آخرین ۳۰ سال، در ایستگاه های کمتری روند مشاهده شد. نتایج نشان داد که در تمام حالات، روند به میزان بارندگی سالانه بستگی ندارد اما در مورد طول دوره آماری، روند رفتار متفاوتی را

Archive of SID
www.SID.ir

نشان داد. با توجه به این که ایران عمدتا در منطقه خشک و نیمه خشک جهان قرار گرفته است، هدف از این تحقیق بررسی تغییرات و روند احتمالی متغیرهای اقلیمی و تبخیر و تعرق در مقیاس ماهانه در اقلیم نیمه خشک ایران می‌باشد.

مواد و روش ها

۲-۱-تعریف روند ومحاسبه آن

به منظور بررسی وجود روند در یک سری زمانی از روشهای متعدد آماری می توان استفاده کرد.گرچه از آنالیز رگرسیون به روش کمترین مربعات خطا در بررسی روند پارامترهای اقلیمی به مقدار بیشتری استفاده شده است،در این تحقیق از دو روش متفاوت دیگر هم استفاده شده است تا حساسیت نتایج نسبت به روش انتخابی نیز مورد بررسی قرار گیرد.با این وجود باید توجه نمود که این روشها طبقه بندی شده نیستند و برای استفاده از آنها پیش شرطهایی در مراجع آورده نشده است.از آنجایی که روش شیب خط در تحقیقات گسترده تر است ،در این تحقیق به طور عمده براین روش متکی شده است و از دو روش دیگر نیز برای مقایسه استفاده شده است[۵].

۲-۲-آزمون کمترین مربعات خطا

به طور کلی در این روش عرض از مبدا و شیب خط رگرسیون را به وسیله حداقل نمودن خطا بین دو متغیر مستقل(زمان،X)و وابسته(مقدار پارامتر،Y)به دست می آورند و سپس آماره $t = b/s_b$ که در آن b عرض از مبدا خط برازش داده شده و s_bانحراف معیار داده ها (رابطه۱)است،تعریف می شود.

$$S_b^2 = \frac{S^2}{\sum (X - X_i)^2} \qquad (۱)$$

که در آن S^2از رابطه (۲) به دست می آید:

$$S^2 = \frac{\sum (Y - Y_i)^2}{(n-2)} \qquad (۲)$$

Archive of SID
www.SID.ir

فرضیه های صفر و مقابل به صورت زیر تعریف می شوند:

$$H_0 : b = 0, H_1 \neq 0 \quad (۳)$$

اگر قدر مطلق $t = b/S_b$ از $t_{1-\frac{\alpha}{2},n-2}$ از جدول t-student بزرگتر باشد،فرض H_0 رد خواهد شد،در این صورت شیب خط اختلاف معنی داری با صفر خواهد داشت و از آن به عنوان روند در سری زمانی یاد می شود. که یکی از شرایط اساسی استفاده از این آزمون این است که داده ها باید از تابع توزیعی تبعیت کنند که ابتدا از آزمون k.s یا آزمون نیکویی برازش گلموگروف–اسمرینوف استفاده کرده در صورتی که از تابع توزیع نرمال یا گامبل و... تبعیت کند می توان از روش کمترین مربعات خطا استفاده کرد.

۲-۳-آزمون من-کندال

اگر y_t سری مقادیر سالانه عامل مورد نظر(دما در این جا) به طوری که N t=۱,۲,… باشد(N تعداد سال های آماری است)،هر مقدار y'_t (به طوری که $t = t'+1, t'+2, ..., N$) مقایسه می شود و سری جدید Z_k با مقادیر ۱+، ۰ و ۱- به ترتیب در ازای $y_t \succ y'_t$ ، $y_t = y'_t$ و $y_t \prec y'_t$ ساخته می شود به طوری که در آن K از رابطه(٤) محاسبه می شود آماره من-کندال (U_c) از رابطه (٥) به دست می آید که در آن S مجموع کلیه Z_k ها)،V(S) پراش S (رابطه٦) بوده و مقدار m برحسب اینکه S منفی یا مثبت باشد،۱+یا۱- خواهد بود.

$$K = (t'-1)(2N-t')/2 + (t-t') \quad (٤)$$

$$u_c = \frac{S+m}{\sqrt{V(S)}} \quad (٥)$$

Archive of SID
www.SID.ir

$$V(S)=\frac{1}{18}\left[N(N-1)(2N+5)-\sum_{i=1}^{n}e_i(e_i-1)(2e_i+5)\right] \quad (٦)$$

که در آن n تعداد گروه های جفتی و e_i تعداد مشاهدات در iامین گروه می باشد.در این روش فرض می شودکه در ازای S=۰ آماره $U_c=0$ خواهد بود.سپس اگر $|U_c|\succ u_1-\alpha/2$ ،به طوری که $U_1-\alpha/2$ چندک $1-\alpha/2$ از توزیع نرمال استاندارد است،باشد فرض روند نمی تواند رد شود.

۲-٤-آزمون والد-وولفوویتز

برای یک سری به طول N (که $X_1,X_2,...,X_N$ است) آماره $R=\sum_{i=1}^{N-1}x_ix_{i+1}+x_1x_N$ در صورتی که اعضای نمونه مستقل باشند،از توزیع نرمال با میانگین وپراش زیر تبعیت می کند:

$$\overline{R}=(S_1^{\,2}-S_2)/(N-1) \quad (٧)$$

$$Var(R)=(S_2^{\,2}-S_4)/(N-1)-\overline{R}^2+(S_1^{\,4}-4S_1^{\,2}S_2+4S_1S_3+S_2^{\,2}-2S_4)/(N-1)(N-2) \quad (٨)$$

که در آن $S_r=Nm'_r$ و m'_r گشتاور r ام نمونه حول مبدا است.مقدار $u=\frac{R-\overline{R}}{\sqrt{V(R)}}$ از توزیع استاندارد (میانگین صفر و پراش یک) تبعیت می کند و برای آزمون فرضیه استقلال در سطح α می توان $|u|$ را با $u_{\frac{\alpha}{2}}$ متناظر با احتمال تجاوز $\alpha/2$ مقایسه نمود.

۲-٥-انتخاب ایستگاه

طول دوره آماری عامل بسیار مهمی در بررسی های آماری می باشد.به طوری که هر اندازه طول دوره آماری بیشتر ودر واقع آمار طولانی مدت از یک پارامتر در اختیار باشد،تجزیه و تحلیل انجام شده از دقت و اعتبار بیشتری برخوردار خواهد

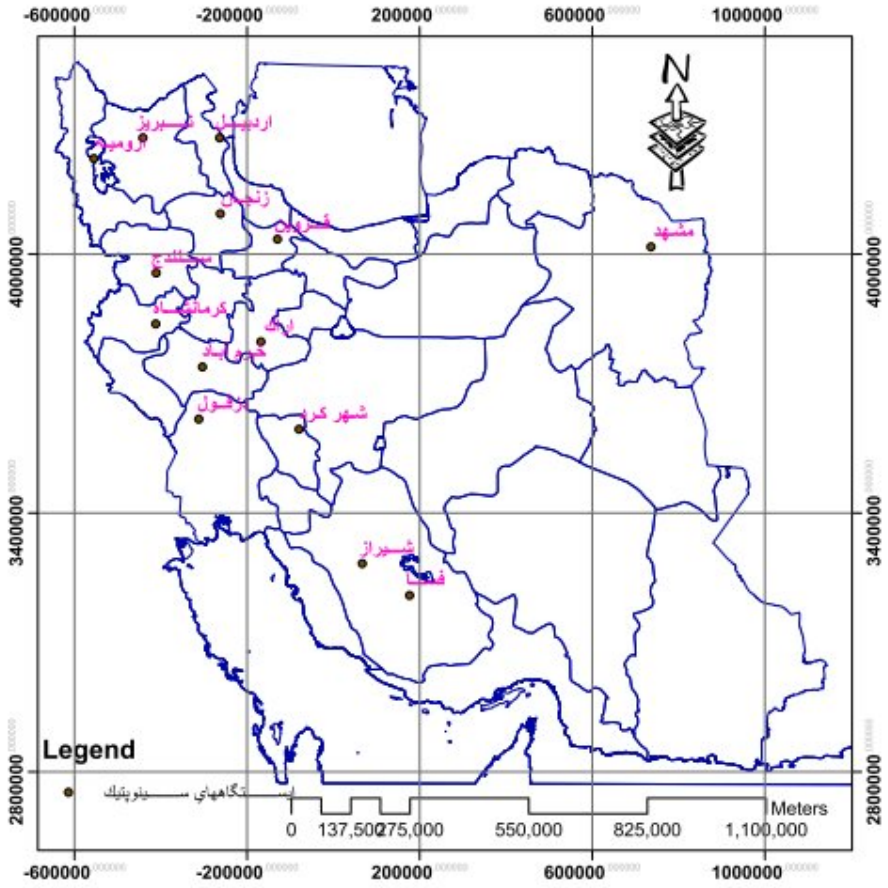
Archive of SID
www.SID.ir

بود.ایستگاههای سینوپتیک در ایران در مقایسه با ایستگاههای کلیماتولوژی از طول دوره آماری بیشتری برخوردارند.بنابراین نخست کلیه ایستگاه های سینوپتیک از سایت سازمان هواشناسی کشور اخذ شد.بر اساس آمار ارائه شده تعداد کل ایستگاههای سینوپتیک ۱۶۰ ایستگاه می باشد.دوره آماری این ایستگاهها با هم یکسان نبوده و به طور کلی بین ۱۰ تا ۵۳ سال (مختوم به سال۲۰۰۵ که جمع آوری آمار مقدور بود)متغیر است.به طور مسلم بررسی روند با طول دوره آماری کم قابل اعتماد نمی باشد،از این رو حداقل طول دوره آماری ۳۰ سال انتخاب شد.این دوره در بررسی های اقلیم شناسی نیز غالبا مورد توجه است.بنابراین از میان کلیه ایستگاههای سینوپتیک ،تعداد۱٤ ایستگاه که دارای شرایط مذکور و در اقلیم نیمه خشک(اقلیم بندی دومارتن) بودند انتخاب گردید.خلاء داده ها در بعضی از ایستگاهها با استفاده از ایستگاههای مجاور به روش تفاضلها برای بارندگی و نسبتها برای سایر پارامترهابرطرف شده است.این ایستگاهها در شکل(۱) نشان داده شده است.

۲-٦-محاسبه روند

به منظور محاسبه روند دراز مدت پارامتر های هواشناسی ،نخست دمای متوسط ماهانه از متوسط گیری بین دمای حداقل و حداکثر ماهانه به دست آمد.تبخیر تعرق ماهانه نیز با استفاده از روش فائو پنمن مانتیث که یکی از روشهای معتبر تخمین تبخیر تعرق می باشد،محاسبه شده است[۱].به منظور انجام آزمون روند کلیه آزمونها در محیط مطلب برنامه نویسی شد و کلیه برنامه ها پس از نوشتن مورد واسنجی قرار گرفت و سپس شیب خط و عرض از مبدا خطی که با روش کمترین مربعات خطا به دست آمده بود،معین گردید.به منظور انجام آزمون معنی دار بودن شیب خط با عدد صفر ،یا آزمون روند آماره t (معادله $t = \frac{b}{S_b}$) محاسبه گردید.آزمون روند یا معنی دار بودن تفاوت شیب خط با صفر برای کل دوره آماری از سالی که ایستگاه مورد نظر دارای آمار می باشد تا سال۲۰۰۵ در نظر گرفته شده است.در این تحقیق از نرم افزارهایMINITAB، MATLAB و Excel استفاده شده است

Archive of SID
www.SID.ir



شکل(۱) -ایستگاههای سینوپتیک مورد مطالعه در اقلیم نیمه خشک ایران

نتایج وبحث

۳-۱-تبخیر وتعرق گیاه مرجع

به طور کلی نتایج روند تبخیر و تعرق در اقلیم نیمه خشک نشان داد که تبخیر و تعرق در اکثر ماهها دارای روند یکسانی می باشد.به عنوان مثال روند تبخیر وتعرق در ماههای فوریه ،جون ،جولای وآگوست کاملا مشابه ویکسان می باشد. نتایج نشان داد از مجموع ۱٤ ایستگاه تحت بررسی درماه ژانویه ۵ ایستگاه شیب خط مثبت و در ۹ ایستگاه منفی، درماه فوریه ۷ ایستگاه

www.SID.ir

شیب خط مثبت و در ۷ ایستگاه منفی، درماه مارس ۵ ایستگاه شیب خط مثبت و در ۹ ایستگاه منفی، درماه آوریل ٦ ایستگاه شیب خط مثبت و در ۸ ایستگاه منفی، درماه می ۹ ایستگاه شیب خط مثبت و در ۵ ایستگاه منفی، درماه ژانویه ۷ ایستگاه شیب خط مثبت و در ۷ ایستگاه منفی، درماه جولای ۷ ایستگاه شیب خط مثبت و در ۷ ایستگاه منفی، درماه آگوست ۷ ایستگاه شیب خط مثبت و در ۷ ایستگاه منفی، درماه سپتامبر٦ایستگاه شیب خط مثبت و در ۸ ایستگاه منفی، درماه اکتبر ٦ ایستگاه شیب خط مثبت و در ۸ ایستگاه منفی، درماه نوامبر ۵ ایستگاه شیب خط مثبت و در ۹ ایستگاه منفی، درماه دسامبر ۵ ایستگاه شیب خط مثبت و در ۹ ایستگاه منفی می باشد.بالاترین روند مثبت ماه می(٦٤ ٪) و بالاترین روند منفی ماههای ژانویه ،نوامبر ودسامبر (٦٤ ٪)را دارا می باشند.شیب خط روند درازمدت تبخیر و تعرق در ماه سپتامبر به عنوان نمونه در ایستگاههای سینوپتیک مورد بررسی در جدول(۲)ارائه شده است. چنانچه معنی دار بودن شیب ها مد نظر قرار گیرد،نتایج متفاوت خواهد بود.به عنوان مثال در ماه سپتامبراز مجموع ١٤ ایستگاه مورد مطالعه در کل دوره آماری،٦ ایستگاه(٤٣ ٪) فاقد روند معنی داری در سطح ۵ درصد می باشد.اما۸ ایستگاه باقی مانده(۵۷ ٪) روند معنی داری از خود نشان دادند.به طوری که در ۳ ایستگاه(۲۱ ٪) روند مثبت ودر۵ ایستگاه(۳٦ ٪) روند منفی می باشد.جهت پرهیز از اطاله کلام نتایج مربوط به درصد روند تبخیر و تعرق در ماههای مختلف در جدول(۳) خلاصه شده است.بیشترین روند معنی داری مثبت در ماههای فوریه وجولای (۳٦ ٪) وکمترین آن در ماههای آوریل ومی(١٤ ٪)مشاهده شده است.بیشترین روند معنی داری منفی در ماههای آگوست ،سپتامبر ،نوامبر ودسامبر (۳٦ ٪)و کمترین آن در ماههای ژانویه ،می وجون (۲۱ ٪) وجود دارد.

۳-۲-دما

شیب خط روند درازمدت دمای متوسط در ماه سپتامبر به عنوان نمونه در ایستگاههای سینوپتیک مورد بررسی در جدول(٤) ارائه شده است. نتایج نشان داد از مجموع ١٤ ایستگاه تحت بررسی درماه سپتامبر ۵ ایستگاه(۳٦ ٪) شیب خط مثبت و در ۹ ایستگاه منفی(٦٤ ٪) می باشد.بیشترین شیب مثبت در ماههای آوریل ودسامبر (۱۰ ایستگاه) وکمترین آن در ماه

Archive of SID
www.SID.ir

سپتامبر (۵ ایستگاه)دیده شد.بیشترین شیب منفی در ماه سپتامبر (۹ ایستگاه) وکمترین آن در ماههای آوریل ودسامبر (٤ ایستگاه) مشاهده شده است.

جدول(۲):شیب خط روند دراز مدت تبخیر وتعرق در ماه سپتامبر در کل دوره آماری در ایستگاههای سینوپتیک مورد مطالعه در اقلیم نیمه خشک ایران

ایستگاه	شیب	ایستگاه	شیب
فسا	-۰/۰۳*	شهر کرد	۰/۰۰٦*
مشهد	-۰/۰۰۲	زنجان	۰/۰۱*
دزفول	-۰/۰۳*	اردبیل	۰/۰۰۰۸
شیراز	-۰/۰۰۸	ارومیه	۰/۰۰۹*
تبریز	-۰/۰۱*	سنندج	-۰/۰۱
قزوین	-۰/۰۲*	کرمانشاه	-۰/۰۱*
اراک	۰/۰۰۸	خرم آباد	۰/۰۰۱

* :معنی دار در سطح ۵ درصد

جدول(۳):درصد روند تغییرات تبخیر وتعرق ماهانه در ایستگاههای سینوپتیک مورد مطالعه در اقلیم نیمه خشک ایران

روش روند یابی	والد-ولفویتز			من کندال			مربعات خطا		
ماههای سال	مثبت	منفی	بدون روند	مثبت	منفی	بدون روند	مثبت	منفی	بدون روند
ژانویه	۸٦	۰	۱٤	۲۱	۲۱	٥٦	۲۱	۲۱	٥۸
فوریه	۷۱	۰	۲۹	۳٦	۲۸	۳٦	۳٦	۲۸	۳٦
مارس	۷۹	۰	۲۱	۲۱	٤۳	۳٦	۲۱	۲۹	٥۰
آوریل	۹۳	۰	۷	۱٤	۲۸	٥۸	۱٤	۲۹	٥۷
می	۹۳	۰	۷	۱٤	۲۲	٦٤	۱٤	۲۱	٦٥

Archive of SID
www.SID.ir

جون	۱۰۰	۰	۰	۲۹	۲۱	۵۰	۲۹	۲۱	۵۰
جولای	۹۳	۰	۷	۲۱	۲۹	۵۰	۳۶	۲۹	۳۵
آگوست	۱۰۰	۰	۰	۲۱	۴۳	۳۶	۲۱	۳۶	۴۳
سپتامبر	۹۳	۰	۷	۱۴	۴۳	۴۳	۲۱	۳۶	۴۳
اکتبر	۷۹	۰	۲۱	۱۴	۳۶	۵۰	۲۱	۲۹	۵۰
نوامبر	۸۶	۰	۱۴	۱۴	۳۶	۵۰	۲۱	۳۶	۴۳
دسامبر	۹۳	۰	۷	۲۸	۳۶	۳۶	۲۹	۳۶	۳۵

از لحاظ معنی دار بودن شیب خط روند دراز مدت دما در کل دوره آماری به عنوان نمونه در ماه سپتامبر در سطح ۵ درصد ٤ ایستگاه(۲۹ ٪) روند مثبت،۳ ایستگاه(۲۱ ٪) روند منفی و۷ ایستگاه(۵۰٪) بدون روند می باشد. نتایج مربوط به درصد روند دمای متوسط در ماههای مختلف در جدول(۵)خلاصه شده است.همان طور که در جدول مشاهده می شود بیشترین روند معنی داری مثبت در ماه آوریل (٤۳ ٪) وکمترین آن در ماههای ژانویه ،فوریه ومارس(۰ ٪)مشاهده شده است.بیشترین روند معنی داری منفی در ماههای می واکتبر (۲۹ ٪)و کمترین آن در ماههای ژانویه ، فوریه ،آوریل ودسامبر (۰ ٪) وجود دارد.از آنجایی که دمای متوسط یکی از پارامترهای مهم در محاسبه تبخیر وتعرق گیاه مرجع می باشد،افزایش آن باعث افزایش تبخیر و تعرق نیز می شود.

۳-۳-بارندگی

به طور کلی نتایج حاصل از روند تغییرات دراز مدت بارندگی ماهانه در کل دوره آماری نشان داد که در اکثر ایستگاهها بارندگی فاقد روند معنی دار خاصی می باشد. شیب خط روند درازمدت بارندگی در ماه سپتامبر به عنوان نمونه در ایستگاههای سینوپتیک مورد بررسی در جدول(٦) ارائه شده است. نتایج نشان داد از مجموع ١٤ ایستگاه تحت بررسی درماه سپتامبر ۷ ایستگاه(۵۰ ٪) شیب خط مثبت و در ۷ ایستگاه منفی(۵۰ ٪) می باشد.بیشترین شیب مثبت در ماه دسامبر (۱۱ ایستگاه) وکمترین آن در ماه آوریل(۰ایستگاه)دیده شد.بیشترین شیب منفی در ماه آوریل (١٤ ایستگاه) وکمترین آن در ماه

Archive of SID
www.SID.ir

دسامبر (۳ ایستگاه) مشاهده شده است.این نتایج نشان می دهد که در ماه آوریل بارندگی در همه ایستگاهها روند کاهشی داشته است.

چنانجه معنی دار بودن شیب ها مد نظر قرار گیرد،نتایج متفاوت خواهد بود.به عنوان مثال در ماه سپتامبر در کل دوره آماری،همه ایستگاهها(۱۰۰ ٪) فاقد روند معنی داری در سطح ۵ درصد می باشد. نتایج مربوط به درصد روند بارندگی در ماههای مختلف در جدول(۷) خلاصه شده است.از لحاظ روند معنی داری مثبت همه ماههابه جز مارس (۷ ٪) وجولای (۱٤ ٪) فاقد روند معنی داری می باشند. از لحاظ روند معنی داری منفی همه ماههابه جز ژانویه ،فوریه وآوریل(۱٤ ٪) ومارس،دسامبر (۷ ٪) فاقد روند معنی داری می باشند.

جدول(٤):شیب خط روند دراز مدت دما در ماه سپتامبر در کل دوره آماری در ایستگاههای سینوپتیک مورد مطالعه در اقلیم نیمه خشک ایران

ایستگاه	شیب	ایستگاه	شیب
فسا	۰/۰ ۲ –	شهر کرد	۰/۰۲* –
مشهد	۰/۰ ٤*	زنجان	۰/۰۱ –
دزفول	۰/ ۰۰٤	اردبیل	۰/۰۳ –
شیراز	۰/۰ ۳*	ارومیه	۰/۰٤* –
تبریز	۰/۰ ۳*	سنندج	۰/۰ ۱ –
قزوین	۰/۰۰ ۱ –	کرمانشاه	۰/۰ ۳*
اراک	۰/۰۰۵ –	خرم آباد	۰/۰٤* –

* :معنی دار در سطح ۵ درصد

جدول(۵):درصد روند تغییرات دمای متوسط ماهانه در ایستگاههای سینوپتیک مورد مطالعه در اقلیم نیمه خشک ایران

Archive of SID
www.SID.ir

روش روند یابی	والد–ولفویتز			من کندال			مربعات خطا		
ماههای سال	مثبت	منفی	بدون روند	مثبت	منفی	بدون روند	مثبت	منفی	بدون روند
ژانویه	۷	۰	۹۳	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰
فوریه	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰
مارس	۷	۰	۹۳	۰	۷	۹۳	۰	۷	۹۳
آوریل	۱٤	۰	۸٦	٤۳	۰	۵۷	٤۳	۰	۵۷
می	٤۳	۰	۵۷	۲۹	۲۹	٤۲	۲۹	۲۹	٤۲
جون	۹۳	۰	۷	۲۹	۲۱	۵۰	۲۹	۲۱	۵۰
جولای	۷۱	۰	۲۹	۲۹	۱٤	۵۷	۲۹	۲۱	۵۰
آگوست	۸٦	۰	۱٤	۲۹	۲۱	۵۰	۲۹	۲۱	۵۰
سپتامبر	۷۱	۰	۲۹	۲۹	۲۱	۵۰	۲۹	۲۱	۵۰
اکتبر	۷۱	۰	۲۹	۲۹	۱٤	۵۷	۲۹	۲۹	٤۲
نوامبر	۱٤	۰	۸٦	۲۹	۲۱	۵۰	۲۱	۱٤	٦۵
دسامبر	۷	۰	۹۳	۲۱	۰	۷۹	۲۱	۰	۷۹

جدول(٦):شیب خط روند دراز مدت بارندگی در ماه سپتامبر در کل دوره آماری در ایستگاههای سینوپتیک مورد مطالعه در اقلیم نیمه خشک ایران

ایستگاه	شیب	ایستگاه	شیب
فسا	۰/۰۱	شهر کرد	۰/۰۰۳
مشهد	۰/۰٤	زنجان	-۰/۱
دزفول	۰	اردبیل	-۰/۱

Archive of SID

www.SID.ir

شیراز	۰/۰۰۰۲	ارومیه	-۰/۰۹
تبریز	-۰/۱	سنندج	۰/۰۰۰۵
قزوین	۰/۰۰۲	کرمانشاه	۰/۰۲
اراک	-۰/۰۰۷	خرم آباد	-۰/۰٤

* :معنی دار در سطح ۵ درصد

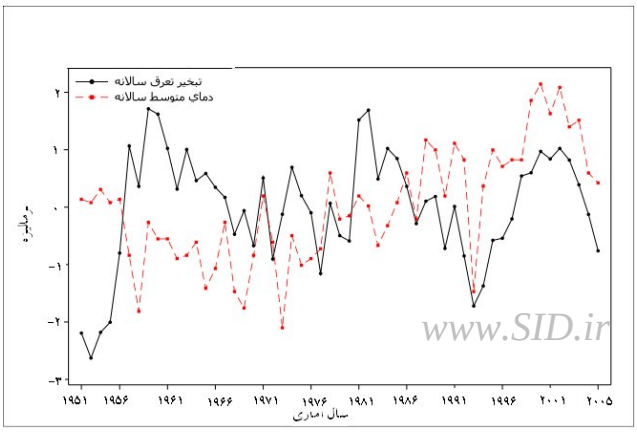
جدول(۷):درصد روند تغییرات بارندگی ماهانه در ایستگاههای سینوپتیک مورد مطالعه در اقلیم نیمه خشک ایران

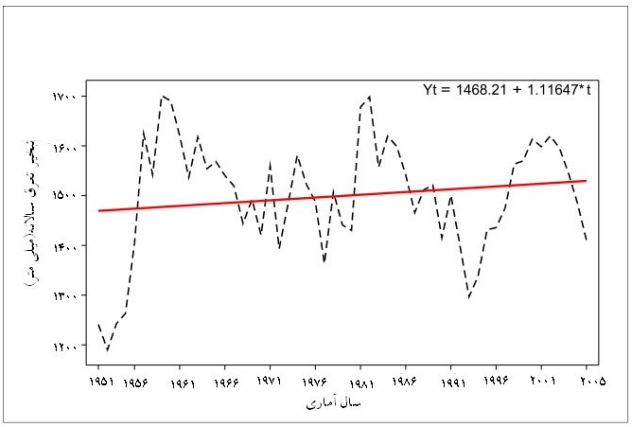
روش روند یابی	والد-ولفویتز			من کندال			مربعات خطا		
ماههای سال	مثبت	منفی	بدون روند	مثبت	منفی	بدون روند	مثبت	منفی	بدون روند
ژانویه	۷	۷	۸٦	۰	۰	۱۰۰	۰	۱٤	۸٦
فوریه	۰	۰	۱۰۰	۰	۷	۹۳	۰	۱٤	۸٦
مارس	۷	۰	۹۳	۷	۷	۸٦	۷	۷	۸٦
آوریل	۳٦	۰	٦٤	۰	۷	۹۳	۰	۱٤	۸٦
می	۷	۰	۹۳	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰
جون	۱٤	۰	۸٦	۷	۷	۸٦	۰	۰	۱۰۰
جولای	۷	۰	۹۳	۲۱	۰	۷۹	۱٤	۰	۸٦
آگوست	۲۹	۰	۷۱	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰
سپتامبر	۷	۰	۹۳	۷	۰	۹۳	۰	۰	۱۰۰
اکتبر	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰
نوامبر	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰
دسامبر	۷	۰	۹۳	۷	۰	۹۳	۰	۰	۹۳

Archive of SID
www.SID.ir

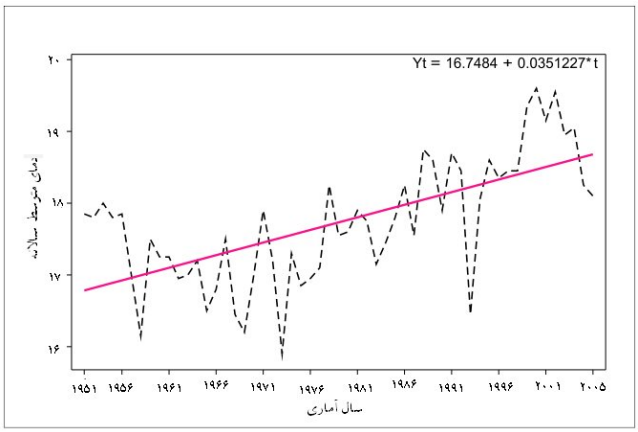
نتیجه گیری

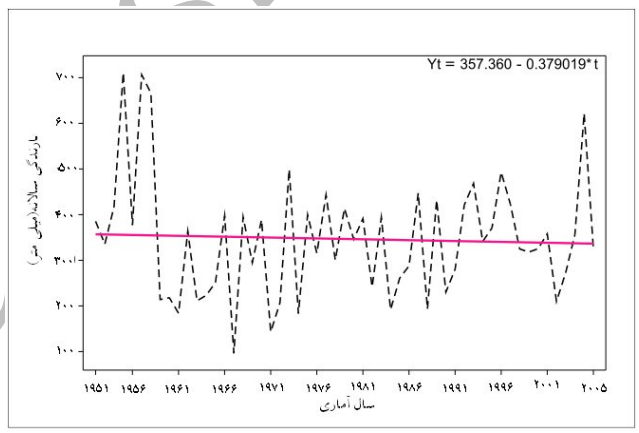
نتایج این مطالعه نشان داد روند افزایش دما و تبخیر تعرق گیاه مرجع در ماههای مختلف متفاوت است و هر چه از ماههای سرد سال به سمت ماههای گرم سال حرکت می کنیم دما و تبخیر تعرق روند افزایشی بیشتری نشان می دهند.به عنوان مثال برای پارامتر دمای متوسط ماهانه روند افزایش دما از ماه آوریل شروع و تا پایان دسامبر ادامه داردکه مطابق با اوایل فروردین تا انتهای آذرماه می باشد.با توجه به اینکه دراکثر ماهها شیب خط روند درازمدت دما و تبخیرتعرق مثبت می باشد چنین استنباط می شود که اکثر ایستگاهها ازدیاد درجه حرارت و تبخیر تعرق را نشان می دهند.دو روش از سه روش مورد بررسی (شیب خط و من-کندال)تقریبا نتایج یکدیگر را تایید کردند[۵].با توجه به اینکه نتایج روش والد-ولفویتز با دو روش دیگر هماهنگی نداشت،دلیلی مبتنی بر برتری یک روش نسبت به روش دیگر وجود ندارد.با توجه به اینکه در روشهای من-کندال و والد-ولفویتز طول دوره آماری بایستی پیوسته باشد و در اغلب کشورها داده های مفقود وجود دارد،روش کمترین مربعات خطا جهت محاسبه روند پارامترهای اقلیمی توصیه می شوددرانتها نمودارهای مربوط به روند سالانه تبخیر تعرق،دما و بارندگی سالانه در ایستگاه سینوپتیک شیراز به عنوان نمونه ارائه شده است.همانطور که مشاهده می شود دما و تبخیر تعرق روند افزایشی و بارندگی روند کاهشی داشته است. پیشنهاد می شود در تحقیقات بعدی تغییرات تبخیر تعرق گیاهان در مناطق مختلف ایران و با توجه به الگوی کشت و برای فصول زراعی انجام گیرد.





Archive of SID





شکل(۲)-تغییرات تبخیر تعرق گیاه مرجع،بارندگی و دمای متوسط سالانه در ایستگاه سینوپتیک شیراز

منابع

- علیزاده،ا. ۱۳۷۸.**رابطه آب و خاک وگیاه**.چاپ هشتم،دانشگاه امام رضا(ع)،٤٨١ صفحه.
- رضیئی،ط. دانش کار آراسته،پ. وثقفیان،ب.١٣٨٤ . **"بررسی روند بارندگی سالانه در مناطق خشک و نیمه خشک مرکزی ایران**،مجله آب و فاضلاب"،سال شانزدهم،شماره دوم،صفحه ۷۳ تا ۸۱.
- شیرغلامی،ه. ، قهرمان،ب. ،علیزاده،ا. ،وج،بداق جمالی. **"بررسی روند تبخیر تعرق گیاه مرجع در ایران"**،پژوهش نامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر"،سال دوم،شماره سوم،پائیز۱۳۸۳ ،صفحه۱۱ تا۲۷.

Archive of SID
www.SID.ir

قهرمان،ب. وتقواییان،ص.۱۳۸٦ . **"بررسی روند بارندگی سالانه در ایران"**،مجله بین المللی علوم وفنون کشاورزی،سال دهم،شماره ۹ ،صفحه ۹۳ تا۹۷ .

قهرمان،ب. وشیر غلامی،ه.۱۳۸٤ . **"بررسی روند تغییرات دمای متوسط سالانه در ایران"**،مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی،سال نهم،شماره اول،صفحه ۹ تا ۲۵.

کریم زاده مقدم،م. وب. قهرمان. **".نگرشی آماری بر افزایش تدریجی تبخیر-تعرق گیاه مرجع در مشهد و پیامدهای احتمالی آن"**.جلد دوم،مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راه کارهای مقابله با بحران آب،دانشگاه زابل،۱۸-۱۹ اسفند۱۳۸۰،صفحه ۹۵-۱۰۸.

Hobbins, M.T., J.A. Ramirez and C.T. Brown. ۱۹۹۹. *The complementary relationship on regional evapotraspiration: The CRAE Model and the advection-aridity approach*.Hydrology Days,۱۹:۱۹۹-۲۱۲

Thomas, A.۲۰۰۰, *Climatic changes in yield index and soil water deficit trends in China*.Agric.Forest.Meteorol.,۱۰۲:۷۱-۸۱.

Archive of SID

www.SID.ir