

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَعَلَى آلِ مُحَمَّدٍ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Ferdowsi University of
Mashhad

پژوهشکده اقلیم شناسی و تغییر اقلیم

Research Institute of Meteorology
and Atmospheric Science (RIMAS)



گزارش دوره فرصت مطالعاتی جامعه و صنعت

در

پژوهشکده اقلیم شناسی و تغییر اقلیم مشهد

سازمان هواشناسی کشور

وزارت راه و شهرسازی

2

ارائه دهنده: دکتر فرشته مدرسی

عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

دانشکده کشاورزی

گروه علوم و مهندسی آب



خلاصه فعالیت‌ها

- ❖ **موضوع فرصت مطالعاتی:** معرفی آزمون آماری جدید CETA برای تحلیل روند متغیرهای اقلیمی در سطوح ریسک متفاوت و بکارگیری آن برای متغیرهای اقلیمی
- ❖ **محل فعالیت:** پژوهشکده اقلیم‌شناسی و تغییر اقلیم مشهد وابسته به سازمان هواشناسی کشور
- ❖ **مدت زمان فرصت مطالعاتی:** یک سال به صورت نیمه وقت از تاریخ ۱۴۰۲/۰۷/۰۱ تا ۱۴۰۳/۰۷/۰۱.
- ❖ **اهم نتایج: ۱-** استخراج یک مقاله Q1 از نتایج کار که هم‌اکنون در مرحله دوم داوری است.
- ❖ **۲-** تعریف یک پروژه پایان‌نامه کارشناسی ارشد به صورت مشترک.
- ❖ شایان ذکر است که همکاری با پژوهشکده، به صورت پروژه‌های مشترک کارشناسی ارشد و دکتری ادامه خواهد داشت. اهم فعالیت‌های انجام شده در این دوره در اسلاید بعد ارائه شده است.



اهم فعالیت های انجام شده در دوره فرصت مطالعاتی

- ❖ معرفی آزمون روند جدید CETA برای بررسی روند موجود در متغیرهای اقلیمی در سطوح ریسک مختلف.
- ❖ شناسایی کمبودهای موجود در آزمون CETA و ارائه نسخه جدید اصلاح شده برای آن (MCETA) با برگزاری جلسات متعدد با ریاست و اعضای محترم هیئت علمی پژوهشکده اقلیم‌شناسی.
- ❖ شرکت در جلسات پژوهشکده در راستای آشنایی با موضوعات پژوهشی کاربردی مورد نیاز کشور.
- ❖ برگزاری جلسات متعدد با ریاست محترم پژوهشکده و تیم همکار ایشان و استقبال ایشان برای انجام پژوهش های مشترک کاربردی در قالب پایان نامه کارشناسی ارشد و رساله دکتری و در اختیار قرار دادن داده های مورد نیاز و امکانات سامانه ای پژوهشکده به دانشجویان برای انجام طرح های کاربردی.



مقدمه

5

- ❖ سازمان هواشناسی کشور متولی اصلی بررسی تغییرات آب و هوایی کشور و انجام پیش‌بینی‌های کوتاه مدت و بلندمدت متغیرهای اقلیمی می‌باشد.
- ❖ یکی از اهداف مهم این سازمان و پژوهشکده اقلیم‌شناسی وابسته به آن، شناسایی راهکارهای نوین برای بررسی دقیق‌تر تغییرات آب و هوایی و اقلیمی و افزایش دقت پیش‌بینی‌ها در راستای اعلام هشدارهای زودهنگام در زمینه حفاظت از محصولات کشاورزی، ایجاد ایمنی در حریم رودخانه‌ها، مدیریت سیلاب‌های شهری، مدیریت مصرف آب و انرژی و ... می‌باشد.
- ❖ تغییر اقلیم مهم‌ترین پدیده ایجادکننده ناهنجاری‌های نامتعارف (پیش از این رخ نداده است) در متغیرهای هواشناسی و هیدرولوژیکی نظیر دما و بارش می‌باشد.
- ❖ یکی از مهم‌ترین اثرات این پدیده، تغییر روند و بزرگی وقایع حدی متغیرهای هواشناسی و هیدرولوژیکی است.



مقدمه

6

- ❖ از این رو، ارزیابی روند موجود در داده های حدی هواشناسی و هیدرولوژیکی در سطوح ریسک متفاوت در ارائه هشدارهای مدیریتی حائز اهمیت است.
- ❖ با این وجود، در آزمون های آماری پارامتری و ناپارامتری، **روند کلی و متوسط** موجود در داده ها شناسایی می شود.
- ❖ این در حالی است که روند موجود در مقادیر بیشینه و کمینه داده ها که نشان دهنده تغییرات اصلی در شرایط اقلیمی است، با روند متوسط داده ها متفاوت بوده و توسط این آزمون ها به درستی شناسایی نمی شود.



اهمیت بکارگیری آزمون CETA

- ❖ بررسی روند داده‌ها توسط دو نوع آزمون آماری صورت می‌گیرد:
- ❖ آزمون‌های پارامتری: نظیر رگرسیون خطی (LR)
- ❖ آزمون‌های ناپارامتری: نظیر من-کندال (M-K test) (Mann, 1945; Kendall, 1975) و شیب شن (Sen' Slop) (Sen, 1968)
- ❖ در آزمون‌های تشخیص روند داده‌ها فرضیاتی وجود دارد که در بکارگیری آنها اغلب رعایت نشده و سبب ایجاد خطا در نتایج می‌گردد.



اهمیت بکارگیری آزمون CETA

❖ این فرضیات در آزمون‌ها عبارتند از:

❖ ۱- در آزمون‌های پارامتری تشخیص روند، فرض بر آن است که داده‌های مورد بررسی دارای **توزیع نرمال** باشند؛ این در حالی است که در اثر رخدادهایی نظیر تغییر اقلیم، اکثر سری‌های زمانی متغیرهای اقلیمی و آب و هوایی دارای مقادیر حدی می‌باشند و از این‌رو توزیع نرمال ندارند ولی اغلب بدون در نظرگیری این مورد، از این آزمون برای تشخیص روند استفاده می‌شود.

❖ ۲- با توجه به محدودیت بکارگیری آزمون پارامتری روند، استفاده از آزمون‌های ناپارامتری در تشخیص روند پرکاربردتر است؛ ولی در آزمون‌های ناپارامتری روند نظیر من-کندال که به‌طور گسترده از آن استفاده می‌شود، نیز فرض بر آن است که داده‌ها دارای **خودهمبستگی نباشند**؛ اما اغلب این شرط نیز رعایت نشده و از داده‌های خودهمبسته در این آزمون استفاده می‌شود و این امر سبب ایجاد خطا در تشخیص روند داده‌ها می‌گردد.



اهمیت بکارگیری آزمون CETA

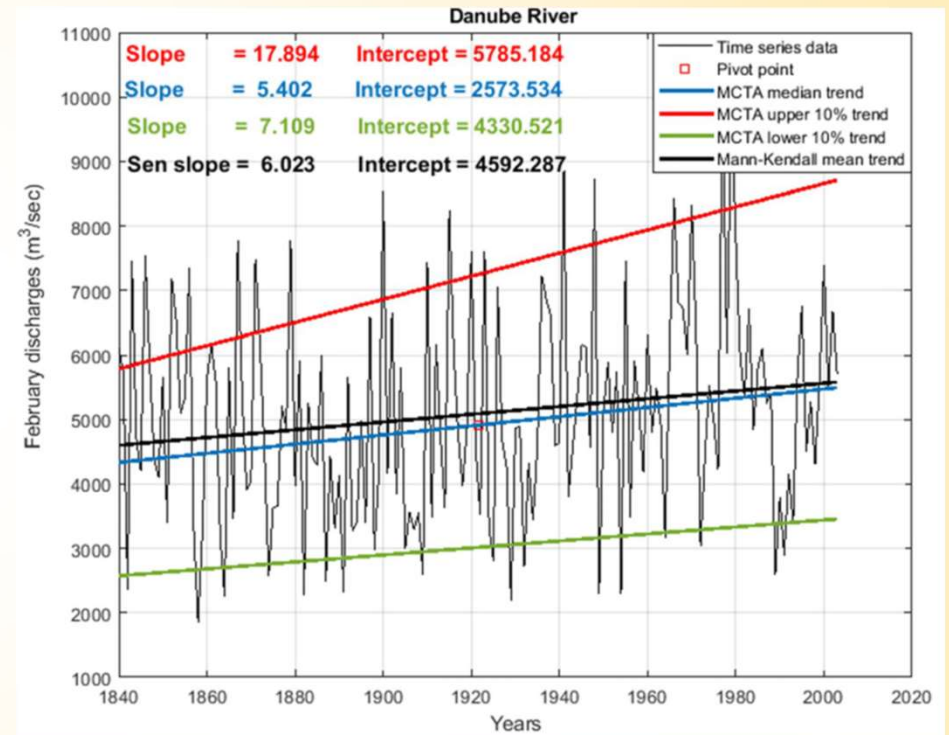
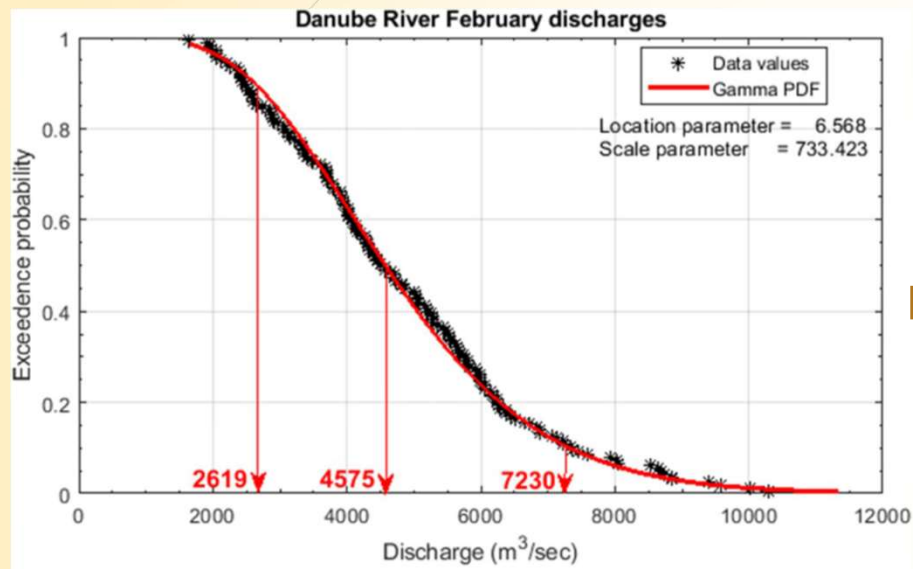
- ❖ این فرضیات در آزمون‌ها عبارتند از:
- ❖ ۳- در آزمون‌های پارامتری و ناپارامتری، **روند کلی و متوسط** موجود در داده‌ها شناسایی می‌شود؛ این در حالی است که روند موجود در مقادیر بیشینه و کمینه داده‌ها که نشان دهنده تغییرات اصلی در شرایط اقلیمی است با روند متوسط داده‌ها متفاوت بوده و توسط این آزمون‌ها به درستی شناسایی نمی‌شود.
- ❖ در تحقیقات پیشین، برای بررسی روند موجود در داده‌های حدی اقلیمی و مستقل سازی آنها از دو روش برای جداسازی داده‌های حدی به صورت زیر استفاده شده است که مقید به شرایطی هستند:
- ◀ **الف:** محاسبه سری‌های زمانی بیشینه یا کمینه از متغیر مورد نظر و محاسبه روند در آنها.
- ◀ **ب:** انتخاب مقادیری از متغیر که بزرگتر از یک حد آستانه هستند.



اهمیت بکارگیری آزمون CETA

- ❖ برای حل ضعف‌های موجود در آزمون‌های روند پیشین، Sen در سال ۲۰۲۲ آزمون ناپارامتری جدیدی با عنوان تحلیل روند تجربی متقاطع (**CETA: Crossing Empirical Trend Analysis**) را برای بررسی روند موجود در داده‌های اقلیمی در سطوح مختلف بدون جداکردن آنها بر اساس قوانین فوق ارائه کرد.
- ❖ در این آزمون، بجای انتخاب یک حد آستانه مشخص برای محاسبه روند داده‌های بالاتر یا پایین‌تر از آن، می‌توان روند داده‌های یک سری زمانی که در سطوح اطمینان مختلف قرار گرفته‌اند، را با بهره‌گیری از توزیع‌های احتمالاتی داده‌ها استخراج نمود.
- ❖ از مزایای این آزمون آن است که این آزمون فرض‌های محدود کننده آزمون‌های قبلی نظیر وجود توزیع نرمال در داده‌ها و یا عدم خود همبستگی داده‌ها را نیز ندارد.

آزمون CETA



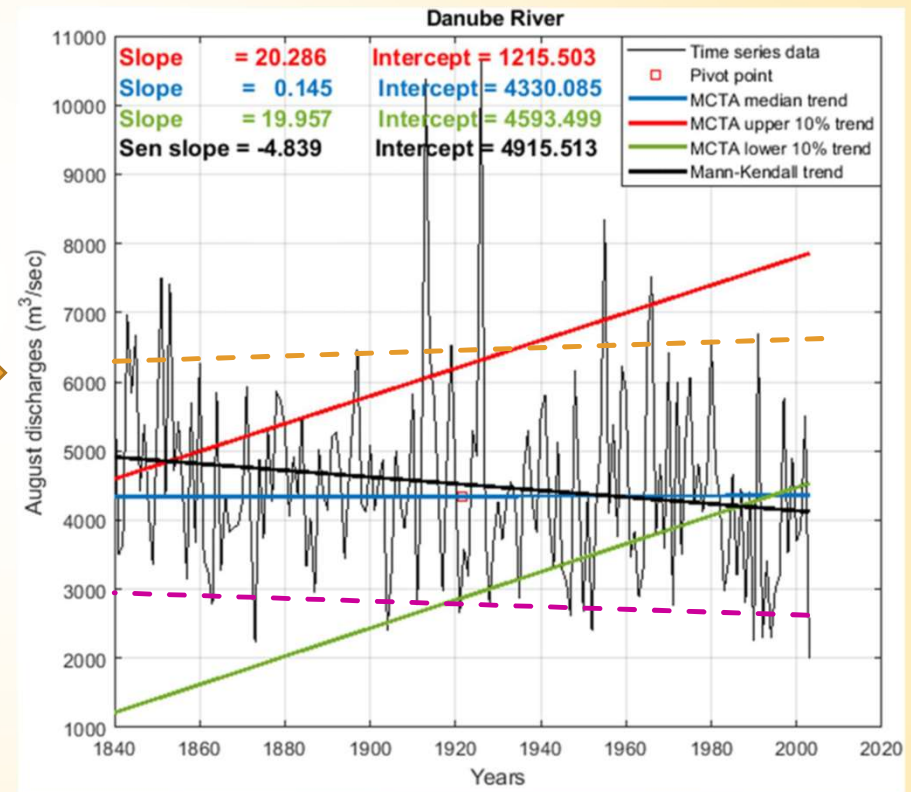
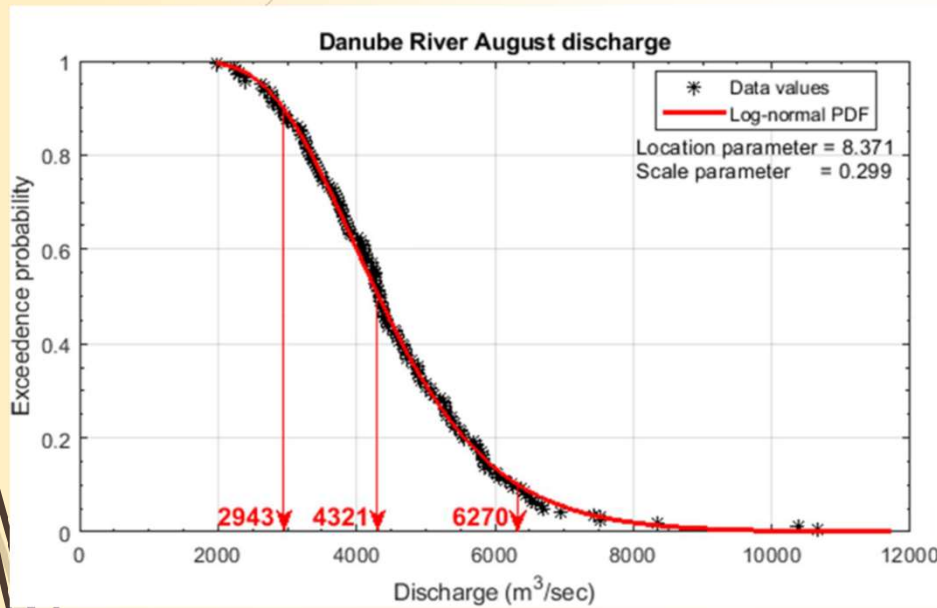


ضعف‌های آزمون CETA

- ❖ نتایج آزمون CETA در تحقیق Sen(2022) نشان می‌دهد که این آزمون در شرایط زیر نتایج صحیح ایجاد نمی‌کند:
 - ❖ ۱- زمانی که پیک‌های غیر یکنواخت در داده‌های وجود دارد.
 - ❖ ۲- زمانی که دو نوع روند صعودی و نزولی در داده‌های حدی بیشینه و کمینه (به طور مثال در سطوح اطمینان ۵٪ و ۹۵٪) وجود دارد؛ به بیان دیگر، در دو سطح، یک نوع روند صعودی یا نزولی وجود ندارد.

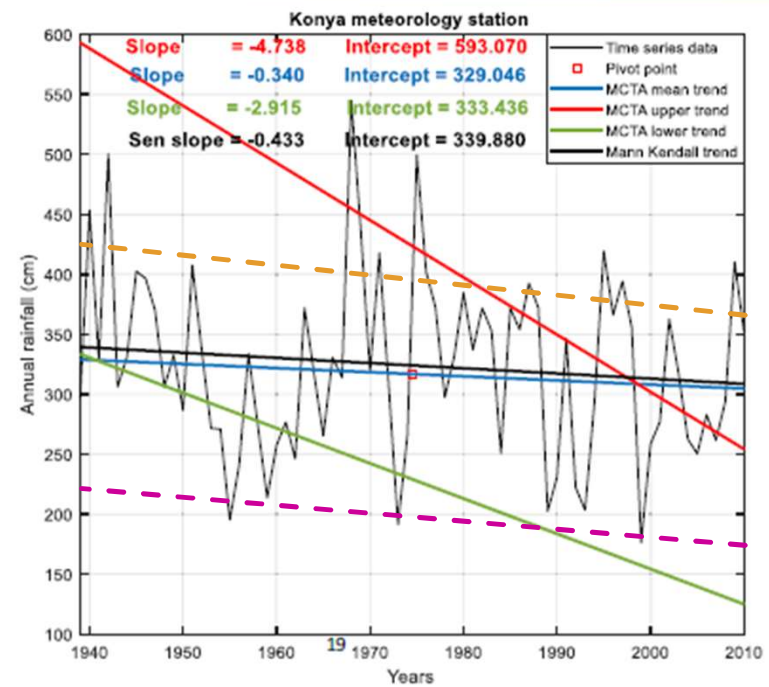
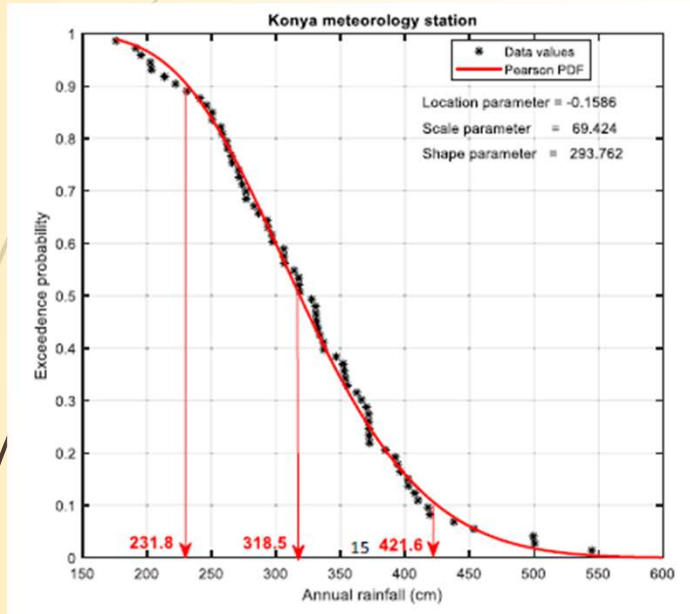


نمونه ای از عدم تشخیص روند صحیح در داده ها توسط آزمون CETA





نمونه ای از عدم تشخیص روند صحیح در داده ها توسط آزمون CETA





عوامل اثرگذار بر دقت نتایج آزمون CETA

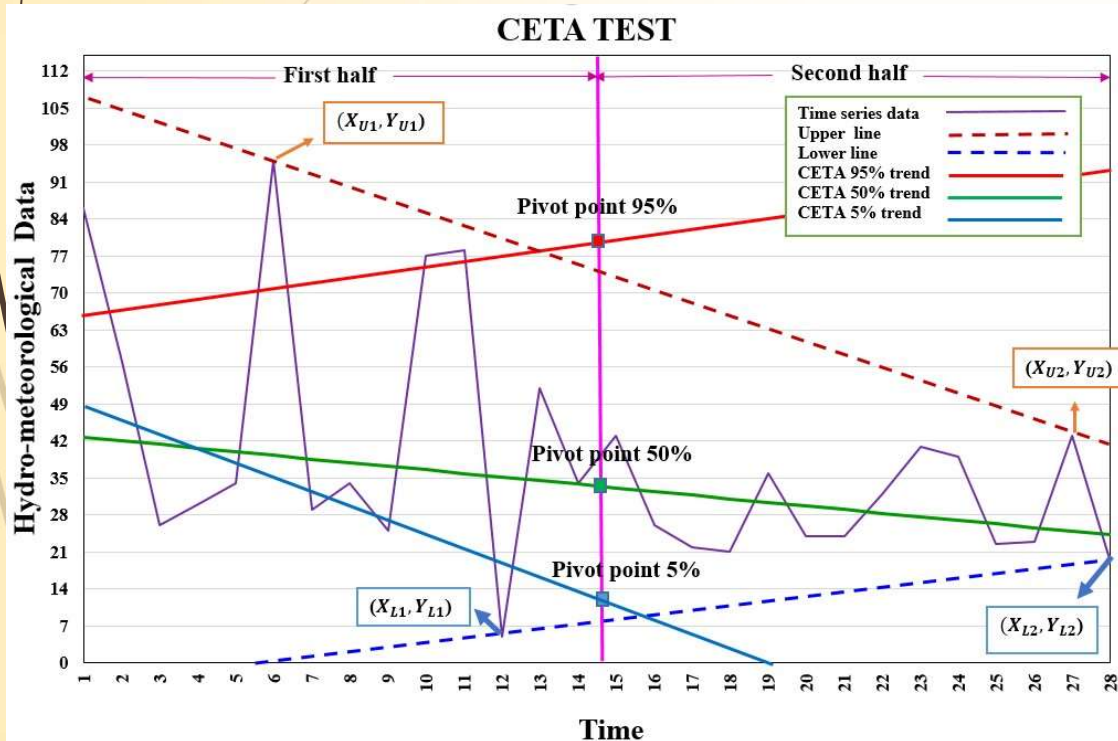
✓ بررسی ها و آزمون و خطاهای صورت گرفته توسط تیم

تحقیقاتی نشان داد که:

✓ ۱- موقعیت قرارگیری نقطه Pivot point

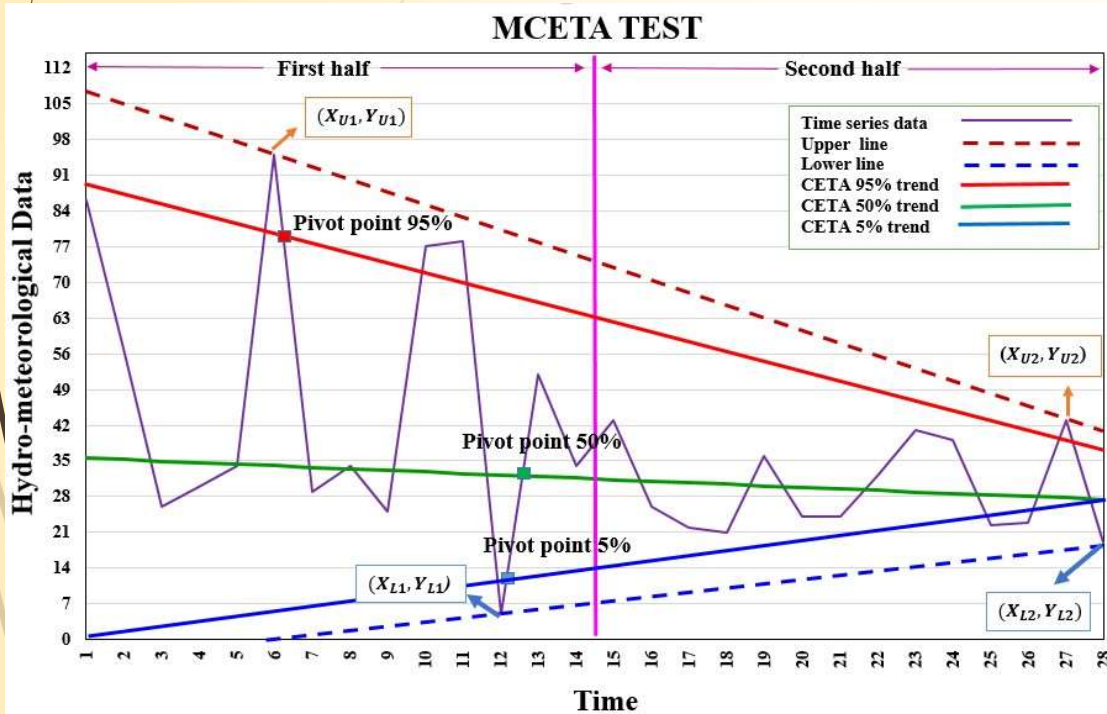
✓ ۲- دامنه تغییرات جستجوی شیب

بر دقت نتایج آزمون CETA مؤثر است.





آزمون CETA اصلاح شده (MCETA)



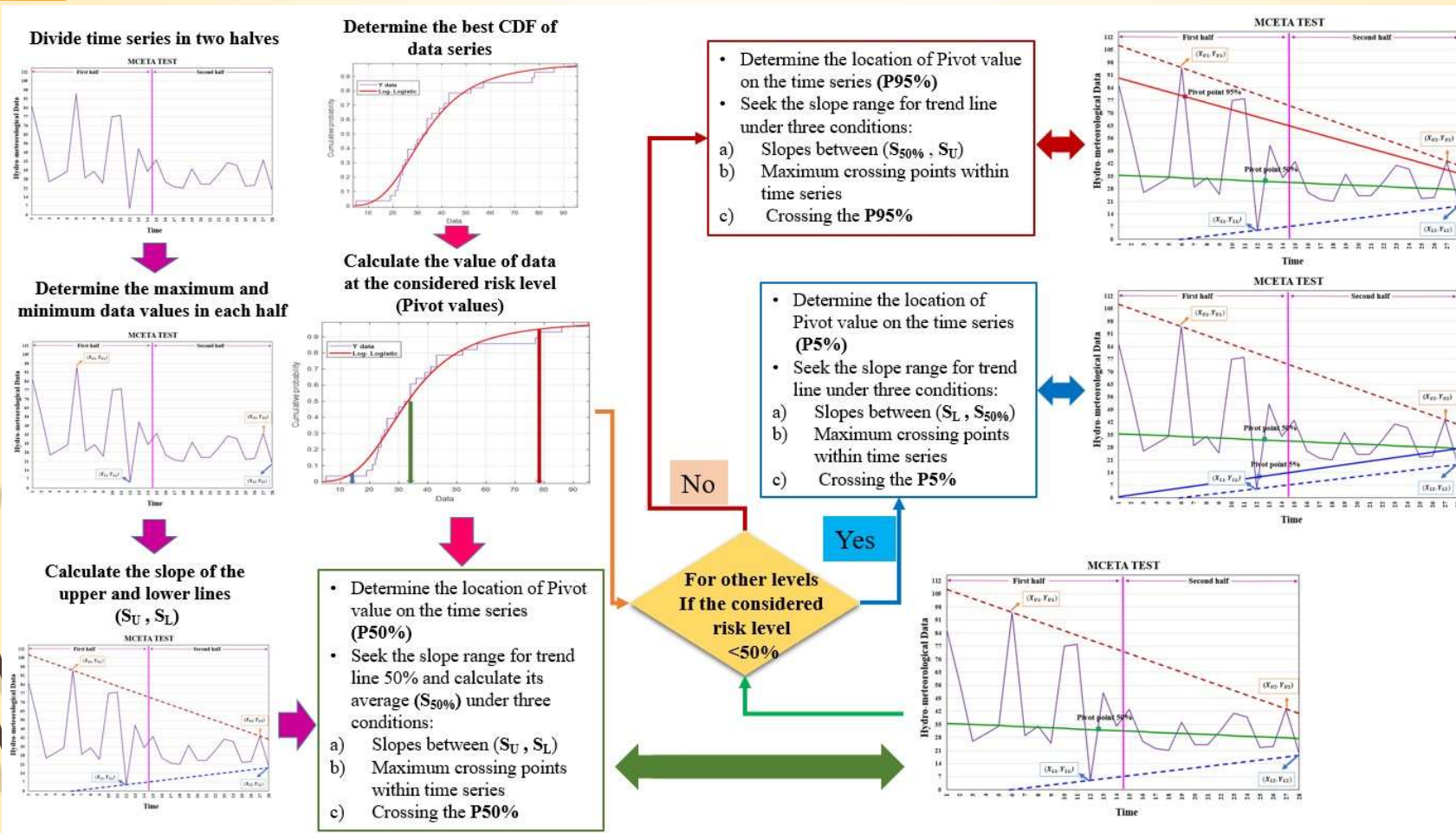
✓ اصلاحات اعمال شده در آزمون MCETA:

✓ ۱- اصلاح موقعیت قرارگیری نقطه Pivot point

✓ ۲- اصلاح دامنه جستجوی شیب

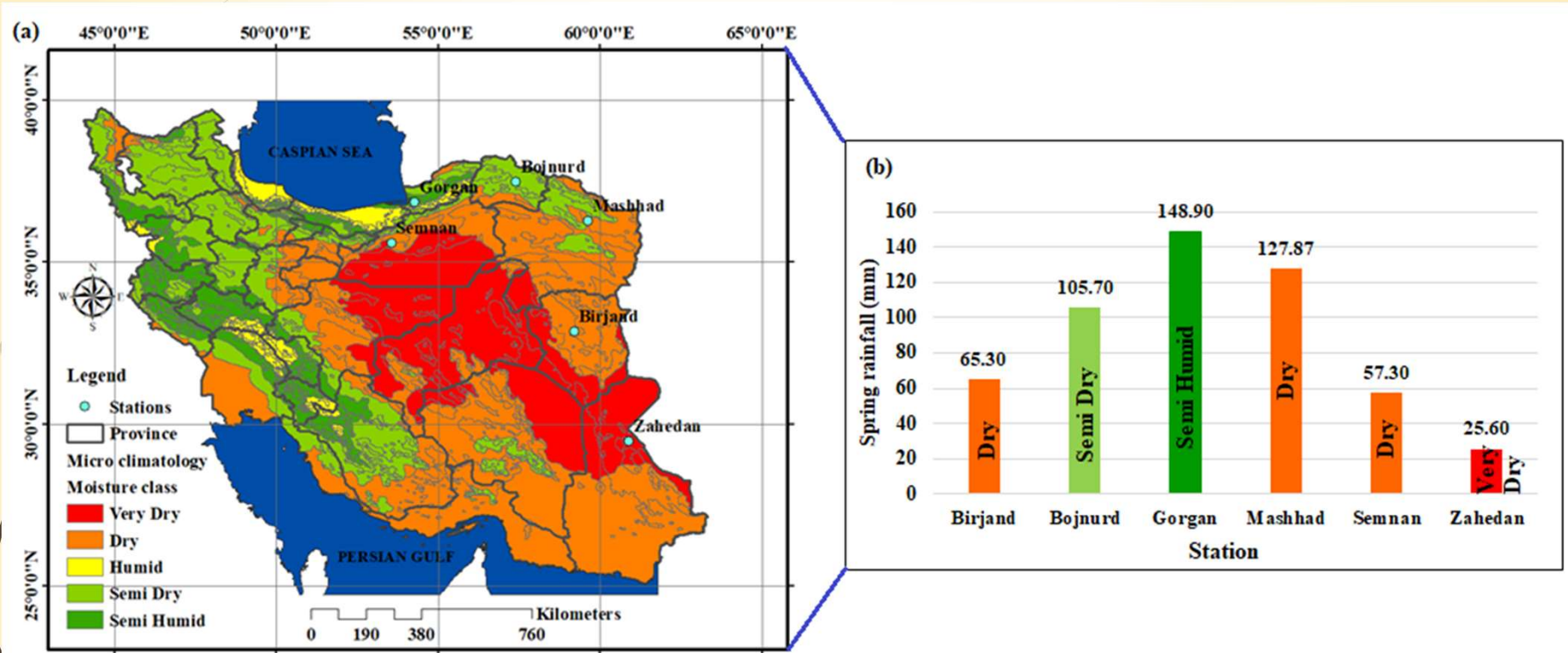


فلوچارت آزمون CETA اصلاح شده (MCETA)



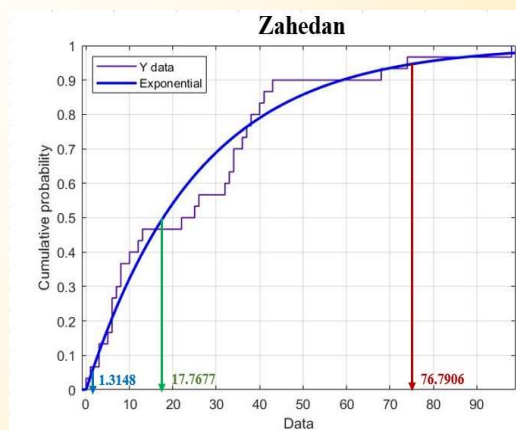
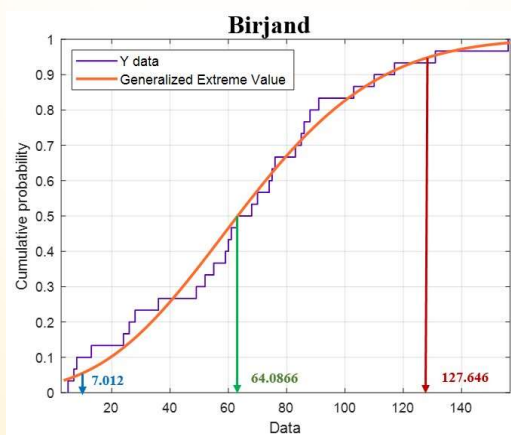
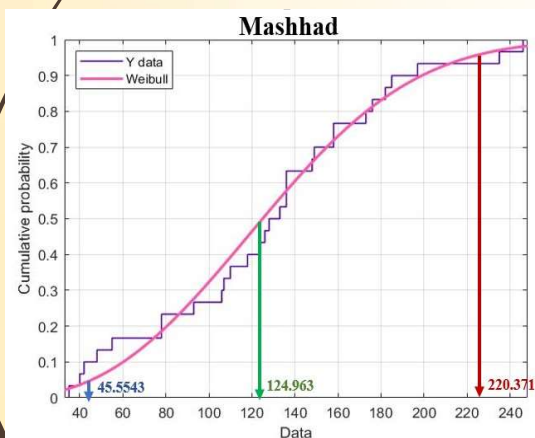
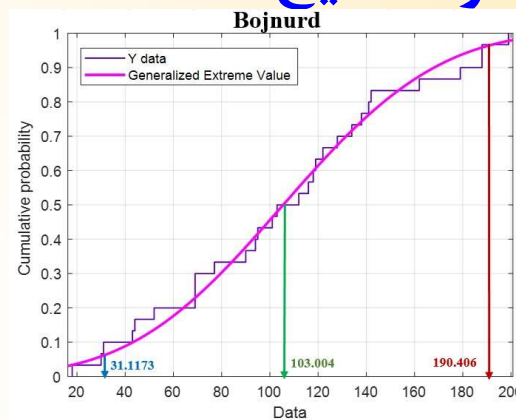
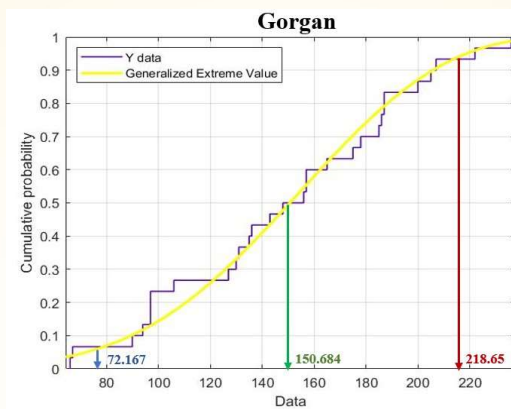
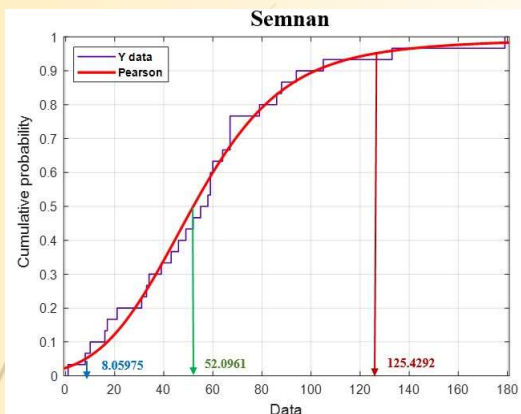


ارزیابی عملکرد آزمون MCETA برای بارش بهاره شرق کشور





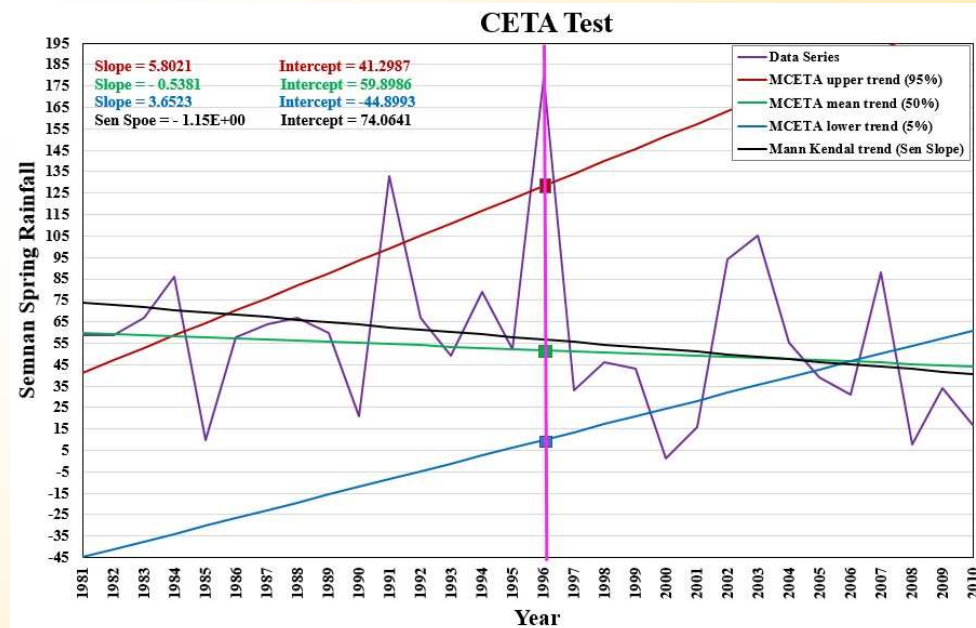
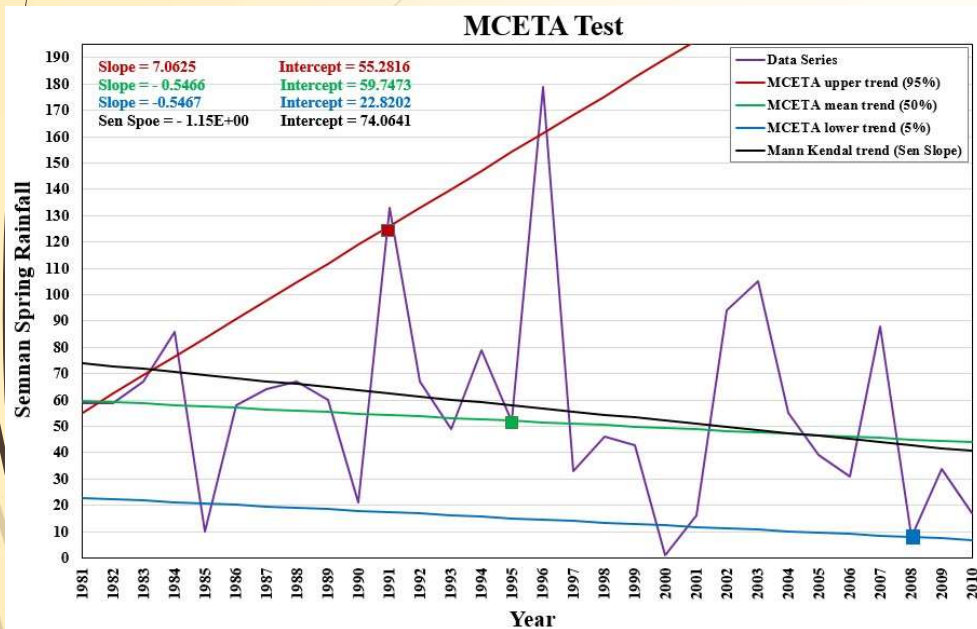
ارزیابی عملکرد آزمون MCETA برای بارش بهاره شرق کشور (نمونه نتایج)





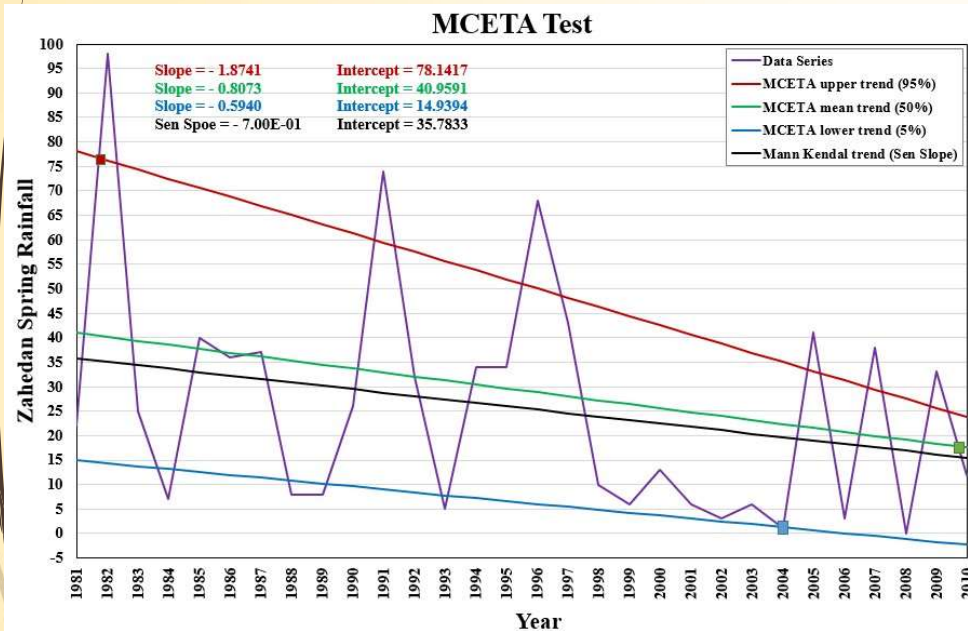
ارزیابی عملکرد آزمون MCETA برای بارش بهاره شرق کشور (نمونه نتایج)

Semnan

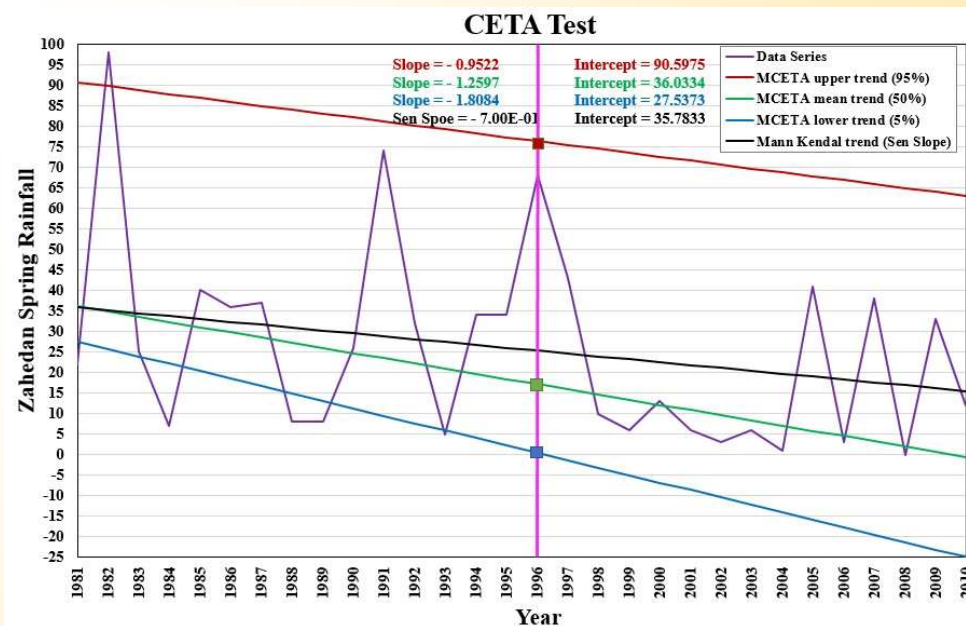




ارزیابی عملکرد آزمون MCETA برای بارش بهاره شرق کشور (نمونه نتایج)



Zahedan





جمع بندی

- ✓ با استفاده از آزمون MCETA می توان روندهای موجود در سایر متغیرهای اقلیمی نظیر بارش سالانه، دما کمینه، بیشینه و متوسط و ... را در سطوح ریسک متفاوت استخراج نموده و مورد تحلیل و ارزیابی قرار داد.
- ✓ نتایج این تحلیل برای تحلیل ریسک فرآیندهای متعدد وابسته به اقلیم و سناریوسازی در انجام مطالعات و پیش بینی های اقلیمی کارآمد خواهد بود.



با تشکر از توجه شما