

بررسی روند و تغییرات احتمالی مشخصه‌های دمای سالانه همدان در طی دوره 1976-2005

صفر معروفی¹، زهره مریانجی²، پریسا حسین‌زاده طلائی³

1- دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه بوعلی سینا (smarofi@yahoo.com)

2- دانشجوی دوره دکتری دانشگاه اصفهان

3- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب دانشگاه بوعلی سینا

تاریخ پذیرش: 88/12/11

تاریخ دریافت: 86/9/25

چکیده

در این مطالعه، به منظور بررسی تغییرات اقلیمی و همچنین ارزیابی روند تغییرات دمای هوا، مقادیر داده‌های سالانه پنج ایستگاه شاخص استان همدان، برای دوره زمانی (1976-2005)، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. وجود روند در سری‌های زمانی داده‌های بیشینه، کمینه و میانگین سالانه بر اساس آزمون‌های گرافیکی و غیرگرافیکی منکندال و همچنین منحنی تجمعی باقیمانده‌های نرمال، مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج بدست آمده از روش غیر گرافیکی منکندال نشان‌دهنده آن است که روند در داده‌های بیشینه ایستگاه‌های مورد بررسی، افزایشی و فقط در ایستگاه وراینه معنی‌دار بوده است. داده‌های کمینه کلیه ایستگاه‌ها (به جز وراینه) نیز، دارای یک روند معنی‌دار افزایشی نسبتاً سریع بودند. در ایستگاه وراینه، داده‌های کمینه، روندی کاهشی غیر معنی‌دار را نشان دادند. همچنین نتایج داده‌های میانگین سالانه، بیانگر وجود روندهای افزایشی معنی‌دار در ایستگاه‌های نوزه، همدان، سد اکباتان بودند. در تحلیل این سری‌های زمانی، نتایج دو روش گرافیکی و غیرگرافیکی منکندال با هم مطابقت داشتند. روش منحنی تجمعی باقیمانده‌های نرمال که داده‌ها را بر اساس یک سال نرمال (که در این تحقیق سال 1990 بود) به دو ناحیه تقسیم می‌نماید، دارای نتایجی مشابه روش منکندال بود. بطور کلی نتایج این مطالعه نه فقط بیانگر گرم‌تر شدن دمای هوای اغلب ایستگاه‌های منطقه (بخصوص در ناحیه میانی آن) می‌باشد، بلکه نشان‌دهنده کارکرد مشابه دو روش کاملاً متفاوت منکندال و منحنی تجمعی باقیمانده‌های نرمال در بررسی روند تغییرات مشخصه‌های دما، به منظور آشکارسازی تغییر اقلیم می‌باشد. این نتایج می‌توانند در پهنه‌بندی و پیش‌بینی خشکسالی‌های آتی و همچنین برنامه‌ریزی مدیریت منابع آب منطقه بکاربرده شود.

کلید واژه‌ها: دمای هوا، همدان، آزمون منکندال، منحنی تجمعی باقیمانده‌های نرمال، روند، تغییر اقلیم

مقدمه

تغییر کرده است (8). از سال 1946 الی 1975، در نیمکره شمالی هوا سردتر شده، این در حالی است که در نیمکره جنوبی دمای هوا افزایش یافته است (22). بررسی‌های انجام‌شده توسط فولاند و همکاران¹ (11)، بیانگر آن است که در بسیاری از قسمت‌های جهان، مقادیر میانگین، بیشینه و کمینه دمای هوای سطح خاک، دارای کاهشی در دامنه تغییرات روزانه می‌باشند (یعنی

تغییر اقلیم یکی از موضوعات مهمی است که امروزه مورد بررسی محققین و مدیران بخش کشاورزی قرار گرفته است. این پدیده بدلیل دینامیک پیچیده و استمرار زمانی آن، نه تنها در حال حاضر بلکه در آینده همچنان مورد توجه خواهد بود. بر اساس بررسی‌های انجام‌شده، میانگین عمومی دمای هوای سطح زمین طی قرن نوزدهم به میزان $0/6 \pm 0/2$ درجه سانتی‌گراد

1. Folland et al

بوده، واریانس آنها پس از سال 1982 به شدت افزایش یافته است. بر اساس این مطالعه، سال 1982 را به‌عنوان یک نقطه تغییر سطح در سری زمانی متوسط حرارت سالانه فشار 700 میلی‌باری تهران معرفی کرد. در این زمینه در استان همدان مطالعه قابل توجهی صورت نگرفته است و هدف از مطالعه حاضر، تشخیص وجود تغییرات احتمالی اقلیم استان همدان، بر اساس داده‌های 30 ساله دمای منطقه می‌باشد (2005-1976). از دیگر اهداف مورد نظر، مقایسه دو روش آماری کاملاً متفاوت منکندال (گرافیکی و غیرگرافیکی) و منحنی تجمعی باقیمانده‌های نرمال در تشخیص وقوع و یا عدم وقوع تغییرات اقلیمی در سطح منطقه مطالعاتی است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه:

منطقه مورد مطالعه استان همدان، یکی از نواحی کوهستانی و غربی کشور می‌باشد که در حد فاصل عرض جغرافیایی شمالی $33^{\circ}33'$ تا $35^{\circ}38'$ و $47^{\circ}45'$ تا $49^{\circ}36'$ طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته و مساحت آن در حدود $19545/82$ کیلومتر مربع است. در این تحقیق از آمار دمای پنج ایستگاه مختلف هواشناسی (دو ایستگاه سینوپتیک و سه ایستگاه کلیماتولوژی) استان که شامل نوژه، همدان، سد اکباتان، قروه درگزین و وراینه می‌باشند و دارای طول دوره مشترک آماری 30 ساله (1976 الی 2005) بوده و از نظر مکانی نیز پراکنش و موقعیت آنها بگونه‌ای است که تقریباً منطقه را پوشش می‌دهند، استفاده گردید. در جدول 1 مشخصات ایستگاه‌های مذکور آورده شده است. شکل 1 موقعیت منطقه بر روی نقشه را نشان می‌دهد.

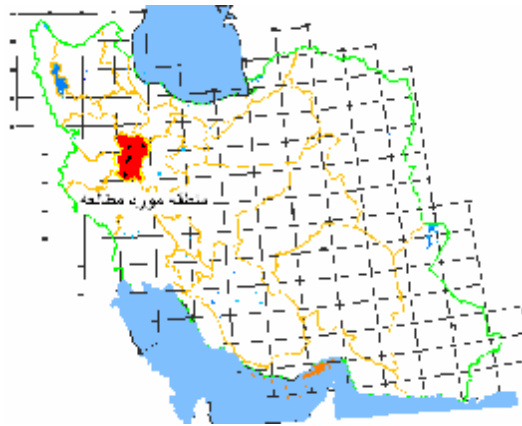
کمینه دمای هوای خاک افزایش یافته است). طی سال - های 1950 الی 1993، میزان افزایش دمای حداقل تقریباً دو برابر افزایش دمای حداکثر بوده است. در سنوات اخیر مطالعات زیادی در خصوص تغییر اقلیم صورت گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به تحقیقات ترکز و همکاران¹ (23)، بن‌گی و همکاران² (8)، تیانک و همکاران³ (21) و همچنین زی⁴ و کائو⁵ (24) اشاره نمود. بر اساس مطالعات پرودرو و همکاران⁶ (16) دمای سالانه و فصلی در منطقه یونان از زمستان 1951 تا 1993 روند کاهشی داشته ولی دمای تابستان تقریباً بعد از سال 1975 در بیشتر ایستگاه‌ها تمایل به گرم شدن داشته است. پرایس و همکاران⁷ (15) برای دو ایستگاه هواشناسی در قبرس روند افزایش را به‌میزان 1 درجه سانتی‌گراد در 100 سال دمای متوسط سالانه گزارش نمودند. با توجه به مطالعات انجام شده در ترکیه، یک کاهش عمومی دما در مقیاس‌های سالانه و فصلی در اغلب نقاط ترکیه گزارش شده است (12، 13، 22 و 16).

در ایران نیز مطالعاتی در خصوص تغییر اقلیم صورت گرفته است، از جمله آن‌ها می‌توان به تحقیقات کوچکی (3)، علیجانی (2) و مشکاتی (4) اشاره نمود. ناظم‌السادات و همکاران (5 و 14) نشان داده‌اند که پدیده ENSO (ال نینوونوسان جنوبی) یکی از عوامل مؤثر در تغییر اقلیم ایران است. نورمحمدی در سال 1378 سری زمانی میانگین درجه حرارت سالانه فشار در سطح 700 میلی‌باری ایستگاه هواشناسی مهرآباد تهران را مورد بررسی قرار داد (6). ایشان نشان دادند که گرچه مقدار میانگین داده‌ها در طی سال‌های 1965 الی 1997 ثابت

1. Turkes *et al*
2. Ben-Gai *et al*
3. Tayanc *et al*
4. Xie
5. Cao
6. Proedrou *et al*
7. Price *et al*

جدول 1: مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی منطقه مورد مطالعه

نام	نوع	ارتفاع (متر)	طول جغرافیائی	عرض جغرافیائی
نوژه	سینوپتیک	1679	48°41'	35°12'
همدان	تحقیقاتی	1730	48°32'	34°52'
درگزین	اقلیم‌شناسی	1870	48°04'	35°21'
سد اکباتان	تبخیرسنجی	1880	48°36'	34°46'
وراینه	تبخیرسنجی	1800	48°24'	34°05'



شکل 1: موقعیت منطقه

روش تحقیق

2- بررسی صحت داده‌ها: قبل از انجام هر گونه محاسبه، به منظور بررسی صحت و همگنی داده‌ها آزمون همگنی یا ران تست¹ انجام گردید.

3- انجام آزمون‌های آماری: جهت دستیابی به اهداف این مطالعه، آزمون‌های آماری گرافیکی و غیر گرافیکی منکنندال² و منحنی تجمعی باقیمانده‌های نرمال شده³ بکار برده شد.

الف- آزمون منکنندال (گرافیکی): آزمون غیرپارامتری منکنندال به منظور تشخیص هر گونه

به منظور آشکارسازی تغییرات دما و تعیین روند آن، از داده‌های سالانه درجه حرارت هوا (کمینه، بیشینه و میانگین) در ایستگاه‌های مورد نظر، استفاده گردید. بدین منظور مراحل ذیل به منظور ایجاد سری‌های زمانی سالانه صورت گرفته است:

1- تغییر تاریخ ثبت داده‌ها: داده‌های اولیه و خام با در نظر گرفتن یازده روز اختلاف، از تقویم ماه‌های شمسی به میلادی تبدیل شدند و در این مورد از داده‌های روزانه استفاده و سپس داده‌های سالانه از آن استخراج گردیده است.

1. Run test
2. Mann-Kendall
3. Normalised Residual Mass Curves (NRMC)

$$u(t_i) = [t_i - E(t_i)] / \sqrt{\text{Var.}(t_i)} \quad (4)$$

در نهایت مقدار آماره $\hat{u}(t_i)$ از طریق روش مشابهی³ که از انتهای سری‌ها شروع می‌شود، محاسبه می‌گردد. چنانچه این منحنی‌ها تقاطع داشته باشند، از آن نقطه به بعد، شروع یک روند، مشخص می‌شود. بدون هیچ روندی، سری‌های زمانی $u(t)$ و $\hat{u}(t_i)$ دارای انحناء و هم‌پوشانی در نقاط متعدد می‌باشند.

در این تحقیق، به منظور دستیابی به سری‌های زمانی فوق‌الذکر، مقادیر متوالی $u(t)$ و $\hat{u}(t)$ توسط آزمون منکنندال مورد مقایسه قرار گرفتند که نتایج مربوطه در قسمت بعد ارائه شده‌است.

ب- آزمون منکنندال (غیرگرافیکی): مراحل محاسبه آماره این آزمون به شرح زیر می‌باشد:

1- محاسبه اختلاف بین تک تک مشاهدات با یکدیگر و اعمال تابع علامت⁴ و استخراج پارامتر S به صورت زیر:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad (5)$$

که n تعداد مشاهدات سری و X_j و X_k به ترتیب داده‌های j ام و k ام سری هستند. تابع علامت نیز به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} +1 & \text{if } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{if } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{if } (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \quad (6)$$

2- محاسبه واریانس توسط یکی از روابط زیر:

روند¹ احتمالی در سری آماری دما و همچنین بررسی سطح معنی‌داری روندهای موجود بکار برده شد (8 و 12). در این آزمون آماره $u(t)$ مقداری است که جهت و بزرگی روند را مشخص می‌نماید. در صورتی که مقدار $u(t)$ در سطح 5 درصد معنی‌دار باشد، داده‌ها دارای روند افزایشی و یا کاهش می‌باشد. در مواردی نیز ممکن است مقدار 1 درصد به‌عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شود. روندهای جزئی (کوتاه‌مدت)، تغییر موقعیت یا نقطه شروع روند در سری دما نیز بوسیله نمودارهای سری‌های زمانی مقادیر $u(t)$ و $\hat{u}(t)$ مورد بررسی قرار می‌گیرد (که در این مطالعه مقادیر $u(t)$ و $\hat{u}(t)$ محاسبه شدند). بر اساس مطالعات سینیرس و همکاران² (18) جهت انجام آزمون منکنندال مراحل زیر باید صورت گیرد:

ابتدا داده‌های مشاهده‌شده اولیه با رتبه y_i که دارای روند افزایشی است، مرتب می‌شوند. سپس برای هر مرتبه از y_i ، تعداد مواردی که قبل از آن ($i > j$) می‌باشند، محاسبه می‌گردد ($y_i > y_j$). در مرحله آخر، آماره آزمون از طریق رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$t_i = \sum_{k=1}^i n_k \quad (1)$$

تابع توزیع آماره t_i دارای مقادیر متوسط (E) و واریانس (Var) می‌باشد که به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$E(t_i) = i(i-1)/4 \quad (2)$$

$$\text{Var.}(t_i) = [i(i-1)(2i+5)]/72 \quad (3)$$

همچنین مقدار آماره $u(t_i)$ بوسیله رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

3. Back-ward
4. Sign Function

1. Trend
2. Sneyers et al

در صورت منفی بودن آن، روند نزولی در نظر گرفته می شود.

ج- منحنی تجمعی باقیمانده های نرمال شده: از این روش به منظور آشکار سازی تغییرات معنی دار در سری های زمانی در مقیاس سالانه استفاده می شود (1). بدین منظور شاخص های اولیه و ثانویه به شرح زیر محاسبه می گردد:

1- شاخص های اولیه: پس از صحت سنجی داده ها، بر اساس روش های گرافیکی وبا خلاصه نمودن مشاهدات که به عنوان یک فرایند آماری محسوب می گردد، از طریق میانگین گیری متوالی از سری زمانی، نوسانات لحظه ای موجود حذف گردیده در واقع مولفه صاف شده¹ نوعی مرتب نمودن سیستماتیک داده های انبوه است. تغییر پذیری² (نشان دهنده تغییرات کوتاه مدت دما) که از تقسیم داده ها بر مقادیر میانگین متحرک در هر سال به دست می آید وبه صورت در صد بیان می گردد و میانگین متحرک³ (که بیانگر تغییرات دراز مدت دما است) مورد بررسی قرار گرفتند.

2- شاخص های ثانویه: به منظور تحلیل دقیق تر، مؤلفه های اصلی⁴ از قیبل روند، چرخه ای⁵ و نامنظم⁶ مربوط به سری زمانی داده های مورد نظر تعیین گردیدند. در این راستا مولفه های اصلی از طریق مدل ریاضی حاصل ضرب چهار مولفه حساب شده اند.

$$Y_T = T \times C \times S \times I \quad (11)$$

1. Smoothing
2. Fluctuating Component
3. Moving Average
4. Principal Components
5. Cyclical
6. Irregular

$$\text{اگر } n > 10 \quad (7) \\ \text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18}$$

$$\text{اگر } n < 10 \quad (8) \\ \text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18}$$

که n تعداد داده های مشاهده ای، m معرف تعداد سری هایی است که در آن ها حداقل یک داده تکراری وجود دارد و t نشان دهنده فراوانی داده های با ارزش یکسان می باشد.

3- نهایتاً آماره Z توسط یکی از روابط زیر تعیین می گردد:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (9)$$

در یک آزمون دوطرفه جهت روندیابی سری داده ها، فرض صفر در صورتی پذیرفته می شود که رابطه زیر برقرار باشد:

$$|Z| \leq Z_{\alpha/2} \quad (10)$$

که a سطح معنی داری است که برای آزمون در نظر گرفته می شود و Z_{α} آماره توزیع نرمال استاندارد در سطح معنی داری α می باشد که با توجه به دو دامنه ای بودن آزمون، از $a/2$ استفاده شده است. در این تحقیق آزمون منکنندال برای سطوح اطمینان 95 و 99 درصد بکار گرفته شد. در صورت مثبت بودن آماره Z ، روند سری داده ها صعودی و

در این معادله:
 T_m : میانگین درجه حرارت 30 ساله
 (1976-2005)
 T_{in} : معرف مقدار مشاهدات در هر سال و
 $NRMC_{T_m}$: مقدار باقیمانده نرمال شده در سال n
 می‌باشد.

نتیجه گیری

به منظور بررسی و شناسایی وجود هر گونه روند، دوره‌ها، بی‌نظمی‌ها و نوسانات در سری‌های زمانی، ابتدا نمودار داده‌های کمینه، بیشینه و میانگین سالانه ایستگاه‌های مورد نظر ترسیم گردید و خط روند مربوطه آن مشخص شد. بطور کلی نتایج دو روش مهم ارزیابی تغییر اقلیم به شرح زیر است:

1- آزمون گرافیکی منکندهال: با توجه به این روش، نمودارهای $u(t)$ و $\hat{u}(t_i)$ به ترتیب در شکل‌های 1 الی 3 برای سری‌های زمانی ایستگاه‌های مورد نظر ارائه شده است. با توجه به این نمودارها موارد ذیل قابل استنتاج می‌باشند:

- داده‌های بیشینه سالانه ایستگاه‌ها دارای یک روند افزایشی با شیب ملایم می‌باشند که فقط در ایستگاه وراینه معنی‌دار است (شکل 1).

- داده‌های کمینه سالانه، به استثناء ایستگاه وراینه که دارای یک روند معنی‌دار کاهشی است، در بقیه ایستگاه‌ها دارای یک روند معنی‌دار افزایشی با شیب تند می‌باشند (شکل 2).

که Y_T معرف شاخص سری زمانی و حروف T, C, S و I به ترتیب نشان‌دهنده مولفه‌های روند، چرخه‌ای، فصلی و غیر منظم است.

متذکر می‌گردد که مقدار روند از طریق تابع خطی و روش حداقل مربعات¹ بدست می‌آید. که آن نشان‌دهنده تاثیرات طولانی مدت فاکتور یا عواملی است که روی دما تحمیل شده است و تغییرات نسبتاً تدریجی و یک طرفه‌ای را می‌توان نمایش داد که توصیف‌کننده مکانیسم خزش درازمدت موجود در سری‌های زمانی است. روابط مربوطه به شرح زیر می‌باشد:

$$Y = a + bX \quad (12)$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (13)$$

$$a = \bar{Y} - n\bar{X} \quad (14)$$

در این معادلات:

Y_i : درجه حرارت هوا، X_i : رتبه مشاهدات و n طول دوره آماری می‌باشند.

در واقع روش منحنی تجمعی باقیمانده‌های نرمال شده (NRMC) را می‌توان به عنوان اختلاف تراکمی بین مقادیر مشاهده شده درجه حرارت در هر سال و میانگین مشاهده شده در طول دوره آماری مورد مطالعه دانست، که بر میانگین مشاهدات تقسیم شده است. رابطه مورد استفاده در این روش، به ازای همه سال‌های آماری به صورت زیر است:

(15)

$$NRMC_{T_n} = \frac{\text{Sum}\{NRMC_{T_{n-1}} + (T_n - T_m)\}}{T_m}$$

جدول 2: نتایج آزمون غیر گرافیکی منکندال

آماره (Z)			
ایستگاه	دمای بیشینه	دمای کمینه	دمای متوسط
نوژه	0/05	**3/07	*2/18
همدان	1/75	**3/59	*2/53
درگزین	1/34	**2/69	1/28
سد اکباتان	1/71	**3/46	**2/84
وراینه	**2/64	-1/46	0/75

* : معنی داری در سطح 95 درصد

** : معنی داری در سطح 99 درصد

شده در قسمت مواد و روش‌ها، داده‌های مربوطه مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس این روش، سال 1990 به عنوان محور تقسیم داده‌های مورد نظر تعیین گردیده و داده‌ها به دو بخش تقسیم شدند. فراوانی تعداد دفعات حادث شده در بالا و پایین خط نرمال دو بخش مذکور، بیانگر وجود یا عدم وجود تغییرات و روند می‌باشد.

نتایج مربوطه در شکل‌های 4 الی 6 ارائه شده‌است. همان طور که در نمودار مربوط به ایستگاه همدان مشاهده می‌شود تعداد نقاط حادث شده قبل از سال 1990، شش مورد و بعد از سال 1990، یازده مورد می‌باشد که در این مدل گرافیکی نشان دهنده روند افزایشی است. حال آن که در ایستگاه وراینه تعداد نقاط حادث شده قبل از 1990، پنج مورد و بعد از آن دو مورد می‌باشد که نشان دهنده عدم وجود روند افزایشی است. با توجه به این نمودارها، داده‌های میانگین سالانه مربوط به ایستگاه‌های همدان، نوژه و سد اکباتان دارای تغییرات معنی‌دار افزایشی بوده و ایستگاه‌های وراینه و درگزین روند معنی‌دار نمی‌باشند. در خصوص بقیه داده‌ها نیز وضعیت مشابهی وجود دارد.

- داده‌های میانگین سالانه ایستگاه‌های مورد نظر افزایشی است. این روند در ایستگاه‌های همدان، سد اکباتان و نوژه معنی‌دار افزایشی با شیب تند می‌باشند (شکل 3).

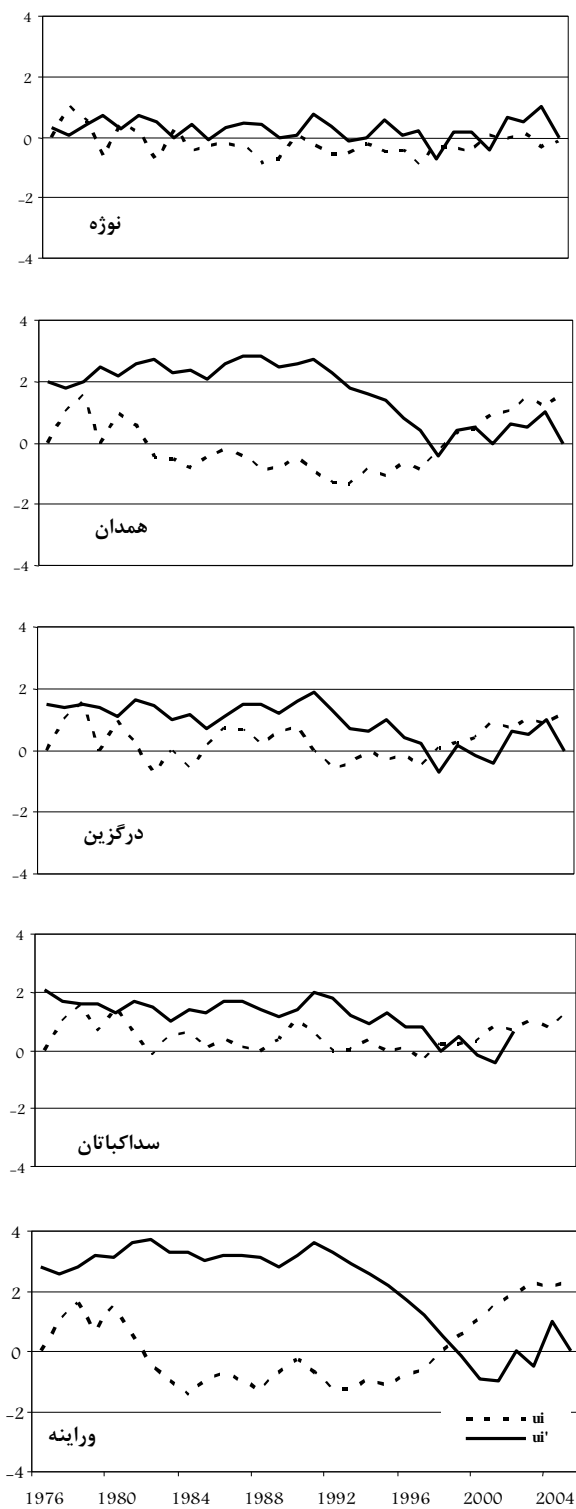
2- آزمون منکندال (غیر گرافیکی): نتایج بدست آمده از آزمون غیر گرافیکی منکندال در جدول 2 ارائه شده است.

بر اساس جدول 2 روند تغییرات سری زمانی دمای بیشینه در هر پنج ایستگاه افزایشی می‌باشد. اما این روند فقط در ایستگاه وراینه در سطح اطمینان 99 درصد معنی‌دار می‌باشد. دمای متوسط هم روندی مشابه دمای بیشینه دارد. این روند در کلیه ایستگاه‌های مورد نظر افزایشی است در حالی که در ایستگاه همدان و نوژه در سطح 95 درصد و در ایستگاه سد اکباتان در سطح 99 درصد معنی‌دار می‌باشد. بررسی دمای کمینه نشان می‌دهد روند سری زمانی در ایستگاه نوژه، سد اکباتان، همدان، درگزین افزایشی و در سطح 99 درصد معنی‌دار است. ولی این روند در ایستگاه وراینه کاهش‌ی است اما معنی‌دار نمی‌باشد.

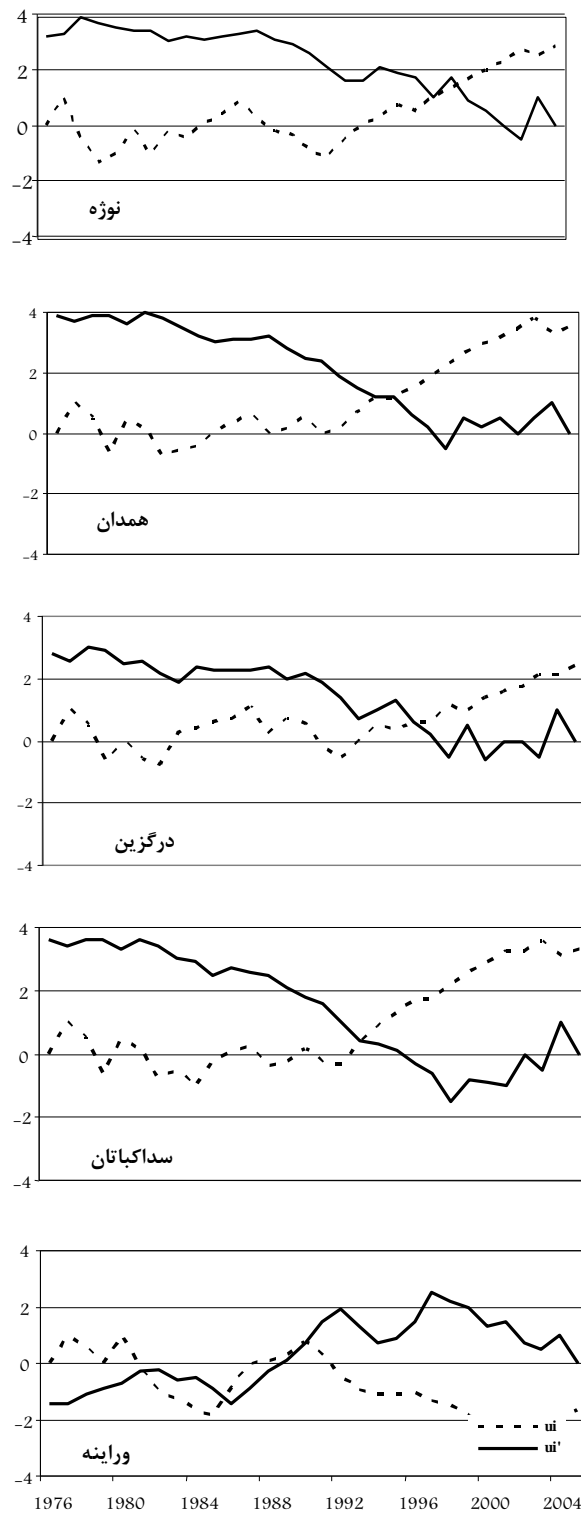
3- آزمون منحنی تجمعی باقیمانده‌های نرمال: بر

اساس روش‌های گرافیکی شاخص‌های سه گانه ذکر

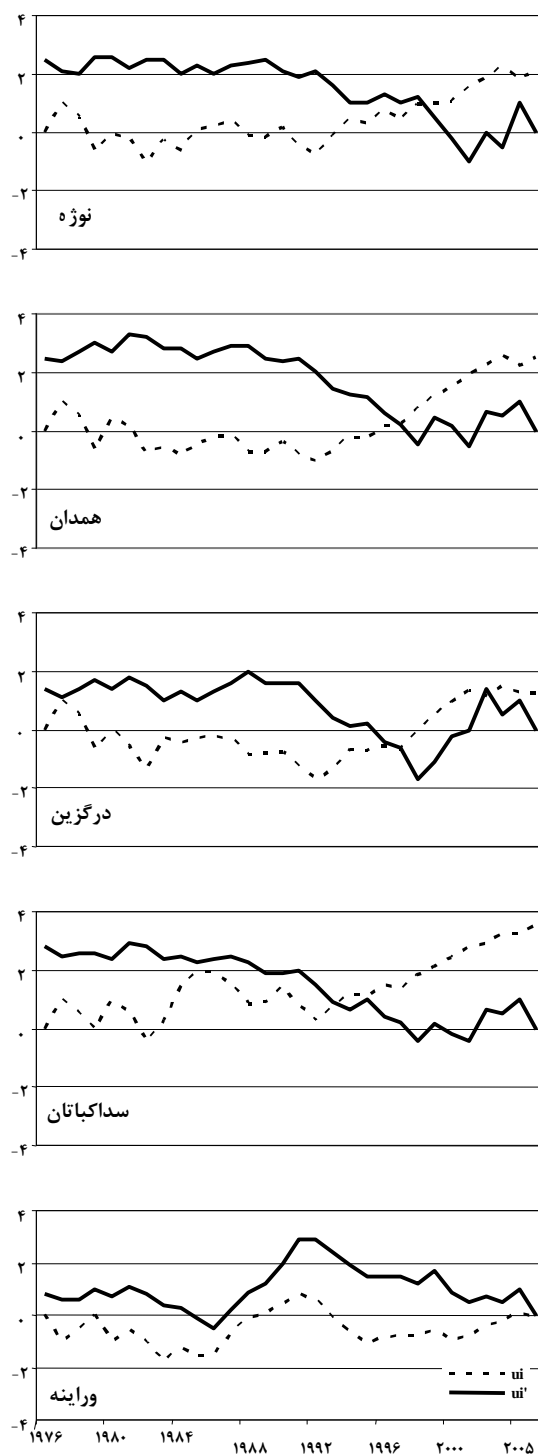
معروفی و همکاران: بررسی روند و تغییرات احتمالی مشخصه‌های.....



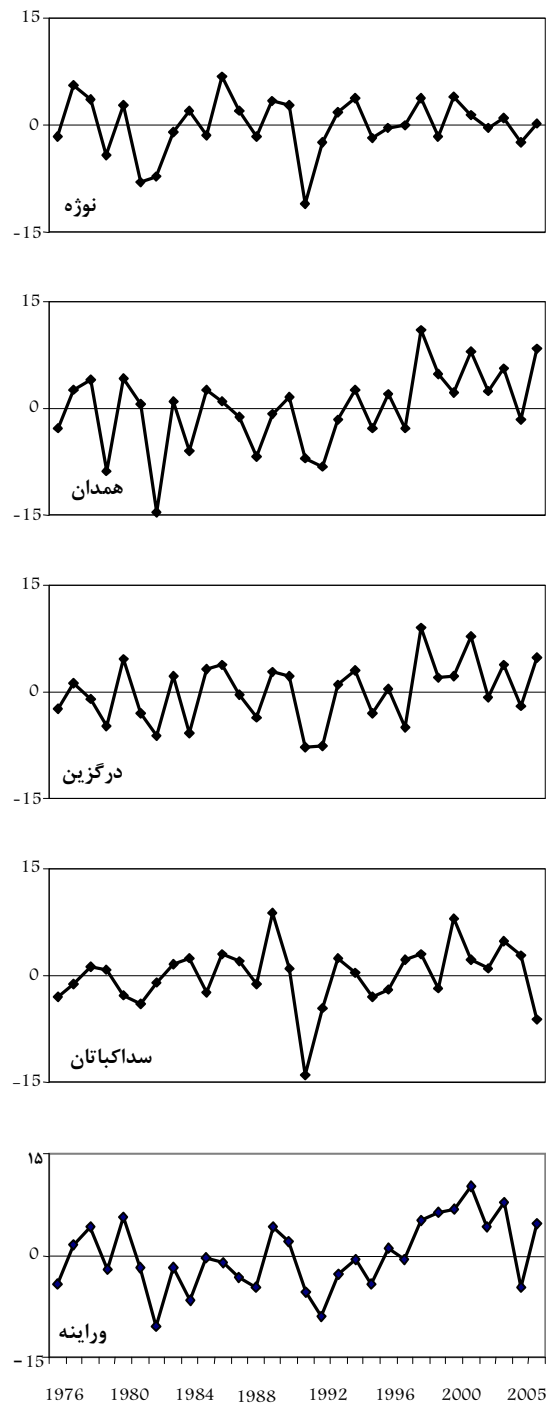
شکل ۱: نمودارهای $u(t)$ و $\hat{u}(t_i)$ برای داده‌های بیشینه سالانه ایستگاه‌های مورد مطالعه (1976-2005)



شکل 2: نمودارهای $u(t)$ و $u'(t)$ برای داده‌های کمینه سالانه ایستگاه‌های مورد مطالعه (1976-2005)

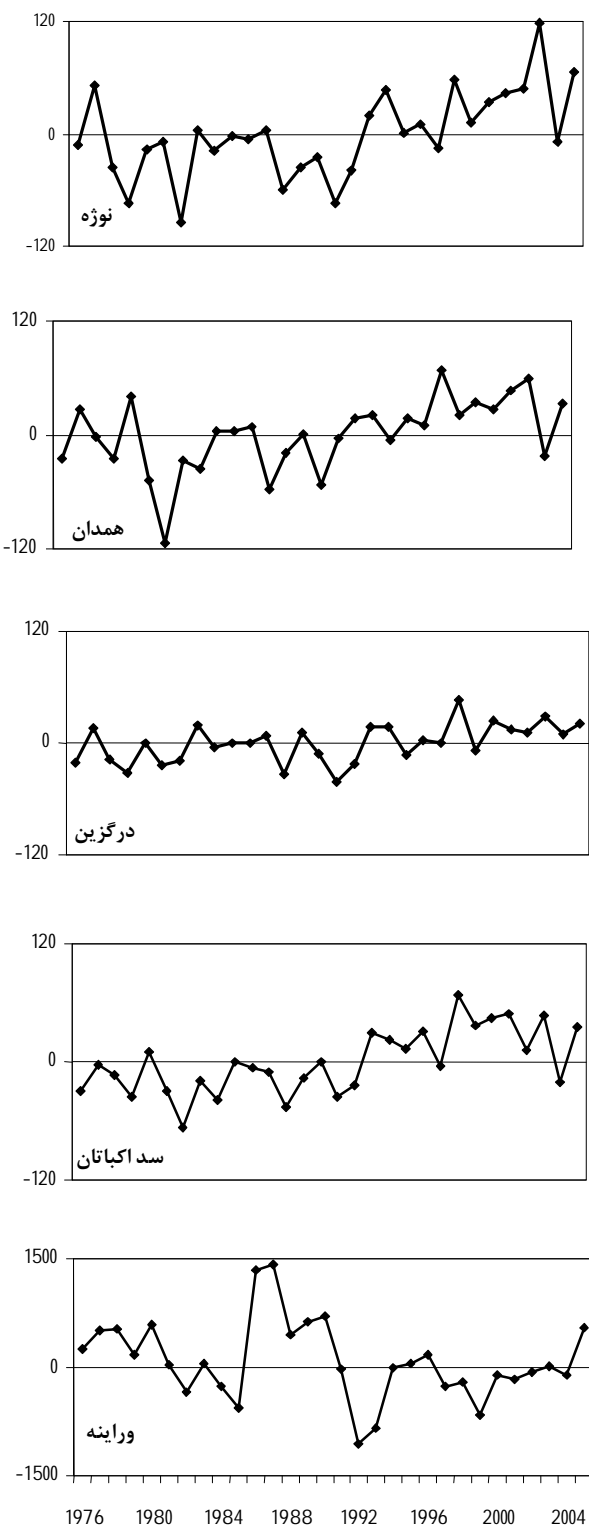


شکل 3: نمودارهای $u(t)$ و $\hat{u}(t_i)$ برای داده‌های میانگین سالانه ایستگاه‌های مورد مطالعه (1976-2005)

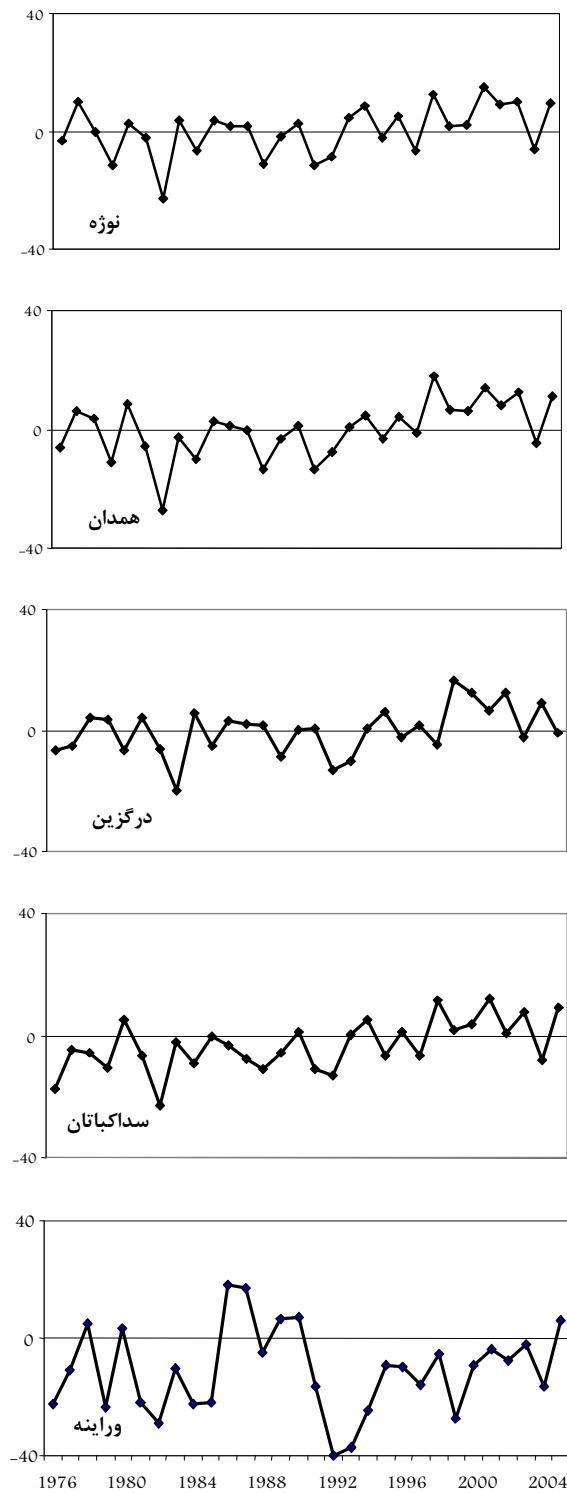


شکل 4: منحنی تجمعی باقیمانده نرمال شده (NRMC) برای داده‌های بیشینه ایستگاه‌های مورد مطالعه (1976-2005)

معروفی و همکاران: بررسی روند و تغییرات احتمالی مشخصه‌های.....



شکل 5: منحنی تجمعی باقیمانده نرمال شده (NRMC) برای داده‌های کمینه ایستگاه‌های مورد مطالعه (1976-2005)



شکل 6: منحنی تجمعی باقیمانده نرمال شده (NRMC) برای داده‌های میانگین دمای ایستگاه‌های مورد مطالعه (1976-2005)

منابع

1. رسولی، ع. 1381. تحلیل مقدماتی سری‌های زمانی دمای هوای شهر تبریز، مجله نیوار، شماره 46 و 47، صص 26-7.
2. علیجانی، ب. 1378. اقلیم ایران در صد سال گذشته تغییر نکرده است، خبرنگار اقلیم، مرکز ملی اقلیم‌شناسی، شماره 22.
3. کوچکی، ع. 1378، بررسی اثرات تغییرات اقلیم بر خصوصیات زراعی محصولات ریشه‌ای تحت شرایط تبریز، دومین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم. سازمان هواشناسی کشور.
4. مشکاتی، م. 1371. مدل‌های استوکاستیک عوامل اقلیمی شهر تهران، مجله نیوار، شماره 13.
5. ناظم‌السادات، م. 1384. تغییر اقلیم در جنوب و جنوب غرب ایران از دیدگاه مشاهدات بارش، بر همکنش با پدیده النینو نوسانات جنوبی، مجله علمی کشاورزی، شماره 28، صص 82-99.
6. نورمحمدی، م. 1378. تعیین نقاط تغییر در دمای جو بالای تهران به منظور بررسی تغییرات احتمالی اقلیم با استفاده از مدل‌های خطی پویا، پایان‌نامه (کارشناسی ارشد)، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم ریاضی، 117 صفحه.
- 7- Ahrens, B. 2006 . Distance in spatial interpolation of daily rain gauge data. *Hydrology and Earth System Sciences*, 10: 197-208.
- 8- Ben-Gai, T., Bitan, A., Manes, A., Alpert, P., and Rubin, S. 1999. Temporal and spatial trends of temperature patterns in Israel. *Technical and Applied Climatology*, 64: 163-177.
- 9- Bureau of Meteorology, 1991. *Climate Survey*, Sydney and NSW, Australian Government Publishing Service, Canberra.
- 10- De Luis M., Raventos, J., Gonzalez-Hidalgo, J.C., Sanchez, J.R., and Cortina, J. 2000 . Spatial analysis of rainfall trends in the region of Valencia (East Spain). *International Journal of Climatology*, 20: 1451-1469.
- 11- Folland, C.K., Karl, T.R., Christy, J.R., Clarke, R.A., Gruza, G.V., Jouzel, J., Mann, M.E., Oerlemans, J., Salinger, M.J., and Wang, S.W. 2001 . Observed climate Variability and change. In *Climate Change*, Houghton J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M. Van der Linden, P.J. Dai, X. Maskell, K. Johnson, C.A. (eds), Cambridge University Press: Cambridge; pp: 99-181.

- 12- Huth, R. 1999. Testing for trends in data unevenly distributed in time. *Theoretical and Applied Climatology*, 64: 151-162.
- 13- Kadioglu, M. 1997. Trends in surface air temperature data over Turkey. *International Journal of Climatology*, 17: 511-520.
- 14- Nazemosadat, M.J., Samani, N., Barry, D.A., and Molaali Niko, M. 2006. Enso forcing on climate change in Iran: precipitation analysis. *Iranian Journal of Science and Technology*, 30: 555-565.
- 15- Price, C., Michaelides, S., Pashiardis, and S., Alpert, P. 1999. Long term changes in diurnal temperature range in Cyprus. *Atmospheric Research*, 51: 85-98.
- 16- Proedrou, M., Theoharatos, G., and Cartalis, C. 1997. Variations and trends in annual and seasonal air temperature in Greece determined from the ground and satellite measurements. *Theoretical and Applied Climatology*, 57: 65-78.
- 17- Silva, M.E.S., Carvalho, L.M.V., Da Silva Dias, M.A.F., and Xavier, M.B.S. 2006. Complexity and predictability of daily precipitation in a semi-arid region: an application to Ceara, Brazil. *Nonlinear Processes in Geophysics*, 13: 651-659.
- 18- Sneyers, R. 1990. On the statistical analysis of series of observation. World Meteorological Organization (WMO). Technical Note. No. 143, Geneva: 192 pp.
- 19- Srikanthan, R., and McMahon, T.A. 2000. Stochastic generation climate data: Areview. CRCCH Report 00/16, Monash University, Clayton. 34 pp.
- 20- Thyer, M.A. 2001. Modeling long-term persistence in hydrological time series. Ph D Thesis, University of Newcastle.
- 21- Tayanc, Karaea, M., and Yenigun, O. 1997. Annual and seasonal air temperature, trend patterns of climate change and urbanization effects in relation to air pollutants in Turkey. *Journal of Geophysical Research*, 102: 1909-1919.
- 22- Turkes, M., Sumer, U.M., and Kilie, G. 1995. Variations and trends in annual mean air temperatures in Turkey with respect to climate variability. *International Journal of Climatology*, 15: 557-569.
- 23- Turkes, M. Sumer, U.M., and Demir, I. 2002. Re-Evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929-1999. *International Journal of Climatology*, 22: 947-977.
- 24- Xie, Z., and Cao, X.H. 1996. Asymmetric Changes in Maximum and Minimum Temperature in Beijing. *Theoretical and Applied Climatology*, 55: 151-156.