

تغییرات دوره‌های دمای ایران

دکتر حسین محمدی

عضو هیأت علمی دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران

چکیده

هستند. تغییراتی که در یک دوره ثابت اتفاق می‌افتد را به طریقی می‌توان به عنوان تغییرات دوره‌ای تلقی نمود. از طرفی سری‌ها دارای تغییرات دوره‌های ثابتی نیستند، اما تغییرات دوره‌ای آنها قابل پیش بینی می‌باشد. بر این اساس آهنگ بلند مدت تغییرات سری‌ها (بیش از یک سال) را تغییرات دوره‌ای گویند.

در این راستا تغییرات دوره‌ای دمای سالانه ایران در ابتدا برای ۱۱۰ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی محاسبه سپس ایستگاه‌های سینوپتیک اصفهان، اهواز، بندرانزلی، بندرعباس، تبریز، خرم آباد، زاهدان، مشهد و یزد که داده‌های دمای آنها در طول ۳۵ سال کامل بوده و نیاز به بازسازی نداشته‌اند، انتخاب گردید.

موضوع و هدف تحقیق

موضوع این تحقیق تحلیل و پیش بینی تغییرات دوره‌ای دمای ایران است و هدف از انتخاب این موضوع را می‌توان در قالب سنجش، تحلیل و پیش بینی تغییرات دوره‌ای سری‌های دمای سالانه ایستگاه‌های انتخابی ایران جستجو نمود.

مسئله تحقیق

مسئله تحقیق این مقاله را می‌توان با سؤال زیر خلاصه نمود:
آیا دمای ایران دارای تغییرات دوره‌ای است؟

پیشینه تحقیق

تاکنون محققین بسیاری کوشیده‌اند تا در تحلیل‌های خود به تبیین دقیق تغییرات دما در حوضه‌های مختلف بپردازند. با توجه به محدودیت‌های آماری محققین هر کدام از زاویه‌ای به مسائل تغییرات دما نگریسته‌اند. در این راستا محققین به شیوه‌های توصیفی و کمی از زاویه‌ای خاص به بررسی تغییرات دما پرداخته‌اند.

هیچ کدام از این تحقیقات تصویر روشن و کاملی از تغییرات دوره‌ای دمای ایران برای ما ایجاد نمی‌کنند. محققین خارجی مناسب‌تر به این امر

جامعه آماری مورد استفاده این تحقیق دمای فصلی و سالانه ایران در طول دوره ۳۵ ساله (۱۹۹۵-۱۹۶۰) بود. در این راستا در بین ۱۱۰ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی ایستگاه‌های سینوپتیک اصفهان، اهواز، بندرانزلی، بندرعباس، تبریز، خرم آباد، زاهدان، مشهد و یزد که داده‌های دمای آنها در طول ۳۵ سال کامل بوده و نیاز به بازسازی نداشته‌اند انتخاب گردید. سری‌های دمای سالانه ایستگاه‌های انتخابی ایران برای تحلیل تغییرات دوره‌ای با آزمون‌های عاملی و ناعاملی سنجیده شدند. بر اساس سنجش سری‌ها، سری‌های دمای اهواز، بندرعباس، خرم آباد و مشهد از الگوهای تغییرات دوره‌ای پیروی می‌کنند و بقیه ایستگاه‌ها بدون تغییرات دوره‌ای بودند. سری‌های دارای تغییرات دوره‌ای با شیوه تغییرات درصدی، تغییرات دوره‌ای شان تحلیل و پیش بینی شد.

با توجه به تحلیل و پیش بینی تغییرات دوره‌ای دمای ایستگاه‌ها، قسمت‌های شمال شرقی، جنوب و جنوب غربی ایران دارای تغییرات دوره‌ای هستند و قسمت‌های مرکزی، شمال و شمال غربی ایران از الگوهای تغییرات دوره‌ای پیروی نمی‌کنند.

واژگان کلیدی

سری‌های دما، تغییرات دوره‌ای، دمای فصلی، آزمون‌های عاملی، خود همبستگی.

مقدمه

تغییر آب و هوای سیاره زمین موضوع مطالعات زیادی در سراسر دنیا شده است. بیشتر این مطالعات بر روی دما متمرکز شده است. این مطالعات دلالت بر آن دارند که متوسط دمای هوای کره زمین در قرن گذشته تغییر کرده است. دما یک متغیر ترمودینامیک مهم جوّی است که تغییر آن منشاء بسیاری از تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیست محیطی می‌باشد و اندازه‌گیری‌های آن در مقایسه با سایر عناصر جوّی از سابقه طولانی تری برخوردار است.

تغییرات دوره‌ای تغییرات بلند مدت سری‌ها می‌باشد. تغییرات دوره‌ای از مؤلفه‌های روند، نوسانات فصلی و تغییرات تصادفی مجزا

پرداخته‌اند.

وب^(۱) و همکارش (۱۹۹۳) تغییرات دما در سرچشمه حوضه آبریز رودخانه بلک بال^(۲) در جنوب غربی انگلستان را بررسی نموده‌اند. رابند^(۳) (۱۹۹۶) به تحلیل تغییرپذیری و قابلیت تغییر پذیری اشاره نموده است. او با استفاده از دمای سطحی و بارش با مدل‌های اقلیمی به تحلیل تغییرات دما و بارش پرداخته است. وینکلر^(۴) (۱۹۹۷) تغییرات دما را با میزان CO₂ با استفاده از GCM بررسی نموده است. او در تحلیل خود از شاخص‌های آماری مختلفی برای بررسی تغییرات دمای مناطقی از آمریکا (میشیگان) و اروپا (اسپانیا) استفاده کرده است و در قالب سناریوهای مختلف به تحلیل‌های خطی و غیر خطی متغیرهای اقلیمی پرداخته است. استنچیکف^(۵) (۱۹۹۹) با استفاده از مدل‌های اقلیمی به تحلیل تغییرات دما با توجه به ترکیبات جو و آلاینده‌های جوی پرداخته است. همچنین ترکز (۱۹۹۵) به نوسان روند دمای ترکیه پرداخته است.

به دنبال طرح جدی مسئله تغییر اقلیم ناشی از فعالیت‌های بشر، ضرورت انجام مطالعاتی در این زمینه در کشور پیش از پیش احساس گردید (رحیم زاده و عسگری، ۱۳۸۳) در این راستا در اواسط دهه ۷۰ شمسی، مطالعاتی به منظور آشنایی با مفاهیم اصلی تغییر اقلیم صورت گرفت (نوریان، ۱۳۷۶، عسگری، ۱۳۷۲، برایتان و رحیم زاده، ۱۳۷۷، باقری و کوچکی، ۱۳۷۶، محمدی، ۱۹۹۸، ۲۰۰۰، جاوری، ۱۳۸۰) که این نویسندگان در مقالات خود به بحث تغییر اقلیم در دهه‌های اخیر پرداخته‌اند. بعد از آن با استفاده از داده‌های دما در تعدادی از ایستگاه‌های هواشناسی مطالعات موردی در زمینه تغییر دما صورت گرفت (علیجانی، ۱۹۹۸، ۱۳۷۵، غیور و مسعودیان، ۱۳۷۶، جهادی، ۱۳۷۸، بختیاری، ۱۳۸۱، رسولی، ۱۳۸۱، محمدی و تقوی، ۱۳۸۴).

متغیرها و مقیاس سنجش تحقیق

متغیرهای مورد استفاده، متغیرهای کمی هستند، این متغیرها در قالب متغیرهای مستقل و متغیرهای وابسته مورد سنجش قرار می‌گیرند. متغیرهای مستقل طول دوره سری‌های دما می‌باشند و متغیرهای وابسته سری‌های دمای فصلی و سالانه ایستگاه‌های انتخابی ایران است. مقیاس مورد نظر در قالب مقیاس نسبتی می‌باشد که با تحلیل‌های آماری پیشرفته قابل بررسی است.

روش تحقیق

در این تحقیق متناسب با نوع محتوای داده‌ها و چگونگی سنجش داده‌ها روش تحقیق غیر آزمایشی که شامل روش‌های تحقیق پیمایشی از نوع طولی، تحقیق همبستگی و تحقیق علی می‌باشد، استفاده شده است.

ابزار و جامعه تحقیق

ابزار تحقیق مورد استفاده متناسب با روش تحقیق مورد نظر، مدل‌های

سری‌های زمانی و آماری پیشرفته می‌باشد.

در تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای مختلفی مانند S-PIUS2000, VISO2000, SPSS, MINITAB, STSTISTICA, MATHCAD2000 استفاده شده است.

جامعه آماری مورد استفاده دمای فصلی و سالانه ایران در طول دوره ۳۵ ساله (۱۹۹۵-۱۹۶۰) می‌باشد و حجم پژوهش با توجه به محاسبه قابلیت اعتماد یا پایانی^(۶) ۱۱۰ ایستگاه سینوپتیک و اقلیم‌شناسی در سه مرحله به روش آلفای کروناخ^(۷) ایستگاه‌های سینوپتیک اصفهان، اهواز، بندرانزلی، بندر عباس، تبریز، خرم‌آباد، زاهدان، مشهد و یزد می‌باشد. در دادن کمیت برای محاسبه ضریب پایانی از روش تصادفی استفاده شده است. در انتخاب ایستگاه دو عامل ضریب پایانی بالا (در مرحله سوم اندازه‌گیری حد بالاتر از ۰/۷ مبناء بوده) و طول دوره «۳۵ سال» بوده است. نکته‌ای که در اینجا لازم به اشاره است این که ایستگاه‌های انتخابی موزائیک مناسبی از ایران را شامل می‌شود. داده‌های دما در طول ۳۵ سال کامل بوده و نیاز به بازسازی نداشته‌اند.

تحلیل و پیش بینی تغییرات دوره‌ای دمای ایران

تحلیل تغییرات دوره‌ای^(۸) به علت اینکه پایدار نیستند، مشکل است. مدل‌های تغییرات دوره‌ای به صورت زیر است (استنتن ۱۹۸۹):

$$Y_t = T_t + S_t + C_t + \zeta_t \quad (۱) \text{ مدل جمعی}$$

$$Y_t = T_t \times S_t \times C_t \times \zeta_t \quad (۲) \text{ مدل ضربی}$$

مؤلفه‌های دوره‌ای مورد نظر بستگی به مدل انتخابی آنها دارند. قبل از تحلیل مدل‌های دوره‌ای لازم است ابتدا در امر تحلیل تغییرات دوره‌ای به تصمیم‌گیری پرداخت.

تصمیم‌گیری برای پیش بینی مدل‌های تغییرات دوره‌ای

برای سنجش تغییرات دوره‌ای لازم است از آزمون‌های آماری استفاده شود. یکی از شیوه‌های سنجش تغییرات دوره‌ای استفاده از آزمون فصول لازم برای غلبه یا اثر غالب دوره‌ای^(۹) یا QCD است.

آزمون‌های ناعاملی

آزمون اثر غالب دوره‌ای
مدل ضربی:

$$T_t \times C_t \approx MA_t \quad (۳)$$

$$S_t \times \zeta_t = \frac{S_t \times T_t \times C_t \times \zeta_t}{T_t \times C_t} \quad (۴)$$

$$\varepsilon_t = \frac{T_t \times C_t}{S_t \times \zeta_t} \quad (۵)$$

با توجه به آزمون اثر غالب دوره‌ای، مقادیر محاسبه شده برای دمای فصلی ایستگاه‌های انتخابی ایران در جدول شماره ۱ تنظیم شده است. با توجه به جدول شماره ۱ می‌توان نتیجه گرفت که سری‌های زاهدان و بندرعباس با احتمال ۹۵٪ دارای تغییرات دوره‌ای هستند و بقیه سری‌ها تغییرات دوره‌ای ندارند و یا بسیار ضعیف دارند.

جدول شماره ۱- مقادیر QCD دمای فصلی ایستگاه‌های انتخابی ایران

۶/۶۸۴	۱۰/۱۴۷	۰/۰۷۶۲	۷/۴۱	۶۳/۲۲	۰/۰۳۱۸	۷۶/۲۱	۵/۴۲۴	۱۱/۹۷	QCIDI-Q
۴/۲۱۵	۵/۵۱۷	۰/۰۷۲۱۵	۴/۰۸	۳۴/۳۳۲	۰/۰۳۶۲	۵۶/۱۲	۳/۲۳۷	۸/۵۷	QCD2-Q

همبستگی مانده‌های بدون روند و غیرفصلی سری‌ها مورد تحلیل قرار گرفت. برای محاسبه ضریب خود همبستگی ساده در طول وقفه‌ها از معادله زیر می‌توان استفاده نمود:

$$r_k = \frac{\sum(Y_{t-k} - \bar{Y})(Y_t - \bar{Y})}{\sum(Y_t - \bar{Y})^2} = \frac{\sum(Y_{t-k} - \bar{Y})(Y_t - \bar{Y})}{SS_{yy}} \quad (۷)$$

با توجه به آزمون، وضعیت دمای سالانه ایستگاه‌های انتخابی در جدول شماره ۳ تنظیم شده است.

جدول شماره ۳- ضرائب تابع خود همبستگی مانده‌های دمای ایران.

ضرائب تابع خود همبستگی با وقفه‌های مختلف		نام ایستگاه		
۱۶	۱۲	۸	۴	وقفه‌ها
-۰/۰۷۷	۰/۰۹۷۶	۰/۰۳۱۸	۰/۱۰۲	اصفهان
۰/۰۴۷۶	۰/۱۱۴۵	-۰/۱۱۵۱	-۰/۰۴۸۲	اهواز
۰/۸۶۲	۰/۸۹۱	۰/۹۲۴	۰/۹۵۶	بندر انزلی
۰/۰۹۹۹۷	۰/۰۵۴	-۰/۰۶	-۰/۰۸۹۵	بندرعباس
-۰/۰۶۰۹	۰/۰۵۵۷	-۰/۱۹۶	۰/۰۶۲	تبریز
۰/۰۰۵	۰/۱۷۵	۰/۱۷	۰/۲۶۲	خرم‌آباد
۰/۰۱۲۹	۰/۱۱۷	۰/۱۷۹	۰/۰۲۷۵	زاهدان
۰/۰۷۸۷	۰/۰۷۴۹	۰/۰۷۳۲	۸۴۸	مشهد
-۰/۰۴۹	۰/۰۷۳	-۰/۰۰۲۸	۰/۱۳۲	یزد

آزمون‌های نا عاملی برای دمای ایران

تفاوت عمده بین آزمون‌های عاملی باناعاملی این است که در آزمون‌های عاملی توزیع داده‌ها باید بهنجار باشد.

آزمون نسبت وان نیومن

یکی از آزمون‌های نا عاملی سنجش تغییرات دوره‌ای آزمون وان نیومن است،^(۱۰) یعنی:

$$M = \frac{SS_{\Delta y}}{SS_{yy}} \quad (۶)$$

$SS_{\Delta y}$ میانگین مربع تفاوت‌های اولیه و SS_{yy} واریانس ساده است. قاعده آزمون:

مانده‌های سری مستقل هستند $H_0 =$

مانده‌های سری خود همبسته مثبت هستند $H_a =$

قاعده تصمیم‌گیری: $Reject: H_0 \text{ if } RM < RM_a$

ضرائب این آزمون در جدول شماره ۲ تنظیم شده است:

با توجه به جدول شماره ۲ چون تمامی ضرائب از حد معیار یعنی ۱/۶۷ بزرگتر هستند، لذا فرض صفر رد نمی‌شود و با احتمال ۹۵٪ نتیجه گرفته می‌شود که تمامی سری‌های دمای فصلی دارای مانده‌های مستقل هستند و نیازی به مولفه تغییرات دوره‌ای ندارند. یعنی سری دمای فصلی ایستگاه‌های انتخابی ایران تغییرات دوره‌ای ندارند.

با توجه به جدول شماره ۳، می‌توان نتیجه گرفت که به جز سری مانده‌های بندر انزلی، مانده‌های سری‌های دمای ایران مستقل هستند.

جدول شماره ۲- ضرائب آزمون وان نیومن برای سنجش تغییرات

دوره‌ای دمای ایران

۱/۹۸۲	۱/۹۵۴	۱/۹۶۹	۱/۸۸۵	۱/۹۷	۱/۹۵	۱/۹۶۷	۱/۹۳۸	۱/۹۶۴	RM

آزمون‌های عاملی برای سنجش تغییرات دوره‌ای دمای ایران

برای سنجش تغییرات دوره‌ای دمای سالانه ایران از آزمون‌های عاملی خود همبستگی و همبستگی متقابل استفاده شد.

آزمون تابع خود همبستگی

با توجه به مانده‌های سری دمای ایستگاه‌های انتخابی، تابع خود

تابع همبستگی متقابل

تابع همبستگی متقابل^(۱۱) در واقع همبستگی متغیرها را با وقفه‌های معین اندازه‌گیری می‌کند. تابع همبستگی متقابل را در وقفه‌های معین می‌توان از معادله زیر محاسبه نمود (هاول ۱۹۸۹):

$$r_{xy}(K) = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (x_t - \bar{x})(y_{t+k} - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{t=1}^{n-k} (x_t - \bar{x})^2 \times \sum_{t=1}^{n-k} (y_t - \bar{y})^2}} \quad (۸)$$

قاعده تصمیم‌گیری

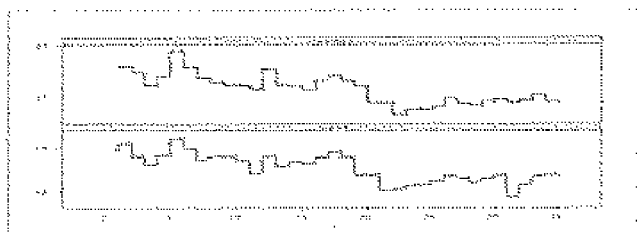
Reject: $H_0 \text{ if } |r_{xy}(K)| > 2\sqrt{n-k}$

تابع همبستگی متقابل ایستگاه‌های انتخابی ایران اندازه‌گیری شد. توجه به آزمون سنجش تغییرات دوره‌ای ضرائب تعیین شده دمای سالانه در جدول شماره ۴ تنظیم شده است.

جدول شماره ۴: تابع خود همبستگی متقابل دمای سالانه ایستگاههای انتخابی ایران

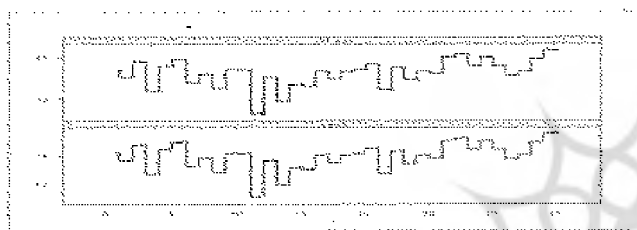
۰/۳۵۹	۰/۴۳۵	۰/۳۱۲	۰/۸۰۳	۰/۲۶۶	۰/۵۱۵	۰/۲۵۹	۰/۵۱۰	۰/۳۶۲	$r_{xy}(K)$

نمودار شماره ۳: پیش بینی تغییرات دوره‌ای دمای سالانه خرم آباد با مدل تغییرات درصدی



با توجه به جدول شماره ۴، سری‌های دمای اهواز، بندرعباس، خرم آباد، مشهد در طول چند وقفه از حد معیار ضرایب همبستگی متقابل یعنی $0/338$ بزرگتر هستند، لذا فرض صفر رد می‌شود و نتیجه گرفته می‌شود که سری‌های دمای سالانه ایستگاه‌های اهواز، بندرعباس، خرم آباد و مشهد تغییرات دوره‌ای را نشان می‌دهند و بقیه سری‌ها تغییرات دوره‌ای ندارند.

نمودار شماره ۴: پیش بینی تغییرات دوره‌ای دمای سالانه مشهد با مدل تغییرات درصدی



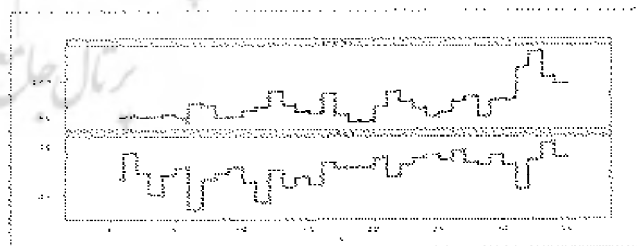
پیش بینی تغییرات دوره‌ای دمای ایران

برای پیش بینی تغییرات دوره‌ای از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. نمونه‌ای از این روش‌ها، پیش بینی تغییرات دوره‌ای با شیوه تغییرات درصدی در متغیرها است. برای محاسبه تغییرات دوره‌ای با روش درصد تغییرات در متغیرها از معادله زیر استفاده می‌شود. (استنتن ۱۹۸۹):

$$Y_{t+1} = (1 + \frac{(Y_{t+1} - Y_t)/Y_t}{\% \Delta X_{t-k}} - x \% \Delta X_{t-k}) Y_t \quad (9)$$

با توجه به معادله بالا برای ایستگاه‌های اهواز، بندرعباس، خرم آباد و مشهد استفاده شد و تغییرات دوره‌ای آنها پیش بینی شد. نمودارهای شماره ۱ تا ۴ تغییرات دوره‌ای سری‌ها را نشان می‌دهد.

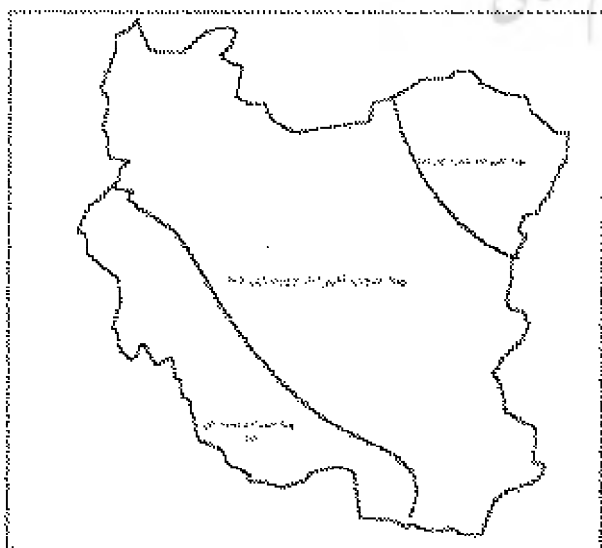
نمودار شماره ۱: پیش بینی تغییرات دوره‌ای دمای سالانه اهواز با مدل تغییرات درصدی



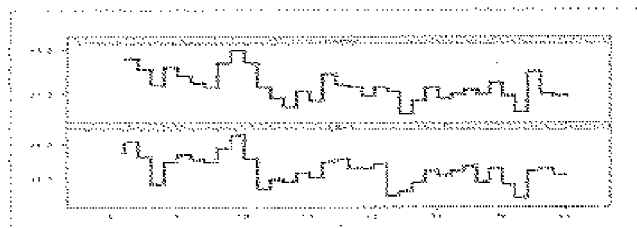
یافته‌های تحقیق

با توجه به سنجش و تحلیل سری‌های دمای سالانه ایستگاه‌های انتخابی ایران، ایستگاه‌های اهواز، بندرعباس، خرم آباد و مشهد دارای تغییرات دوره‌ای و بقیه ایستگاه‌ها از الگوهای تغییرات دوره‌ای پیروی نمی‌کنند. بر این اساس تغییرات دوره‌ای سری‌های اهواز، بندرعباس، خرم آباد و مشهد پیش بینی شد. با توجه به گستره تغییرات دوره‌ای دمای ایران، مناطق دارای تغییرات دوره‌ای مشخص شد. نقشه شماره ۱ پهنه‌های دارای تغییرات دوره‌ای دمای ایران را نشان می‌دهد.

نقشه شماره ۱: پهنه‌های دارای تغییرات دوره‌ای دمای ایران



نمودار شماره ۲: پیش بینی تغییرات دوره‌ای دمای سالانه بندرعباس با مدل تغییرات درصدی



منابع و مأخذ

- 20- Mohammadi,H. 2000. Annual Rainfall Trend over The Central Elburz of Iran, 29th IGU Seaul, Korea.
- 21- Turkes, M. 1995. Variations and Trends in Annual mean air temperatures in Turkey With respect to Climate Variability, Int. J. Climatol. Vol. 15, PP.557-690.

پی نوشت

- 1) B.W.Webb
- 2) Black Ball
- 3) D. Rind
- 4) Winkler
- 5) Stenchikof
- 6) Reliability
- 7) Cronbach, s Alpha
- 8) Cyclical Changes
- 9) Quarters for Cyclical Dominance
- 10) Von Neumann Test
- 11) Cross - Correlation

- ۱- باقری، عبدالرضا و عوض کوچکی، ۱۳۷۶، گرم شدن کره زمین و ضرورت تدوین طرح‌های به‌نژادی، نیوار، شماره ۳۳، صص ۱۸-۹
- ۲- بختیاری، بهرام، ۱۳۸۱، نگرشی تحلیلی بر تغییر اقلیم بارندگی و دمای شهر کرمان، سومین کنفرانس ملی تغییر اقلیم اصفهان
- ۳- ایرایتان، علی و فاطمه رحیم زاده، ۱۳۷۷، پارامترهای مؤثر بر تغییر اقلیم، نیوار شماره ۳۷، صص ۴۷-۵۸
- ۴- جاوری، مجید، ۱۳۸۰، تغییرات زمانی دما و بارش ایران، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تهران، ۱۳۸۰
- ۵- جهادی طریقی، مهناز، ۱۳۷۸، تعیین تغییرات دما و بارش شهر مشهد طی دوره آماری ۱۹۴-۱۹۵۱، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۵۴ و ۵۵ صص ۱۶۵-۱۵۱.
- ۶- رحیم زاده، فاطمه و احمد عسگری، ۱۳۸۳، نگرشی بر تفاوت نرخ افزایش دمای حداقل و حداکثر و کاهش دامنه شبانه‌روزی دما در کشور، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره پیاپی ۷۳، صص ۱۷۱-۱۵۵
- ۷- رسولی، علی اکبر، ۱۳۸۱، تحلیل مقدماتی سری‌های زمانی دمای هوای شهر تبریز، نیوار شماره ۴۶ و ۴۷ صص ۲۶-۷.
- ۸- عسگری، احمد، ۱۳۷۲، تغییر اقلیم، نیوار شماره ۱۳ تا ۱۶ صص ۵۵-۴۷.
- ۹- علیجانی، بهلول، ۱۳۷۵، تغییرات زمانی دمای تهران، خلاصه مقالات، اولین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم.
- ۱۰- غیور، حسنعلی و ابوالفضل مسعودیان، ۱۳۷۶، اثرات گرم‌تر شدن زمین بر چرخه آب در طبیعت، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره پیاپی ۴۶ صص ۵۱-۳۶.
- ۱۱- محمدی، حسین و فرحناز تقوی، ۱۳۸۴، بررسی روند شاخص‌های حدی دمای تهران، پژوهش‌های جغرافیایی دانشگاه تهران، شماره ۵۴، صص ۱۷۲-۱۵۱.
- ۱۲- نوریان، علی محمد، ۱۳۷۶، تریدهای علمی در تغییر آب و هوای کره زمین، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۵ صص ۱۲-۶.
- 13- Howell D.C. 1989. Fundamental Statistics for the Behavioral Sciences, Pwsken, USA.
- 14- Rind.D. 1999. Climate Variability & Climate Change Flsevier New york.
- 15- Stanton, W.L., 1989. Statistical Forecasting Methods, Pwsken, Landon.
- 16- Stenchikov, G.L., 1999. Computer Experiments With a Coarse-Grid Hydrodynamic Climate Model, Elsevier, New york.
- 17- Webb. B.W, 1993. Longer - Term Water Temperature, Behaviour in Upland Stream. Journal Hydrological Processes. Vol. 7.No 1. ianuary- March 1993.
- 18- Winkler, J.A, 1997. The simulation of Daily Temperature Time Series from GCM, journal of Climate, Vol 10, October 1997.
- 19- Mohammadi, H. 1998. Seasonal Rainfall Regime in the Central Elburz of Iran, Unpublish PHD Thesis, Newcastle Upon Tyne University, UK.