

# مدلی برای پیش‌بینی تغییرات دمایی با استفاده از مطالعات رژیم دمایی و روند تغییرات آن در طول زمان (مطالعه موردی ایستگاه تبریز)

رشید سعیدآبادی\*

دکتر سعید جهانبخش\*\*

دکتر احمد فاخری فرد\*\*\*



## چکیده

در این مطالعه به منظور بررسی رژیم دمایی و تغییرات آن در ایستگاه تبریز میانگینهای ماهانه و فصلی دما برای مدت پنجاه سال (۱۹۵۱ الی ۲۰۰۰) محاسبه گردیده و مدل‌های سری زمانی ماهانه برای هر ماه به دست آمده است. نتایج بررسیها نشان می‌دهند که میزان افزایش دمای میانگین و نیز افزایش حداقل و حداکثر دما در ماههای مختلف متفاوت می‌باشند. مقایسه روند تغییرات دما و بارندگی، وجود رابطه معکوس بین این دو پارامتر اقلیمی را کاملاً آشکار می‌سازد. به طور کلی با توجه به این که سیستم‌های ایجاد بارندگی در منطقه آذربایجان عمدتاً ناشی از نفوذ توده‌های هوای سرد (در فصل سرد سال) و همچنین صعودهای اوروگرافیکی می‌باشند، لذا افزایش حداقل دما به هر

---

\* دانشجوی دوره دکتری جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز

\*\* دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز

\*\*\* استادیار گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه تبریز

دلیلی که باشد، تأثیر منفی در وقوع بارندگیهای منطقه مورد مطالعه خواهد گذاشت. در مطالعه حاضر این موضوع با بررسی نمودارهای سه گانه دما و بارندگی مشخص گردیده است.

**واژه‌های کلیدی:** تغییرات اقلیمی - پیش‌بینی - بارندگی - دما - ایستگاه تبریز

## مقدمه

نتایج تحقیقات و مطالعات گسترده‌ای که در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ توسط دانشمندان کشورهای مختلف در مورد واکنشهای جوی به انجام رسیده است، نشان می‌دهند که وضعیت اقلیم جهانی کاملاً تصادفی نبوده و تغییرات اوضاع آبی آن قابل پیش‌بینی می‌باشد (امامی، ۱۳۷۹: ۸۴۷). بدون شک درصدی از فرایندهای اقلیمی به عوامل تصادفی وابسته بوده ولی نظم خاصی نیز بر سیستمهای آب و هوایی حاکم است که باید مورد شناسایی قرار گیرند. دما به عنوان مهمترین عامل اقلیمی، عنصری است که رابطه قوی ولی معکوسی با بارندگی داشته و پایه اصلی مدل‌های اقلیمی را تشکیل می‌دهد. از آنجایی که مهمترین چالشهای قرن بیست و یکم، مشکلاتی نظیر بحران آب، توسعه پایدار، مدیریت خشکسالی و سیلاب برآورده شده‌اند، لذا این تحقیق به منظور ایجاد مدل‌های پیش‌بینی درازمدت اقلیم برای مدیریت مناطق خشک و نیمه خشکی نظیر کشور ایران انجام گردیده است (امانپور، ۱۳۷۸).

## پیشینه تحقیق

دما یکی از عمده‌ترین و اساسی‌ترین عوامل در تعیین نقش و پراکندگی بقیه عناصر اقلیمی و یکی از شاخصهای اصلی در پهنه‌بندی و طبقه‌بندی اقلیمی به شمار می‌رود. علاوه بر آن، دما اثرات انکارناپذیری بر فعالیت‌های انسانی و همچنین فرایندهای طبیعی مانند چرخه آب دارد. قسمت عمده‌ای از تحقیقات با به کارگیری روشهای آماری سعی در شبیه‌سازی رفتار فراسنجهای اقلیمی، توجهی خاص به سریها و مقادیر دمایی نموده‌اند.

کلی و جونز (۱۹۹۹) الگوهای مکانی تغییرپذیری داده‌های دمای هوای سطح زمین را مورد بررسی قرار داده‌اند. آنها چهار فاکتور اصلی، شامل عرض جغرافیایی، نوسانات جنوبی

النینو، تغییرات دمای سطح اقیانوسها و نوسانات اقیانوس اطلس را در تغییرات دما مؤثر تشخیص دادند.

گیور و عساکره (۱۳۸۰) نوسانات اطلس شمالی و نوسانات اقیانوس آرام جنوبی را در تغییرات دمای جنوب ایران با استفاده از آمار ۱۰۴ ساله بندر جاسک مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفته‌اند که مؤلفه نوسانی شاخص نوسانات جنوبی و شاخص نوسانات اقیانوس اطلس شمالی به شدت بر دمای جاسک مؤثر بوده و در مجموع تا ۴۰٪ تغییرات مؤلفه‌های نوسانی دما را توجیه می‌کند.

میلیونز و دیویس (۱۹۹۴) از مدل باکس و جنکینز برای تحلیل آنومالیهای دمایی استفاده نموده‌اند و این مدل را نسبت به سایر مدل‌های تحلیل سریهای زمانی کاملاً مفید تشخیص داده‌اند. این مدل از لحاظ ریاضی قابل قبول بوده و اطلاعات بیشتری تولید می‌کند.

لیت و پیکسوتر (۱۹۹۶) طولانی‌ترین سریهای زمانی دما و بارش را بررسی نموده و مقادیر مشاهداتی را با مقادیر محاسباتی مورد مقایسه قرار داده‌اند. آنها نتیجه گرفتند که مقادیر دما تغییرپذیری قابل توجهی، هم در مقیاس سالانه و هم در مقیاس طولانی‌تر (دهه‌ای) داشته است. مطالعه آنها نشان می‌دهد که وجود روند افزایش سالانه دما در مقیاس جهانی را نمی‌توان به تأثیر گلخانه‌ای نسبت داد.

## روش تحقیق

پیش‌بینی تغییرات اقلیمی یکی از مسایل مهم در اقلیم‌شناسی می‌باشد که تا دو دهه اخیر ماهیت کاملاً تصادفی برای تغییرات سالانه آن در نظر گرفته می‌شد (امامی، ۱۳۷۹: ۸۴۷). براساس این فرض، پیش‌بینیهای آتی هواشناسی و هیدرولوژیکی از بستر زمانی خود حذف شده و ماهیت احتمالی به خود می‌گرفت. در حال حاضر نیز آنالیزفرکانس دوره‌ای رویدادها براساس فرضیه فوق استوار است و نتایج آن صرفاً داده‌های طراحی را فراهم می‌کند.

در این تحقیق به منظور مطالعه عامل دما در ایستگاه تبریز برای مدت پنجاه سال (۱۹۵۱ تا ۲۰۰۰) متغیرهای میانگین، حداکثر و حداقل دما مدل‌بندی شده و روند تغییرات ماهانه و سالانه آنها مشخص گردیده است. به این منظور از نرم‌افزار آماری SPSS11 سریهای زمانی برای هر ماه از سال تطبیق داده شده و بهترین مدل خطی برای پیش‌بینی دمای هر ماه ارائه شده است.

سری زمانی، مجموعه‌ای مسلسل از مشاهدات در طول زمان است؛ و به بیانی دقیق‌تر، سری زمانی مجموعه متوالی داده‌های یک فرایند تصادفی در طول زمان می‌باشد که معمولاً با فاصله‌های مساوی از یکدیگر انتخاب می‌شوند. هدف از مدل‌بندی سری‌های زمانی، یافتن نظم خاصی میان مشاهدات وابسته به زمان، یا تطبیق دادن داده‌ها به یکی از مدل‌های نظری موجود می‌باشد (بزرگ‌نیا، ۱۳۶۶). مساوی گرفتن فاصله‌های زمانی عمل مدل‌بندی را ساده‌تر می‌کند. منظور از پیش‌بینی در سری زمانی برآورد مقادیری از مجموعه داده‌ها است که در زمان اجرای تحلیل مقادیر آنها مجهول می‌باشد. این مشاهدات می‌توانند مقادیر گمشده سری باشند که در این صورت پیش‌بینی را رو به عقب می‌نامند. پیش‌بینی‌ها می‌توانند به برآورد مقادیر آینده سری نیز بپردازند که در این حالت پیش‌بینی را رو به جلو می‌نامند (علیزاده، ۱۳۷۴).

مدلهای خود بازگشت سریهای زمانی به داده‌ها (میانگین دمایی ماهانه) برازش یافته‌اند. مدل خود بازگشت مدلی است که هر مشاهده سری زمانی را به ترکیب خطی از یک یا چند مشاهده قبل از آن نسبت می‌دهد. مثلاً در رابطه ۱ مدل خود بازگشت مرتبه ۲ را با ضرایب  $a_1$  و  $a_2$  مقدار ثابت  $\mu$  نشان می‌دهد، زیرا هر مشاهده در هر زمان دلخواه به دو مشاهده قبل از خود باز می‌گردد.

(۱)

در رابطه فوق  $e_t$  خطای مدل در لحظه  $t$  است. به عبارت دیگر مدل رگرسیون خطی از سری زمانی  $y_t$  به عنوان متغیری وابسته را بر حسب متغیرهای  $y_{t-1}, y_{t-2}, \dots$  نشان می‌دهد. فرایندهای میانگین متحرک در توصیف پدیده‌هایی مفید هستند که در آن پیشامدها یک اثر آتی را تولید می‌کنند که برای مدت زمانی کوتاه باقی می‌ماند. یک فرایند میانگین متحرک همواره ایستا است.

(۲)

در رابطه فوق  $a_1$  فرایند تصادفی اغتشاش با میانگین صفر و با واریانس  $\sigma^2$  است. فرایند ایستا و وارون‌پذیر را به شکل میانگین متحرک یا به صورت خود همبسته می‌توان نشان داد. البته ممکن است تعداد پارامترها زیاد باشند. این موضوع حتی برای یک میانگین متحرک و یک الگوی با مرتبه متناهی نیز می‌تواند صادق باشد. با توجه به این که زیاد بودن تعداد پارامترها و کارایی مدل را در برآورد کردن مقادیر آتی کاهش می‌دهد، بنابراین در ساختن یک الگو لحاظ کردن جملات خود همبسته و میانگین متحرک منجر به فرایند مرکب و مفید خود همبسته میانگین متحرک

( ARMA = Autoregressive Moving Average ) می‌شود . رابطه ۳ یک فرایند مرتبه دوم را نشان می‌دهد .

(۳)

با وجود این که بسیاری از سریهای زمانی نایستا هستند، به خاطر بعضی نیروهای تعادلی، رفتار بخشهای مختلف این سریها بسیار شبیه هم می‌باشند و اختلاف آنها در سطوح میانگین محلی است . این نوع رفتار نایستایی را نایستایی همگن می‌نامند . یک سری نایستایی همگن، با تفاضلی کردن مناسب سری کلی، به یک سری ایستا تبدیل می‌شود . الگوی نایستای همگن تبدیل به یک الگوی خود همبسته تلفیق شده با میانگین متحرک از مرتبه  $(p,d,q)$  شده و به صورت  $(p,d,q)$  ( ARIMA = Autoregressive Integrated Moving Average ) نشان داده می‌شود .

### نتیجه

بر اساس مقادیر محاسبه شده برای ضرایب مورد نیاز در فرمول ۳ مدل پیشنهادی برای ماه ژانویه در ایستگاه تبریز به شکل فرمول ۴ که یک مدل ARIMA با مرتبه  $(۱,۱)$  می‌باشد، با استفاده از مدل فوق برای سالهای ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ مقادیر میانگین دما برای ایستگاه تبریز به ترتیب  $۱/۴ -$  و  $۲/۲ -$  درجه سانتیگراد پیش‌بینی می‌شود .

(۴)

مدل محاسباتی همراه با دیاگرام‌های مربوطه فقط برای ماه ژانویه نشان داده شده است . به منظور رعایت اختصار برای سایر ماههای سال ضرایب در جدول ۱ خلاصه گردیده است .

علایم اختصاری به کار گرفته شده در جدول ۱ در جدول ضمیمه توضیح داده شده است . انتخاب بهترین مدلی که با داده‌ها برازش خوبی داشته باشد، پس از بررسی ضرایب مختلف حاصل از محاسبات کامپیوتری و تحلیل نمودارهای خودهمبستگی و خود همبستگی جزئی به دست آمده است .

برای تعیین مرتبه خودهمبستگی مدل از تحلیل نمودار خودهمبستگی جزئی استفاده شده است . تعداد قدمهای معنی‌دار خارج از حدود تقریب بارتلت به عنوان مرتبه خودهمبستگی مدل تلقی گردیده است . برای به دست آوردن مرتبه میانگین متحرک مدل نیز نمودار خود همبستگی ترسیم و تعداد قدمهای معنی‌دار آن به عنوان مرتبه میانگین متحرک مدل انتخاب شده است .



ضرایب جدول ۱ برای میانگین‌های ماهانه از سال ۱۹۵۱ الی ۲۰۰۰ به دست آمده است. با توجه به ضرایب ارائه شده در جدول ۱ و جایگذاری آنها در معادله ۴، معادلات زیر برای ماههای مختلف سال به دست آمده است (جدول ۲). نمودارهای برازش داده‌های محاسباتی حاصل از مدل‌های جدول ۲ بر روی داده‌های مشاهداتی مقادیر میانگین دمای هر ماه در ضمیمه آورده شده است.

جدول ۲- معاملات سریهای زمانی ماهانه دما برای ایستگاه تبریز

ماه	معادله سری زمانی	
ژانویه	$Y_t = -1.855 - 0.69y_{t-1} + 0.69\theta_{t-1} + e_t$	$w_t = y_t - y_{t-1}$
فوریه	$W_t = 0.094 - 0.63w_{t-1} - 0.29w_{t-2} + e_t$	$w_t = y_t - y_{t-1}$
مارس	$W_t = 0.05 - 0.6w_{t-1} - 0.42w_{t-2} + e_t$	$w_t = y_t - y_{t-1}$
آوریل	$W_t = 1.32 - 1.83w_{t-1} - 0.42w_{t-2} + e_t$	$w_t = y_t - y_{t-1}$
مه	$W_t = 16.6 - 0.077w_{t-1} - 0.9E_{t-1} + e_t$	$w_t = y_t - y_{t-1}$
ژوئن	$W_t = 21.84 - 0.53w_{t-1} - 27w_{t-2} + e_t$	$w_t = y_t - y_{t-1}$
جولای	$W_t = 25.9 - 0.63w_{t-1} - 0.37w_{t-2} + e_t$	$w_t = y_t - y_{t-1}$
اوت	$W_t = 25.63 - 0.665w_{t-1} - 0.29w_{t-2} + e_t$	$w_t = y_t - y_{t-1}$
سپتامبر	$W_t = 21.162 - 0.59w_{t-1} + e_t$	$w_t = y_t - y_{t-1}$
اکتبر	$W_t = 14.132 - 0.59w_{t-1} + e_t$	$w_t = y_t - y_{t-1}$
نوامبر	$W_t = 6.94 - 0.69w_{t-1} - 0.29w_{t-2} + e_t$	$w_t = y_t - y_{t-1}$
دسامبر	$W_t = 1.08 - 0.71w_{t-1} - 0.31w_{t-2} + e_t$	$w_t = y_t - y_{t-1}$

داده‌های میانگین هر ماه ماهیتی تصادفی داشته و مقادیر آن در طرفین یک نقطه ثابت که همان میانگین اندازه‌ها می‌باشند نوسان می‌کنند. نحوه توزیع احتمال نوسانات حول میانگین بدین گونه است که مقدار آن بین حداکثر و حداقل معینی تغییر می‌کند. برای اندازه‌هایی که از توزیع نرمال پیروی می‌کنند، حداکثر مقدار  $(\bar{X} + AS)$  و حداقل مقدار آن  $(\bar{X} - AS)$  است که در آنها  $\bar{X}$  متوسط اندازه‌ها و S انحراف معیار می‌باشد. مقدار A با توجه به میزان اطمینان مورد نیاز تعیین می‌شود. برای تمام ماههای سال در

جدول ۳ - مشخصات دمایی ایستگاه تبریز در ماههای سال (۱۹۵۱ تا ۲۰۰۰)

ماه	پارامتر	حد پایین پس از کسر میانگین	حد پایین میانگین	حد بالا	میانگین
ژانویه	-۹/۰۹	۹/۰۰۸	۷/۹	۴/۱۱۴	۱/۸۹
فوریه	-۹/۲۷	۹/۲۷	۶/۰۸	۶/۲۷	۱۰/۹۴
مارس	-۵/۷۹	۵/۷۹	۱/۲۴۷	۸/۹۷	۵/۱۱
آوریل	-۵/۲	۵/۱۹	۷/۸۵	۱۴/۷۸	۱۱/۳۱۸
مه	-۴/۰۵	۴/۰۴	۱۳/۸۹	۱۹/۲۸	۱۶/۵۹
ژوئن	-۳/۸۸	۳/۸۹	۱۹/۲۴	۲۴/۴۳	۲۱/۸۴
جولای	۳/۴۵	۳/۴۴	۲۳/۵۸	۲۸/۱۸	۲۵/۸۸
اوت	۳/۲۱	۳/۲۱	۲۳/۴۹	۲۷/۷۷	۲۵/۶۳
سپتامبر	-۴/۶۳	۳/۴۶	۱۸/۸۵	۲۳/۴۷	۲۱/۱۶
اکتبر	-۱/۷۴	۴/۱۷	۱۱/۳۵	۱۶/۹۱	۴/۱۳۲
نوامبر	-۵/۴۳	۵/۴۳	۳/۳۲	۱/۰۵۶	۶/۹۴
دسامبر	-۷/۰۲	۷/۰۲	-۳/۶	۵/۷۶	---



طول دوره آماری، نمودار تغییرپذیری و باند اطمینان با دو برابر انحراف معیار استاندارد ترسیم شده است. سالهای استثنایی، رژیم دمایی و روند تغییرات نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند. همچنین بعد از کسر میانگین پنجاه ساله نمودار ضریب تغییرپذیری هر ماه ترسیم گردیده است. مقادیر محاسبه شده برای پارامترهای مورد بحث در ایستگاه تبریز در جدول ۳ نشان داده شده است.

به منظور شناخت دقیق تغییرات دما و روند آن در ایستگاه تبریز، مقادیر حداکثر و حداقل دمای ماهانه مورد بررسی قرار گرفته و معادلات خط روند افزایش دما و کاهش بارندگی برای هر ماه از سال تنظیم شده است. با توجه به این که تغییرات در مقادیر بارندگی و میزان دما، مخصوصاً با مقدار حداقل دما نسبت عکس دارند، معادلات روند دما و بارندگی به طور یکجا در جدول ۴ نشان داده شده است. همچنان که از جدول مذکور نیز استنتاج می‌شود، میزان تغییرات دما در ماههای مختلف متفاوت است. به لحاظ تشابه تغییرات دمایی که در سه ماه یک فصل دیده می‌شود، برای فصول مختلف سال نیز معادلاتی استخراج گردیده است. معادلات حداکثر و حداقل و میانگین دما در جدول ۵ نشان داده شده است. مدل‌های مربوط به این سه پارامتر از نوع ARIMA فصلی یا به عبارتی SARIMA (seasonal ARIMA) می‌باشند. همچنین نمودارهای تغییرپذیری با استفاده از داده‌های دوره آماری برای هر یک از فصول ترسیم گردیده و باند اطمینان برای هر کدام از آنها دو برابر انحراف معیار استاندارد در نظر گرفته شده است.

جدول ۲- معادلات خط روند حداقل و حداکثر دما و میانگین دما برای ایستگاه تبریز

ماه	معادله خط روند حداقل دما	معادله خط روند حداکثر دما	معادله خط روند میانگین دما
ژانویه	$y = -54.58 + 0.025x + \varepsilon$	$y = -4.626 - 0.003x + \varepsilon$	$y = 226.73 - 0.124x + \varepsilon$
فوریه	$y = 35.063 + 0.016x + \varepsilon$	$y = 3.741 - (0 \times x) + \varepsilon$	$y = 1048.93 - 0.518x + \varepsilon$
مارس	$y = -35.047 - 0.0189x + \varepsilon$	$y = -12.15 - 0.011x + \varepsilon$	$y = 989.23 - 0.48x + \varepsilon$
آوریل	$y = 89.844 + 0.048x + \varepsilon$	$y = -70.057 - 0.044x + \varepsilon$	$y = 869.47 - 142x + \varepsilon$
مه	$y = -74.356 - 0.043x + \varepsilon$	$y = -5.633 - 0.014x + \varepsilon$	$y = 278.75 - 0.12x + \varepsilon$
ژوئن	$y = -116.362 - 0.067x + \varepsilon$	$y = -27.562 - 0.028x + \varepsilon$	$y = 394.6 - 0.19x + \varepsilon$
جولای	$y = -129.756 - 0.075x + \varepsilon$	$y = 4.12 + 0.014x + \varepsilon$	$y = 42.78 - 0.09x + \varepsilon$
اوت	$y = -95.316 - 0.058x + \varepsilon$	$y = -2.05 + 0.017x + \varepsilon$	$y = 28.37 - 0.013x + \varepsilon$
سپتامبر	$y = -70.789 - 0.043x + \varepsilon$	$y = 3.843 + 0.012x + \varepsilon$	$y = 14.23 - 0.071x + \varepsilon$
اکتبر	$y = -53.135 - 0.031x + \varepsilon$	$y = 22.418 - 0.001x + \varepsilon$	$y = 38.53 - 0.012x + \varepsilon$
نوامبر	$y = -61.268 - 0.032x + \varepsilon$	$y = -16.987 - 0.015x + \varepsilon$	$y = 50.501 - 0.011x + \varepsilon$
دسامبر	$y = -107.625 + 0.053x + \varepsilon$	$y = 54.329 - 0.03x + \varepsilon$	$y = -217.63 - 0.122x + \varepsilon$

جدول ۵- معادلات مدل‌بندی نوسانات حداقل، حداکثر و میانگین دما برای ایستگاه تبریز

دمای حداقل	$y_t = (0.3559y_{t-1} - 0.999\varepsilon_{t-1} + e_t) \times (0.999)y_{t-1} - 0.96\varepsilon_{t-1}$
دمای حداکثر	$y_t = (0.353y_{t-1} - 0.9908\varepsilon_{t-1} + e_t) \times (0.999y_{t-1} - 0.975\varepsilon_{t-1})$
دمای میانگین	$y_t = (0.308y_{t-1} - 0.9622\varepsilon_{t-1} + e_t) \times (0.999y_{t-1} - 0.974\varepsilon_{t-1})$

هر سه مدل از نوع فصلی ۱۲ ماهه  $ARIMA(1,1,1) \times (1,0,1)$  می‌باشند.

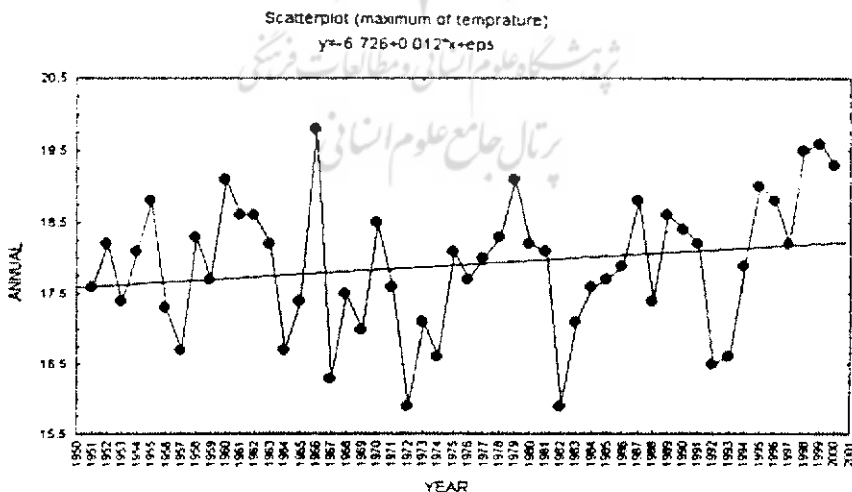
جدول ۶- ضرایب تغییرپذیری و حدود بالا و پایین باند اطمینان برای فصول مختلف سال در ایستگاه تبریز (۱۹۵۱ تا ۲۰۰۰)

ماه	حد پایین پس از کسر میانگین	حد بالا پس از کسر میانگین	حد پایین	حد بالا	میانگین
بهار	-۲/۰۸	۲/۰۸	۱۴/۴۹	۱۸/۶۶	۱۶/۵۸
تابستان	-۱/۴۵۷	۱/۴۵۷	۲۲/۷۶	۲۵/۶۸	۲۵/۶۸
پائیز	-۲/۴۷	۲/۴۷	۴/۹۰۵	۹/۸۵	۷/۳۸
زمستان	-۴/۳۹	۴/۳۹	-۳/۳۹	۵/۵	۱/۱۰۶

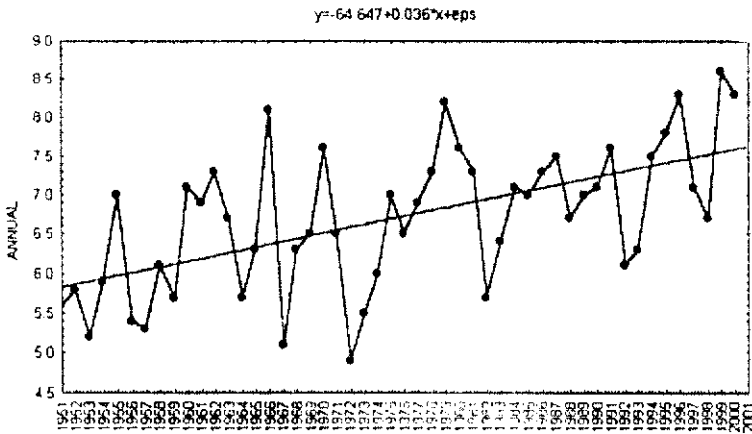
معادله‌های دمای حداقل و حداکثر سالانه به شرح زیر است :

معادله دمای حداکثر :  $y = -6/726 + 0/012x + \sum$

معادله دمای حداقل :  $y = -64/64 + 0/036x + \sum$

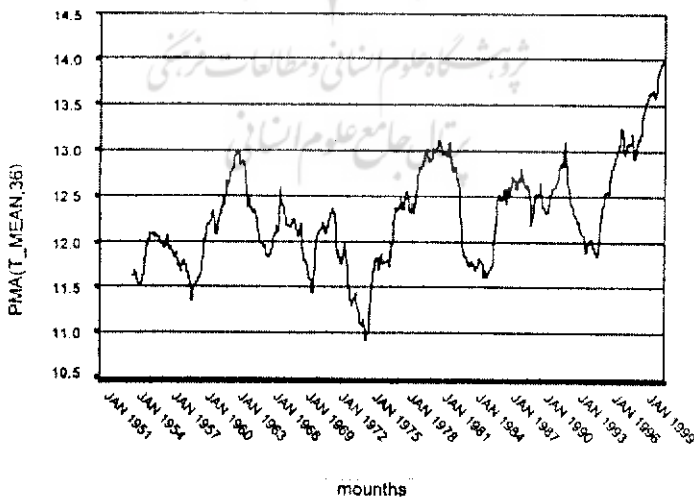


نمودار شماره ۱- روند افزایشی حداکثر دما از سال ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۰

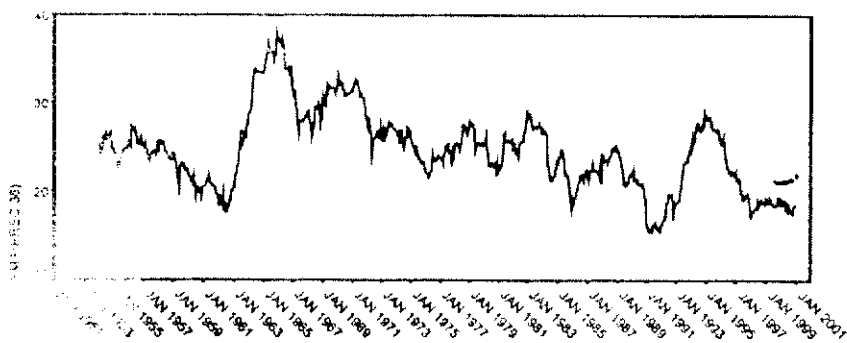


نمودار شماره ۲ - روند افزایشی حداقل دما از سال ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۰

در نمودارهای شماره ۲ و ۱ به ترتیب روند افزایش حداقل و حداکثر دما در ایستگاه تبریز از سال ۱۹۵۱ الی ۲۰۰۰ نشان داده شده است. برای نشان دادن روند بلند مدت دما و بارندگی و کاهش نوسانهای کوتاه مدت از میانگین متحرک ۳۶ ماهه استفاده شده است همچنان که در نمودارهای ۳ و ۴ نیز مشخص است،  $x$  روند افزایشی دما در ابعاد زمانی مختلف با روند کاهشی بارندگی توأم می‌باشد.

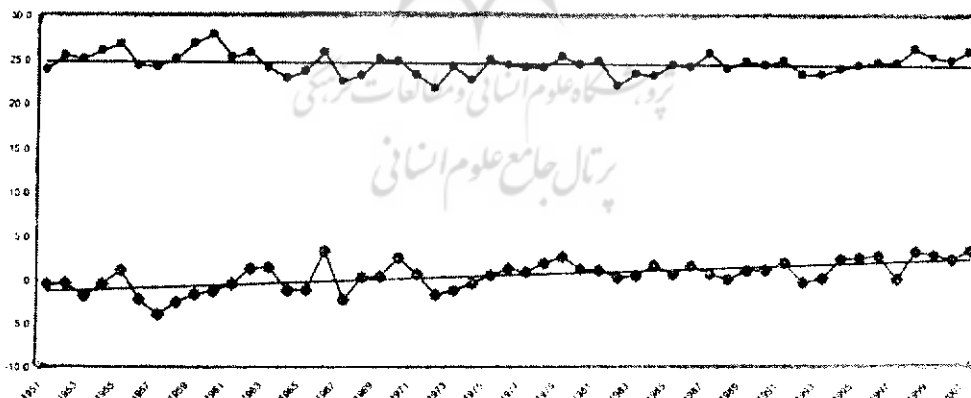


نمودار شماره ۳ - میانگین مرتبه سی و ششم دما از سال ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۰



نمودار شماره ۴ - میانگین مرتبه سی و ششم بارندگی از سال ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۰

با وجود این که میانگین حداقل و میانگین حداکثر دما در حال افزایش است، ولی همچنان که در نمودار شماره ۵ مشاهده می‌شود، حداقل مطلق در حال افزایش و حداکثر مطلق در حال کاهش می باشد و این پدیده دقیقاً به معنی تغییر اقلیم می باشد.



نمودار شماره ۵ - روند افزایشی حداقل مطلق و روند کاهشی حداکثر مطلق دما از سال ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۰

## نتیجه

در یک نگرش سیستماتیک، دما به عنوان عنصری که سایر عناصر اقلیمی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد مطرح است. براساس یافته‌های این تحقیق، تأثیر قوی و معکوس دما در میزان بارندگی منطقه مورد مطالعه کاملاً مشهود است. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که تأثیر گرم شدن جهانی کره زمین (به هر دلیلی که اتفاق می‌افتد) در تمامی ماههای سال (با شدت و ضعیف متفاوت) در منطقه مورد مطالعه نیز مشاهده می‌شود. روند افزایشی دما، در میزان بارندگی مناطقی نظیر منطقه مورد مطالعه که مکانیسم عمده وقوع بارش در آنها صعودهای اوروگرافیکی است، دارای تأثیر معکوس می‌باشد. در این مکانیسم مقدار بارندگی به دمای سطح زمین و دمای نقطه شبنم منطقه بستگی دارد. این مفاهیم در فرمول شماره ۴ گنجانده شده است (زرگر، ۱۳۸۰).

(۴)

در رابطه فوق:

H: ارتفاع پایه ابر از سطح زمین (m)

T: دمای سطح زمین ( $^{\circ}\text{C}$ )DP: دمای نقطه شبنم ( $^{\circ}\text{C}$ )

در رابطه ۴ ملاحظه می‌شود که (t-DP) با H رابطه مستقیم دارد، یعنی هر اندازه مقدار (t-DP) کمتر باشد، برای رسیدن به نقطه شبنم، نیاز به H کمتری خواهد بود و در نتیجه بارندگی در سطح وسیعی از مناطق کوهستانی کم ارتفاع به وقوع خواهد پیوست. در صورتی اگر مقدار T زیاد باشد (چون در صورت کسر واقع شده است)، به ارتفاع بیشتری نیاز خواهد بود و بارندگی فقط در قله مرتفع اتفاق خواهد افتاد. مطالعه توأم دما و بارندگی در طول پنجاه سال گذشته در منطقه تبریز مؤید این نتیجه است که دوره‌های خشکسالی زمانی اتفاق می‌افتند که میانگین دما بالا بوده و در این شرایط حتی توده‌های سرد و مرطوب نیز قادر به ایجاد بارندگی نمی‌باشند. بر عکس دوره‌های ترسالی (همزمان با دوره‌های سرد)، زمانی که دمای میانگین دوره از میانگین پنجاه ساله کمتر است رخ می‌دهند. به همین دلیل نیز میزان دریافت بارندگی بنا به دخالت عامل ارتفاع و جهت جغرافیایی موانع توپوگرافیکی در مناطق مختلف کوهستانی آذربایجان متفاوت است.

## فهرست منابع

### الف - منابع فارسی

- امامی، کامران (۱۳۷۹)؛ « کاربرد پیش‌بینی‌های اقلیمی خشکسالی و سیلاب »، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم‌آبی و خشکسالی، دانشگاه زابل.
- امانپور، محمدتقی (۱۳۷۸)؛ « خشکسالی خسارات و راه‌حلها »، نشریه پژوهش و سازندگی، شماره‌های ۴۰ و ۴۱ و ۴۴.
- بزرگ‌نیا، ابوالقاسم (۱۳۶۶)؛ تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی و پیش‌بینی، مشهد: انتشارات آستان قدس رضوی، معاونت فرهنگی.
- حمیدی، علی (۱۳۷۴)؛ آمار کاربردی، جلد دوم، مرکز نشر دانشگاهی.
- دین پژوه، یعقوب (۱۳۷۲)؛ بررسی و پیش‌بینی خشکسالی با توجه به بارشهای ماهانه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه آبیاری دانشگاه تبریز.
- رحیم‌زاده، فاطمه (۱۳۶۶)؛ «کاربرد روشهای آماری در شناسایی شرایط وقوع بلایای جوی»، نشریه نیوار، شماره ۳۷.
- زرگر، محمود (۱۳۸۰)؛ راهنمای جامع SPSS، تهران: چاپ زلال.
- غیور، حسنعلی (۱۳۸۰)؛ « اثر پیوند از دوربر اقلیم ایران »، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی.
- علیزاده، امین (۱۳۷۴)؛ هوا و اقلیم شناسی، مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- فرج زاده اصل، منوچهر (۱۳۷۴)؛ تحلیل و پیش‌بینی خشکسالی در ایران، رساله دکتری (Ph.D) جغرافیای طبیعی (اقلیم شناسی) دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس.
- نوفرستی، محمد (۱۳۶۹)؛ آمار و اقتصاد بازرگانی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

□ نیرومند، حسنعلی (۱۳۷۶)؛ تحلیل در سری‌های زمانی یک متغیره و چند متغیره ، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد .

### ب - منابع خارجی

□ Abraham, B., (1982). "Temporal aggregation and time series", *International Statistical Review*, No. 50, PP 285-29.

□ Chang, I., Tiao, G.C. and Chen, C., (1988). "Estimation of time series parameters in the presence of outliers techno metric", *Journal of Time Series Acalysis*, 30, No. 2, pp 193-204.

□ Findiey, D.F., (1985). "On the unbiased Property of AIC for exact for approximating Linear Stochasties models", *Journal of Time Series Acalysis*., No.6, pp 229-252.

□ Geweke, G.M., (1982). "Measurement of Linear Dependence and Feed back Between Multiple Time Series", *J. Amer. Statistis. Assoc.*, No. 77, pp 304-313.

□ Heyse, J.E. and Wei, W.W.S., (1986). "Modeling the advertising sale relationship through use of multiple timseries techniques, *Journal of Forecasting*, No. 4, pp165-188.

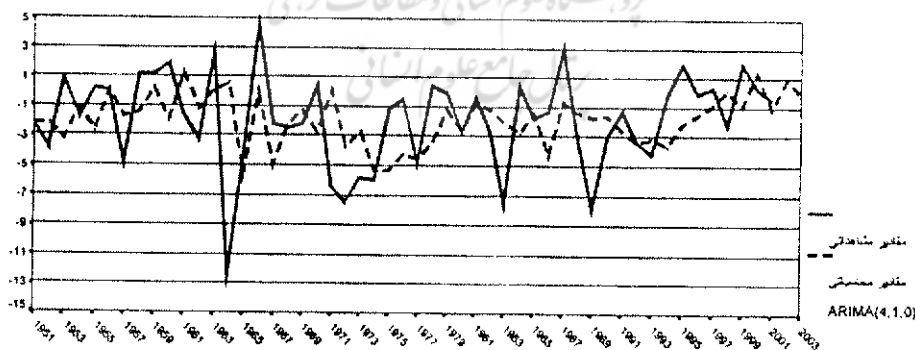
□ Kelly, P.M. and Jones (1999). "Spatial Patters of variability in the Global Surface Air Temperature Datase, *Journal of Geophysical Research*, Vol, 104, No. pp 20, 2423-24256 October 27.

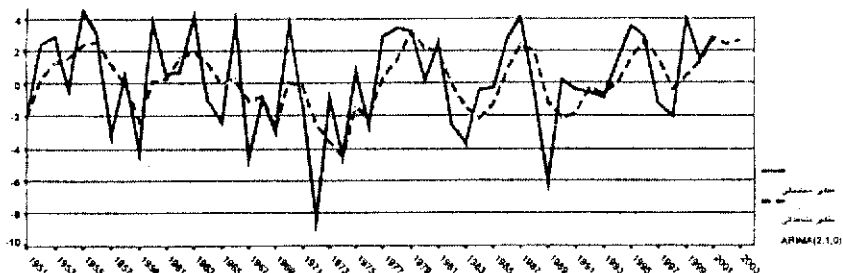
□ Stram, D.O. and Wei, W.W.S, (1986). "A Methodological note on the aggregation of time series totals", *Journal of Time Series Analysis*, 7, No, 4, 293-302.



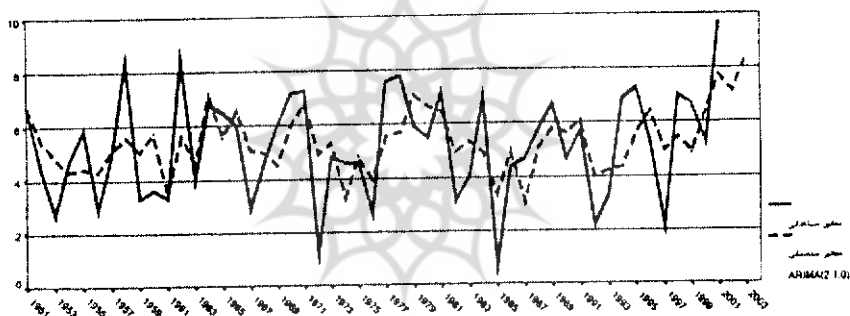
جدول ضمیمه توضیح اختصارات جدول ۱

میانگین متحرک تجمعی ضربی	ARIMA (p,d,q)
خطای استاندارد مشاهدات	Stan.Error
لگاریتم نسبت در ستمایی	Log Likelihood
معیار اطلاع اکایکه که مقدار آن از رابطه $AIC=2(\log^3 ik^3)+2k$ به دست می‌آید که در آن k تعداد پارامترهای مدل می‌باشد. هر چه قدر این مقدار کمتر باشد بهتر است.	AIC
معیار بیزی شوارتز است که مشابه AIC و با استفاده از توزیع پیشین به دست می‌آید.	SBC
ضرایب اتورگرسیو و میانگین متحرک با مرتبه‌های مختلف	AR <sub>1</sub> , AR <sub>2</sub> , MA <sub>1</sub>
مقدار ثابت مدل	B یا Constant
انحراف استاندارد مقادیر داده شده	SEB
نسبت T یا امار T است که از تقسیم B بر SEB به دست می‌آید.	T-RATIO
احتمال تقریبی مشاهده نسبت T را به طور تصادفی نشان می‌دهد. هر چه این نسبت کوچکتر باشد، وجود پارامتر در مدل ضروری‌تر است. روش دیگر، مقایسه این مقادیر با احتمال خطای از پیش تعیین شده می‌باشد.	Approx.PROB
پیش بینی به وسیله مدل	Forecasting

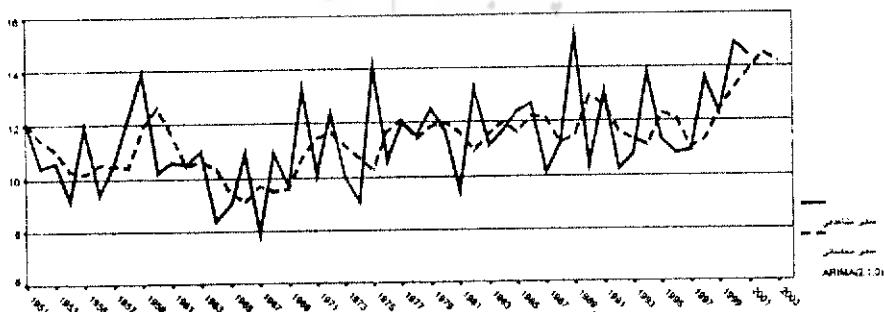




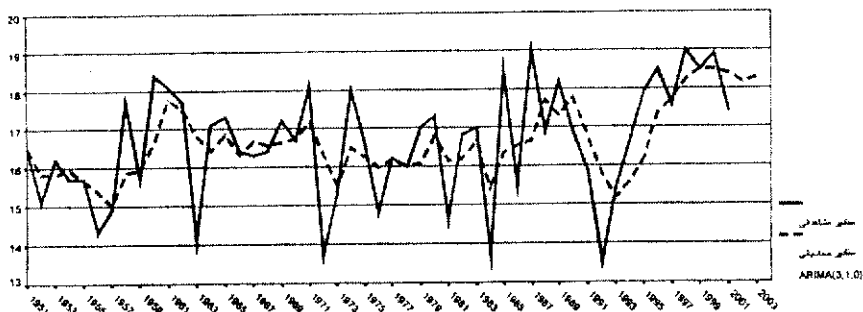
نمودار ۲ - سری زمانی میانگین دمای ماه فوریه تبریز طی ۵۰ سال اخیر



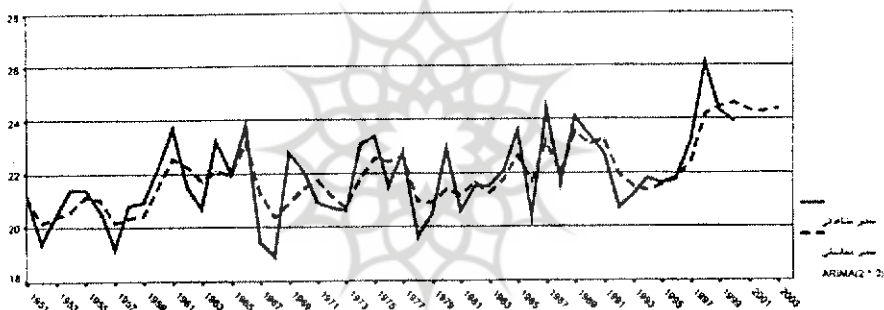
نمودار ۳ - سری زمانی میانگین دمای ماه مارس تبریز طی ۵۰ سال اخیر



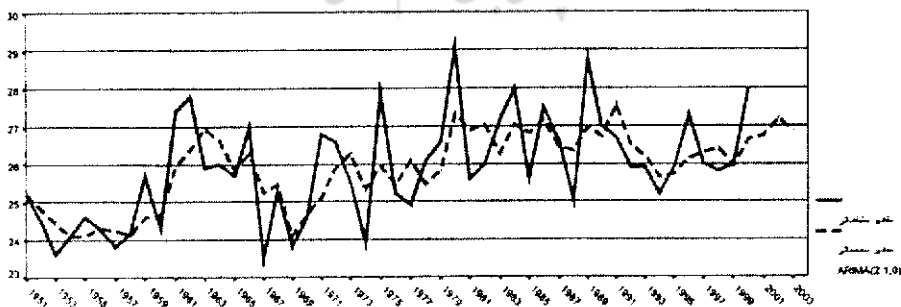
نمودار ۴ - سری زمانی میانگین دمای ماه آوریل تبریز طی ۵۰ سال اخیر



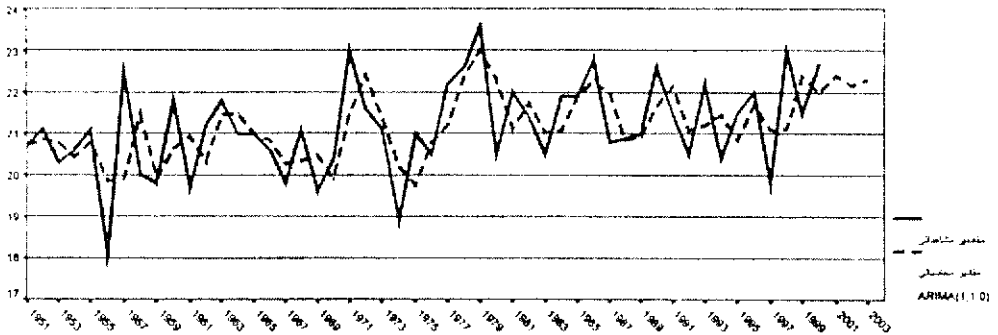
نمودار ۵ - سری زمانی میانگین دمای ماه می تبریز طی ۵۰ سال اخیر



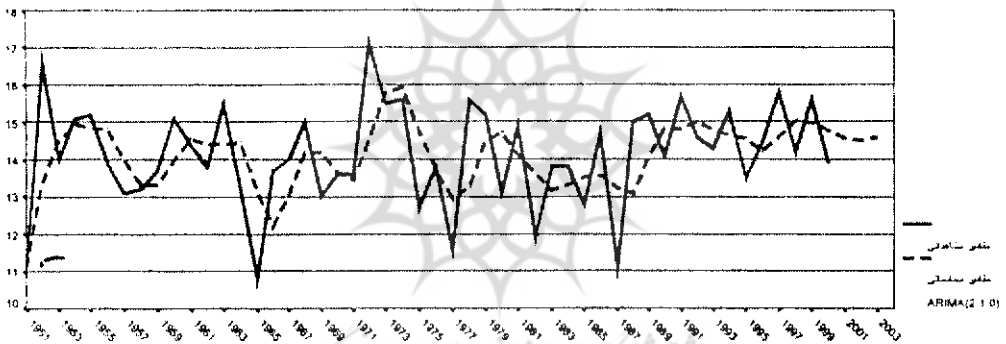
نمودار ۶ - سری زمانی میانگین دمای ماه ژوئن تبریز طی ۵۰ سال اخیر



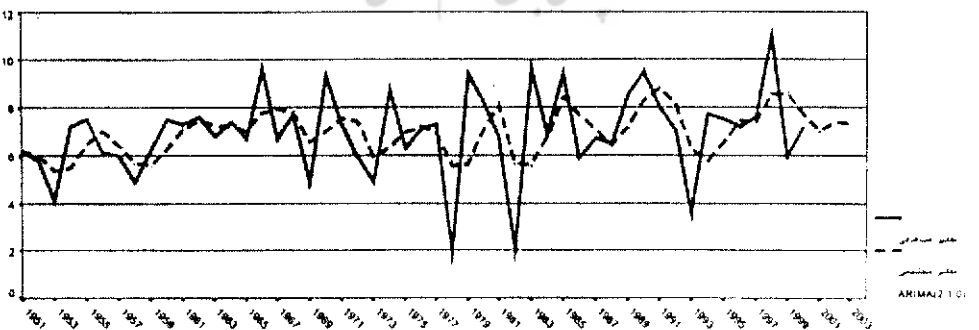
نمودار ۷ - سری زمانی میانگین دمای ماه جولای تبریز طی ۵۰ سال اخیر



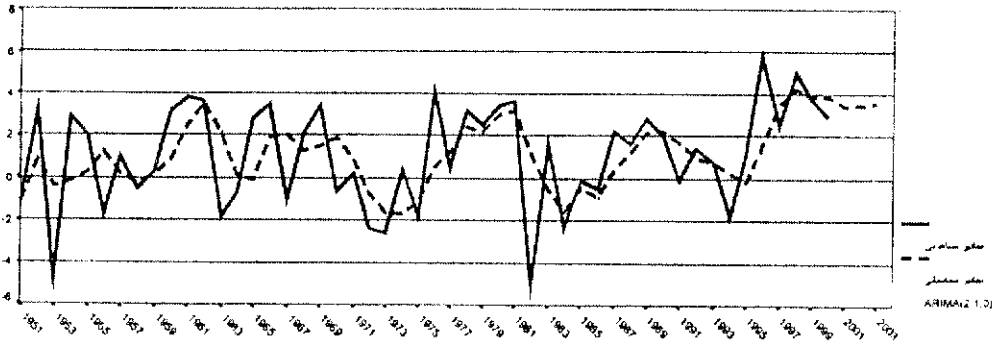
نمودار ۸ - سری زمانی میانگین دمای ماه سپتامبر تبریز طی ۵۰ سال اخیر



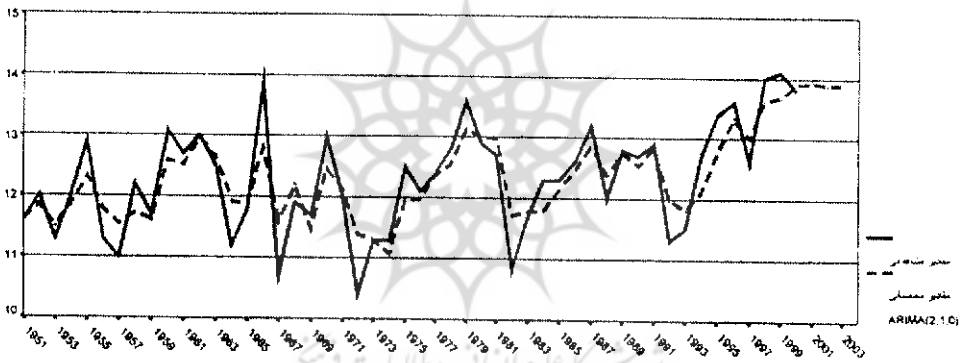
نمودار ۹ - سری زمانی میانگین دمای ماه اکتبر تبریز طی ۵۰ سال اخیر



نمودار ۱۰ - سری زمانی میانگین دمای ماه نوامبر تبریز طی ۵۰ سال اخیر



نمودار ۱۱ - سری زمانی میانگین دمای ماه دسامبر تبریز طی ۵۰ سال اخیر



نمودار ۱۲ - سری زمانی میانگین دمای سالانه تبریز طی ۵۰ سال اخیر



پروہشگاہ علوم انسانی و مطالعات فرہنگی  
پرتال جامع علوم انسانی