نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال چهاردهم، شماره ۳۵، زمستان ۹۳

واکاوی تاثیر شهر بر تغییرات سالانه دما در شمال شرق ایران

دریافت مقاله:۹۱/۱۰/۱۷ پذیرش نهایی: ۹۳/۱۰/۲۹

صفحات:۱۹۶-۱۷۵

محمد لطفی: دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران[1]
Email: lotfimd@yahoo.com

بهلول علیجانی: استاد اقلیم شناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
Email:bralijani@gmail.com

پرویز ضیائیان فیروزآبادی: دانشیار سنجش از دور، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
Email:rsgis1000@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی تاثیر شهر بر دمای سالانه در شمال شرق ایران، از داده‌های ایستگاه‌های مشهد، سبزوار، تربت حیدریه، بیرجند و بار در بازه زمانی ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۱ استفاده شد. داده‌های دمای میانگین، کمینه و بیشینه سالانه، تا سال ۲۰۱۱ از سازمان هواشناسی دریافت و سال‌های فاقد داده به روش رگرسیون جایگزین گردید. برای سری دمای میانگین سالانه ایستگاه‌ها با توجه به نمودار خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی، مدل آریما انتخاب و جهت صحت و برازش هر مدل از معیارهای، ریشه میانگین مربعات خطا، قدرت توجیه و فرض تصادفی بودن باقیمانده-ها استفاده شد. مدل AR(2,1,0) برای سری دمای میانگین مشهد و بیرجند، مدل AR(1,1,0)برای دمای میانگین سبزوار، مناسب‌ترین مدل تشخیص داده شدند. جهت تشخیص روند و تغییرات در هر سری از آزمون من کندال و t استفاده شد، در آزمون t، میانگین دهه اول هر سری با میانگین دهه اخیر آزمون گردید، ایستگاه‌ها بر اساس موقعیت به دو دسته داخل محدوده شهری و خارج از محدوده شهری تقسیم شدند. نتایج نشان می‌دهد روند دما در ایستگاه‌های داخل شهر و خارج شهر کاملا متفاوت است، دمای میانگین، بیشینه وکمینه سالانه در ایستگاه‌های داخل محدوده شهری روند افزایشی نشان دادند، در حالیکه در ایستگاه‌های خارج از شهرها دمای میانگین سالانه بدون روند و حتی دمای بیشینه ایستگاه‌های تربت حیدریه، بار و دمای کمینه بیرجند روند، کاهشی بوده است.

کلیدواژگان: روند دما ، آریما ، من کندال، آزمون t، شمال شرق

---

[1]. **نویسنده مسئول:**تهران-دروازه دولت-خیابان شهید مفتح-دانشگاه خوارزمی-دانشکده علوم جغرافیایی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

مقدمه

امروزه تغییر اقلیم مهمترین چالش محیطی قرن ۲۱ شناخته شده است، انسان با دخالت‌های خود در محیط طبیعی، باعث تغییرات محیط از جمله اقلیم می‌شود، انسان در چند دهه اخیر با کشف و استفاده بیش از حد سوخت‌های فسیلی، باعث افزایش گازهای گلخانه‌ای شده است، میزان دی اکسید کربن از ۲۸۰ قسمت در میلیون در قبل از انقلاب صنعتی به ۳۹۱ قسمت در میلیون در سال ۲۰۱۱ رسیده است(IPCC,2013). انسان به عنوان تنها موجود متفکر در کره زمین فعالیت‌های خود را با اقلیم منطقه سازگار کرده، البته اقلیمی که در طول زمان تغییر نداشته باشد، اقلیم هر منطقه، هوای غالب در آن منطقه می باشد(علیجانی و کاویانی، ۸:۱۳۷۱)که مهمترین عناصر آن بارش و دما است. چنانچه عناصر اقلیمی در طی زمان تغییرات معنی-داری را نشان دهد تغییر اقلیم، اطلاق می‌شود(IPCC,2001) و بدلیل خسارات جانی و مالی که برای انسان به همراه دارد یک مخاطره به شمار می‌رود. چنانچه دما افزایش یابد مشکلات عدیده‌ای در بخش‌های کشاورزی، صنعت و اقتصاد بوجود می‌آید، با افزایش ۲ درجه سانتیگراد دما، نیاز آبی گیاهان ۶ درصد افزایش می‌یابد(علیزاده و همکاران،۱۳۸۱) و یا با افزایش دما و روند افزایش جمعیت، نیاز به آب بیشتر می‌شود و احتمال بحران‌ها و نزاع‌ها بر سر منابع آبی بیشتر خواهد شد. چنانچه فرض گرم شدن کره زمین اثبات شود و نتایج آن مانند بالا آمدن آب دریاها و اقیانوس‌ها، تغییرات بارش، افزایش سیل و فرسایش خاک، کاهش پوشش گیاهی، و غیره عملی شود، خسارات جبران ناپذیری به کره زمین وارد خواهد شد.

با توجه به اهمیت موضوع تحقیقات متعددی در مورد تغییرات وپیش بینی عناصر اقلیمی در مناطق مختلف جهان انجام شده است، برای افزایش دما در سطح جهانی و منطقه‌ای، لینهنگ-لیانگ و جی پترکرشاو[1](۱۹۹۵)، هگرل[2]و همکاران(۱۹۹۶)، تومازیکس و همکاران (۲۰۰۶)[3]و گورودو و الاهی[4] (۲۰۱۰)، تحقیقاتی ارائه داده‌اند. در مورد تغییرات بارش نیز تحقیقاتی انجام شده است (تاسچتو و میتوهوانگلند[5]۲۰۰۹، لینهنگ لیانگ و جی پتر کرشاو ۱۹۹۵). بسیاری از محققین با استفاده از مدل‌های باکس جنکیز عناصر آب و هوایی را پیش بینی کرده‌اند، نظیر اولاوی کارنر[6](۲۰۰۹)که برای حداکثر دمای سطحی هوا و حداکثر تابش خورشیدی، مدلی

1-Lineheng Liang, peter. G Kershaw
2-Hegrel
3-Tomozeix
4-Gurudeo, Ilahee
5-Taschetto, Matthew England
6-Olavi Karner

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

ARIMA[۱] ارائه نمود و یا ایکسرلی[۲] (۲۰۰۹) از مدل GLM و ARIMA برای تجزیه و تحلیل دمای ماهانه استکهلم استفاده کرد، برای مقایسه مدل‌های GLM و ARIMA دوره‌ی مورد مطالعه را به سه قسمت تقسیم نمود و برای هر زیر دوره مدل GLM وARIMA انتخاب کرد و نتایج پیش‌بینی مدل ARIMA را دقیقتر از مدل GLM تشخیص داد. شمس نیا و همکاران (۲۰۰۹)پارامترهای آب وهوایی ایستگاه آباده و صراف و همکاران(۲۰۱۱) دمای ماهانه و رطوبت نسبی اهواز را با مدلهای ARIMA پیش‌بینی نموده‌اند و همچنین نیل[۳](۲۰۰۹) برای بارش جردان با استفاده از فرض تصادفی بودن باقیمانده‌ها برازنده‌ترین مدل ARIMA را انتخاب و به پیش‌بینی پرداخت. برخی محققان با توجه به موقعیت ایستگاه‌ها به بررسی روند دما پرداخته‌اند مانند رن و همکاران[۴](۲۰۰۸) ۲۳۸ ایستگاه هواشناسی شمال چین را به شش دسته ایستگاه-های روستایی، شهری کوچک، شهری متوسط، شهری بزرگ و ایستگاه‌های متروپلیتن تقسیم کرد و روند دما در ایستگاه‌های شهرهای بزرگ را ۰/۱۶ و ایستگاه‌های شهرهای کوچک را ۰/۰۷ در هر دهه بدست آورد. همچنین فنگ[۵] و همکاران (۲۰۱۴) علاوه بر بررسی ایستگاه‌های شهری و خارج شهر، به دروه توسعه اقتصادی و شرایط جغرافیایی ایستگاه‌ها نیز پرداختند و نتیجه گرفتند علاوه بر تاثیر شهرنشینی بر روند دما، روند دمای ایستگاه‌های واقع شده در دشت با فلات و واحه تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهند.

در ایران نیز، تحقیقات متعددی درمورد تغییرات عناصر اقلیمی انجام شده است. اغلب این تحقیقات جهت تشخیص روند عناصر اقلیمی، از آزمون ناپارامتریک من- کندال استفاده کرده اند(رضیئی و همکاران ۱۳۸۴،ابراهیمی، علیزاده و جوانمرد۱۳۸۴، جهانبخش و همکاران ۱۳۸۹، و عزیزی و روشنی۱۳۸۷) و یا برخی از محققین از روش شیب خط و رگرسیون خطی، بهره گرفته‌اند(جهانبخش و ترابی ۱۳۸۳،قائمی و عساکره۱۳۸۲) و میرموسوی(۱۳۸۷)از روش همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن استفاده کرده است.

همچنین جهت پیش‌بینی عناصر اقلیمی در ایران از مدل‌های باکس جنکیز استفاده شده است(علیجانی و بنی وهاب۱۳۸۴، جهانبخش و ترابی ۱۳۸۳، ابراهیمی و همکاران۱۳۸۴)و غیور عساکره(۱۳۸۴)، با روش فوریه دمای مشهد را پیش بینی کرده‌اند، همچنین حجازی زاده و

7-Autoregressive Integrated Moving Avera
8-XierLi
9-Momani
10-Ren
11-Fang

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

شیرخانی(۱۳۸۴) به پیش‌بینی دوره‌های خشک کوتاه مدت خراسان با روش زنجیره مارکف پرداخته‌اند.

نتایج تحقیقات انجام شده در ایران نشان می‌دهد تغییرات دما اغلب به صورت محلی می‌باشد، مانند تحقیق میر موسوی(۱۳۸۷)که در مورد دمای سالانه تبریز به روند افزایشی و دمای ماکو، روند کاهشی اشاره داشته و یا عزیزی و روشنی(۱۳۸۷) برای دمای گرگان روند کاهشی و دیگر ایستگاه‌های سواحل خرز، روند افزایشی نتیجه‌گیری کرده‌اند. همچنین ابراهیمی و همکاران(۱۳۸۴)، از گرم شدن دمای دشت مشهد به عنوان نمایه‌ای از تغییر اقلیم یاد کرده اند، ولی جهانبخش و ترابی(۱۳۸۳)، تغییرات اقلیمی در ایران را یکسان ندانسته، و به تغییر حداکثر دما در سواحل شمال، نواحی کوهستانی و تغییر حداقل دما در سایر نواحی به جز سواحل جنوبی اشاره کرده‌اند. همچنین جهانبخش و همکاران(۱۳۸۹) افزایش دما در برخی از ایستگاه-های حوضه کرخه را به اثبات رسانده‌اند.

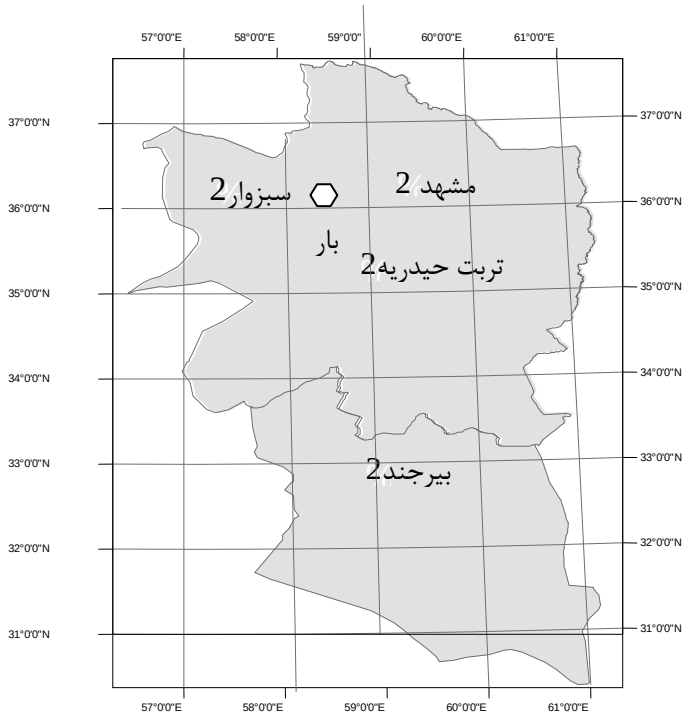
در اغلب تحقیقات انجام شده در ایران به موقعیت مکانی ایستگاه‌های هواشناسی توجه نشده، که آیا روند دما متاثر از جزیره حرارتی شهر است و یا مربوط به گرمایش جهانی می باشد، برخی محققان به گرمایش منطقه شمال شرق ایران اشاره داشته‌اند(ابراهیمی،علیزاده و جوانمرد۱۳۸۴)، شمال شرق ایران به عنوان یک قطب کشاورزی، دارای محصولاتی چون زعفران ،گندم ،چغندر قند، پسته و غیره می‌باشد، البته که مناطق کشاورزی در خارج از محدوده شهرها استقرار یافته‌اند. دراین تحقیق از دادهای پنج ایستگاه هواشناسی که دو ایستگاه در محدوده شهری و سه ایستگاه خارج از سکونت‌گاههای شهری واقع شده‌اند استفاده می‌شود تا تفاوت روند دمای داخل شهر وخارج شهر مشخص شود. بنابراین بررسی تغییرات دما با توجه به موقیت مکانی ایستگاه هواشناسی در شمال شرق ایران امری ضروری به نظر می رسد.

مواد و روش ها

جهت بررسی تاثیر شهر برسری‌های دمای میانگین، کمینه و بیشینه سالانه در شمال شرق کشور، از پنج ایستگاه که طولانی‌ترین دوره آماری را داشتند استفاده شد، داده‌های دمای ایستگاه‌های مشهد، سبزوار، بیرجند، تربت حیدریه و بار، از سال۱۹۶۰ تا سال ۲۰۱۱ از سازمان هواشناسی کشور دریافت و داده‌های مفقود به روش رگرسیون جایگزین گردید. سپس با استفاده از مشخصات طول و عرض جغرافیایی بر حسب درجه، دقیقه و ثانیه در تصاویر ماهواره-ای موقعیت دقیق ایستگاهها مشخص شد، دو ایستگاه مشهد و سبزوار در پیرامون شهر و سه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

ایستگاه تربت حیدریه، بیرجند و بار در خارج شهر واقع شده‌اند.منظور از ایستگاه‌های خارج از شهر ایستگاه‌های هستند که حداقل ۴ کیلومتر با نزدیکترین شهر و ایستگاه‌های شهری ایستگاهی است که حداکثر ۵۰۰ متر از مرز شهر فاصله داشته باشند.



شکل(۱) موقیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

جدول (۱) مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع به متر	دوره آماری
مشهد*	۳۶ ۱۴	۵۹ ۳۸	۹۹۹	۱۹۶۰-۲۰۱۱
سبزوار*	۳۶ ۱۲	۵۷ ۴۳	۹۷۷	۱۹۶۰-۲۰۱۱
تربت حیدریه	۳۵ ۱۶	۵۹ ۱۳	۱۴۵۰	۱۹۶۰-۲۰۱۱
بیرجند	۳۲ ۵۲	۵۹ ۱۲	۱۴۹۱	۱۹۶۰-۲۰۱۱
بار	۳۶ ۲۷	۵۸ ۴۲	۱۵۲۰	۱۹۶۰-۲۰۱۱

*=ایستگاه‌های واقع شده در محدوده شهری

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

هرگاه تعدادی داده رابراساس زمان وقوع، مرتب کنیم یک سری زمانی ایجاد می شود، یکی از مهمترین روش‌های مطالعه سریهای زمانی روشARIMA می باشد. در مطالعه سری زمانی در ابتدا باید رفتار سری تشخیص داده شود، اغلب سری‌ها رفتارهای روند، فصلی، دوره‌ای و بی نظم را نشان می‌دهند، چنانچه رفتار سری به علت بی نظمی‌ها، تشخیص داده نشود باید از فیلتر استفاده شود مهمترین فیلترها، میانگین متحرک و تفاضل گیری می‌باشد.

اولین شرط مطالعه سری زمانی در روشARIMA، ایستایی می‌باشد، سری که آماره‌های میانگین، واریانس و کوواریانس آن در طول زمان تغییر نداشته باشد ایستا است، چنانچه سری ایستا نباشد با روش‌های تفاضل‌گیری، تبدیل به نمره z، جذر و log سری ایستا می‌شود(نیرومند و بزرگ نیا ۱۳۸۴ :۱۵۴). نمودارهای خود همبستگی (ACF) و خود همبستگی جزئی (PACF) مهمترین ابزار تشخیص مدل در روش ARIMA می‌باشند، چنانچه نمودار خود همبستگی در تاخیر یک معنی دار باشد و بقیه تاخیرها معنی دار نباشد (cut-off)، سری ایستا است. مدل های ARIMA براساس سه پارامترp,d,q که p مرتبه اتورگرسیو، d مرتبه تفاضل-گیری و q مرتبه میانگین متحرک می‌باشند بررسی می‌شوند، جدول ۲ ویژگی های نظری ACF و PACF را جهت تشخیص مدل نشان می‌دهد(نیرومند و بزرگ نیا ، ۱۳۸۴: ۱۵۵).

جدول (۲) ویژگی های نظری ACF و PACF جهت تشخیص مدل

مدل	ACF	PACF
AR(p)	به صورت نمایی یا موج سینوسی میرا به سمت صفر میل می‌کند	بعد از تاخیر p قطع می شود
MA(q)	بعد از تاخیر q قطع می‌شود	به صورت نمایی یا موج سینوسی میرا به سمت صفر میل می‌کند
ARMA(p-q)	بعد از تاخیر (q-p) به سمت صفر میل می‌کند	بعد از تاخیر (p-q) به سمت صفر میل می‌کند

ارائه برازنده‌ترین مدل با استفاده ریشه میانگین مربعات خطا *(RMSE*، رابطه۱)، قدرت توجیه(رابطه۲) و تصادفی بودن باقیمانده‌ها انجام شد.

$$\text{Root Mean Squared Error} = \sqrt{\frac{\sum |ei|^2}{n}} \qquad (۱$$

N=تعداد داده

ei=خطا

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

$$\text{قدرت توجیه} = \frac{rss}{tss} \quad (۲$$

tss= data var

rss=model var

هر چقدر مقدار RMSE، به صفر نزدیکتر و قدرت توجیه به ۱ نزدیکتر باشد مدل مناسب‌تر می‌باشد .

به منظور تشخیص روند دمای ایستگاه‌ها از آزمون MK[1] و بررسی تغییرات دما از آزمون t، استفاده شد. آزمون MK یکی از آزمون‌های ناپارامتریک جهت تشخیص روند سری‌های زمانی می‌باشد، که براساس آماره S بیان می‌شود(بیهارت انوز ۲۰۰۳).(۳)

$$s = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{i=k+1}^{n} sign(x_i - x_k) \quad (۳$$

که x_j و x_k داده‌های متوالی k ام و j ام سری است، k و j کوچکتر و مساوی با n و k *مساوی با* j نمی‌تواند باشد، Sing تعیین علامت و از رابطه ۴ بدست می آید

$$\text{Sing}(\theta) = \begin{cases} 1 \; if \; x_j - x_k > 0 \\ 0 \; if \; x_i - x_k = 0 \\ -1 \; if \; x_i - x_k < 0 \end{cases} \quad (۴$$

آزمون آماره s میانگین صفر دارد و واریانس آن برابر است با :

(۵

$$V(S) = \frac{1}{18}\left[n(n-1)(2n+5 - \sum_{p=1}^{g} t_p(t_p - 1)(2t_p + 5)\right]$$

که در این رابطه t اندازه یک بازه زمانی در سری داده‌ها و Σ_t مجموع سری زمانی داده‌ها است، چنانچه $n > 10$ باشد، z استاندارد شده را می توان از رابطه ۶ بدست آورد (بیهارت انوز۲۰۰۳). (۶)

$$z = \begin{cases} \frac{s-1}{s^{\frac{1}{2}}} \quad if \; s > 0 \\ if \; s = 0 \\ \frac{s+1}{s^{\frac{1}{2}}} = if \; s < 0 \end{cases} \quad (۶$$

12-MANN-KENDALL

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

مقادیر مثبت Z روند صعودی ومقادیر منفی Z روند نزولی را نشان می‌دهد و در صورتی روند معنی دار است که قدر مطلق Z بزرگتر از $Z_{\alpha/2}$ باشد.

آزمون t : یکی از آزمون‌های پارامتریک می‌باشد، که تفاوت میانگین‌های دو جامعه را بررسی می کند(عبدالله زاده، یحیی و عبدالله زاده، کاوه ۱۳۷۹). در این تحقیق جهت بررسی تغییرات دما، میانگین ده سال اول داده‌ها را با میانگین ده سال اخیر داده‌ها آزمون شدند .

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_{\bar{x}_1 - x_2}} \quad (۷$$

$\overline{x_1}$ میانگین دهه اول سری=

$\bar{x}_2$=میانگین دهه آخر سری

(۸

$$s_{\bar{x}_1 - x_2} = \sqrt{\frac{sp^2}{n_1} + \frac{\mathrm{sp}^2}{\mathrm{n}_2}}$$

(۹

$$sp^2 = \frac{(\mathrm{n}_1 - 1)\mathrm{s}_1^2 + (\mathrm{n}_2 - 1)\mathrm{s}_2^2}{(\mathrm{n}_1 - 1) + (\mathrm{n}_2 - 1)}$$

n= تعداد داده ها

(۱۰

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

بحث و نتایج

الف: بررسی روند و تغییرات

در این تحقیق جهت بررسی روند و تغییرات دما، ایستگاه‌ها با توجه به موقعیت مکانی به دو دسته ایستگاه‌های داخل محدوده شهری و ایستگاه‌های خارج از شهر تقسیم شدند.

۱-ایستگاه‌های واقع شده در محدوده شهری

دمای ایستگاه‌های داخل محدوده شهری(مشهد ،سبزوار) بر اساس آزمون من کندال روند افزایشی نشان می‌دهند(جدول۴)، روند دمای میانگین سالانه ایستگاه مشهد در روش من-کندال ۰/۵۴، دمای کمینه، ۰/۳۸ و روند دمای بیشینه ۰/۲۳ بوده که روند هر سه متغیر معنی دار است. تفاوت ده سال آخر نسبت به ده سال اول سری نیز نشان از افزایش دما دارد به طوری

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

که میانگین سالانه۲/۶، دمای کمینه۶/۲، و دمای بیشینه۱/۴درجه سانتیگراد افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد(جدول۶).

روند میانگین دمای سالانه ایستگاه سبزوار،۰/۵۲ و دمای کمینه ۰/۳۷ بوده که هر دو معنی دار می‌باشد. تفاوت میانگین دهه اخیر نسبت به دهه اول ایستگاه سبزوار، در دمای میانگین ۱/۷۳و در دمای کمینه ۴/۴۲ درجه افزایش یافته است. دمای بیشینه این ایستگاه روند و تغییر معنی‌داری را نشان نمی‌دهد.(جدول۴و۶)

جدول(۴)نتایج آزمون من کندال ایستگاه‌های داخل شهر-۰/۰۵ =α

ایستگاه	روند	معنی داری	ایستگاه	روند	معنی داری
مشهد، میانگین	۰/۵۷	۰/۰۰۰۱	سبزوار،میانگین	۰/۵۲	۰/۰۰۰۹
مشهد، کمینه	۰/۳۸	۰/۰۰۰۲	سبزوار،کمینه	۰/۳۷	۰/۰۰۰۲
مشهد،بیشینه	۰/۲۳	۰/۰۱	سبزوار،بیشینه	۰/۰۹	۰/۳۳

۲-ایستگاه‌های خارج از محدوده شهری

ایستگاه‌های خارج از محدوده شهری شامل ایستگاه بیرجند، تربت حیدریه و بار می‌باشد، جدول۵ نتایج آزمون روند این ایستگاه‌ها را نشان می‌دهد، دمای میانگین و کمینه سالانه ایستگاه تربت حیدریه بدون روند معنی‌داری، اما روند دمای بیشینه ۰/۲۶- است. در آزمون t نیز، دهه اول دمای میانگین و کمینه نسبت به دهه آخر تفاوت قابل توجهی ندارند، ولیکن دهه اخیر دمای بیشینه این ایستگاه نسبت به دهه اول 1.3 درجه سانتی‌گراد سردتر شده که نزدیک به سطح معنی‌داری می‌باشد(جدول۶).

آزمون روند برای دمای میانگین، بیشینه و کمینه در ایستگاه بیرجند، کاهشی بوده که روند دمای میانگین و بیشینه معنی‌دار نیست ولی دمای کمینه روند کاهشی معنی‌دار به میزان۰/۴۳- را نشان می‌دهد(جدول ۵)، همچنین در جدول ۶، ،فقط کاهش دمای کمینه معنی‌دار بوده، که دهه اخیر نسبت به دهه اول سری ، ۳/۹ درجه سانتیگراد سردتر شده است.

روند دمای کمینه و بیشینه ایستگاه بار معنی‌دار، که روند دمای کمینه افزایشی اما دمای بیشینه کاهشی می‌باشد. تفاوت دهه اخیر با دهه اول متغیرهای دما در این ایستگاه، فقط تفاوت دمای کمینه معنی‌دار، که ۴/۳درجه افزایش داشته است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

جدول (۵)نتایج آزمون من کندال ایستگاه‌های خارج از محدوده شهری- α= ۰/۰۵

ایستگاه	روند	معنی داری	ایستگاه	روند	معنی داری	ایستگاه	روند	معنی داری
تربت حیدریه میانگین	۰	۱	بیرجند میانگین	-۰/۰۵	۰/۶۹	بار،میانگین	-۰/۰۵	۰/۶۸
تربت حیدریه کمینه	۰/۱۶	۰/۰۹	بیرجند کمینه	-۰/۴۳	۰/۰۰۱	بار،کمینه	۰/۲۶	۰/۰۱
تربت حیدریه بیشینه	-۰/۲	۰/۰۰۷	بیرجند بیشینه	-۰/۰۲	۰/۷۶	بار،بیشینه	-۰/۲۸	۰/۰۰۴

جدول (۶)نتایج آزمون tمیانگین،کمینه و بیشینه سالانه ایستگاه ها. α =۰/۰۵

ایستگاه	تفاوت دهه اخیربا دهه اول،درجه سانتیگراد	tمحاسبه	tجدول	p-value
مشهد، میانگین*	▲ ۲/۶	-۶/۴۹	۲/۱۰۱	۰/۰۰۰۱
مشهد، کمینه *	▲ ۶/۲	۳/۱	۲/۱۰۱	۰/۰۰۰۷
مشهد، بیشینه*	▲ ۱/۴	۲/۱۳	۲/۱۰۱	۰/۰۴
سبزوار، میانگین*	▲ ۱/۷۳	-۵/۲	۲/۱۰۱	۰/۰۰۰۱
سبزوار، کمینه*	▲ ۴/۴۲	-۲/۱۲	۲/۱۰۱	۰/۰۰۴
سبزوار، بیشینه*	۰/۴	۰/۷۲	۲/۱۰۱	۰/۴۴
تربت حیدریه، میانگین	۰/۳	۱/۲	۲/۱۰۱	۰/۲۴
تربت حیدریه،کمینه	۲/۳	-۱/۲۹	۲/۱۰۱	۰/۲۱
تربت حیدریه، بیشینه	-۳/۱	۱/۹۶	۲/۱۰۱	۰/۰۶
بیرجند،میانگین	-۰/۱۵	۰/۸۳	۲/۱۰۱	۰/۴۲
بیرجند،کمینه	▼ -۳/۹	۳/۸	۲/۱۰۱	۰/۰۰۰۱
بیرجند،بیشینه	-۰/۲۸	۰/۶۶	۲/۱۰۱	۰/۵۱
بار،میانگین	۰/۲	-۰/۵۹	۲/۱۰۱	۰/۵۲
بار،کمینه	▲ ۴/۳	۲/۷۵	۲/۱۰۱	۰/۰۱
بار،بیشینه	-۱/۳	۱/۶۹	۲/۱۰۱	۰/۱

▲: افزایش معنی دار

▼: کاهش معنی دار

*ایستگاههای داخل محدوده شهری

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

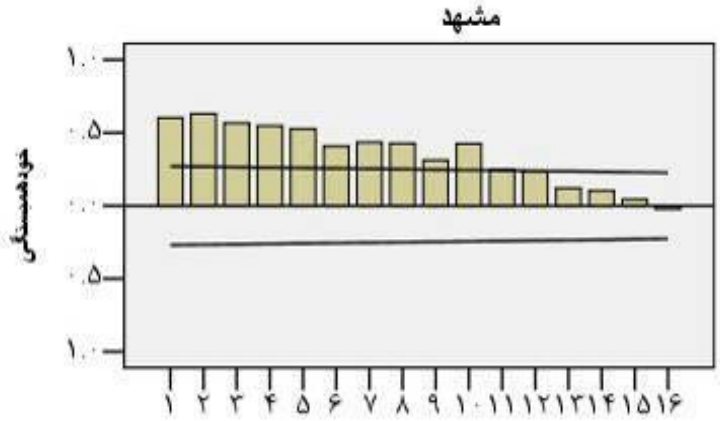
ب: مدلسازی:

در این تحقیق برای دمای میانگین سالانه ایستگاه‌ها مدلسازی و پیش‌بینی شده، همچنین اعداد زیر ضرایب، در رابطه‌ها مقادیر t می‌باشند، که برای معنی‌داری استفاده شده است).

پس از تشخیص روند دمای ایستگاه‌ها به مدلسازی و پیش بینی دما با روش ARIMAمی-پردازیم،در روش ARIMA بر اساس نمودار خود همبستگی و خودهمبستگی جزئی پارامترهای p,d,q مشخص می‌شوند.

برای مدلسازی دمای میانگین مشهد مراحل زیر به ترتیب انجام شد:

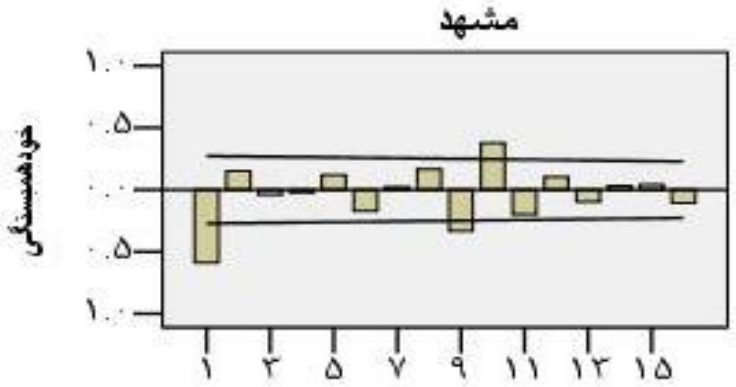
۱-نمودار خودهمبستگی سری مشهد ترسیم شد(شکل۲) این نمودار کاهش کند دارد کاهش کند خود همبستگی سری مشهد، نشان از ناایستایی سری است، این سری در روش MK نیز روند افزایشی نشان داد.



شکل(۲) نمودار خودهمبستگی سری مشهد

۲- جهت ایستا شدن سری از تفاضل گیری مرتبه۱ استفاده شده که در شکل ۳ سری ایستا است در نتیجه d مساوی با یک می‌باشد، بر اساس نمودار خود همبستگی با تفاضل یک،که فقط شاخک اول معنی‌دار است،ضریبqیک و مدل میانگین متحرک مرتبه اولMA(0,1,1) قابل استنباط است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



شکل (۳) نمودار خودهبستگی با تفاضل۱ سری مشهد

(۱۱

$$y_t=\alpha_t-\theta_1\alpha_{t-1}$$
$$\theta_1=0.997$$
$$(0.64)$$

در این جا مقدارt ، ۰/۶۴ است که معنی دار نیست پس مدل MA(1) حذف می شود.

۳-برای وارسی مدل‌های اتورگرسیو نمودار خودهمبستگی جزئی ترسیم شد، نمودار خودهمبستگی جزئی سری مشهد تا شاخک ۲ معنی‌دار می‌باشد (شکل۴) در نتیجه مدل AR(2,1,0) کاندید مناسبی است، پس مینویسیم

(۱۲

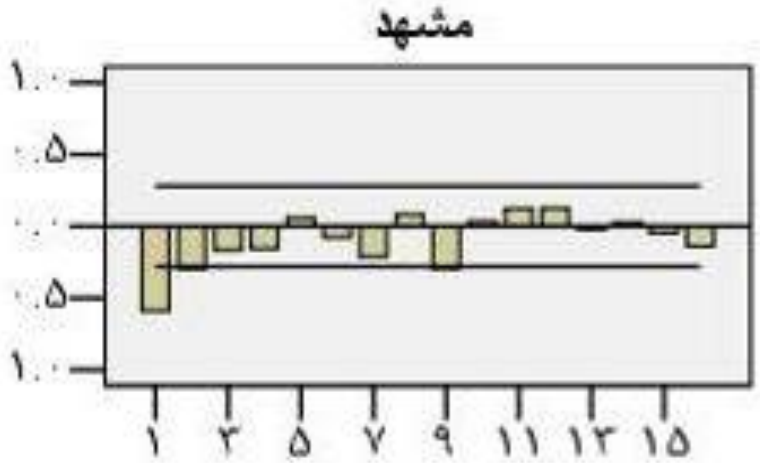
$$y_t=\varphi_1 y_{t-1}+\varphi_2 y_{t-2}+\alpha_t \rightarrow y_t=-0.774\, y_{t-1}-0.229\, y_{t-2}+\alpha_t$$
$$(-5.55) \qquad (-2.1)$$

از آن جا که مقادیر قدر مطلق t برایφ_1 وφ_2 بزرگتر از ۲ است پس مدل AR(2,1,0) کاندید مناسبی به نظر می‌رسد. حال بررسی می‌کنیم که حضور ضریب ثابت (φ_o) معنی‌دار است یا خیر؟

$$y_t=\varphi_o+\varphi_1 y_{t-1}+\varphi_2 y_{t-2}+\alpha_t \rightarrow y_t=0.003+\varphi_1 y_{t-1}+\varphi_2 y_{t-2}+\alpha_t \qquad (۱۳$$
$$(0.84)$$

حضور φ_o معنی‌دار نیست و شرایط مدل را بهتر نمی‌کند بنابراین φ_o را حذف می‌کنیم. سایر مدل‌های ARIMA به دلیل معنی‌دار نبودن ضرایب آنها حذف می‌شود.

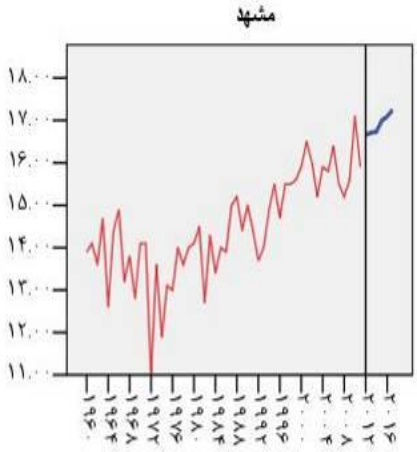
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



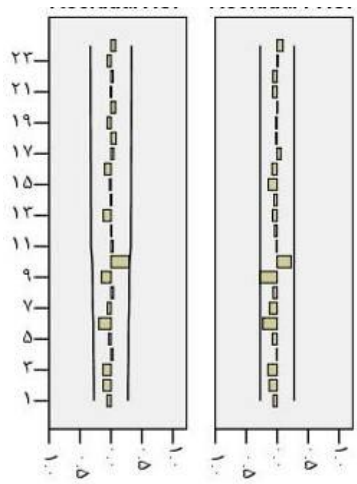
شکل(۴) نمودار خودهمبستگی جزیی سری مشهد

باقیمانده‌های مدلAR(2,1,0) در شکل ۶ تصادفی و ریشه میانگین مربعات خطای این مدل ۰/۶۹ می‌باشد، این مدل۰/۷۹واریانس داده‌ها را توجیه کرده که برازنده‌ترین مدل است، در مدل‌های AR مقادیر پیش‌بینی هر سال به سال قبل وابسته است، داده‌های اخیر سری مشهد روند افزایشی دارد به همین علت مقادیر پیش‌بینی دما، تا سال ۲۰۱۶ افزایش می‌یابد از سوی دیگر ایستگاه مشهد در محدوده شهر واقع شده است و روند افزایشی شدیدی نشان داد، میانگین دما در سال ۲۰۱۱، ۱۵/۹بوده، در سال ۲۰۱۶ به ۱۷/۰۹درجه سانتیگراد خواهد رسید. (شکل۵ و جدول۳).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



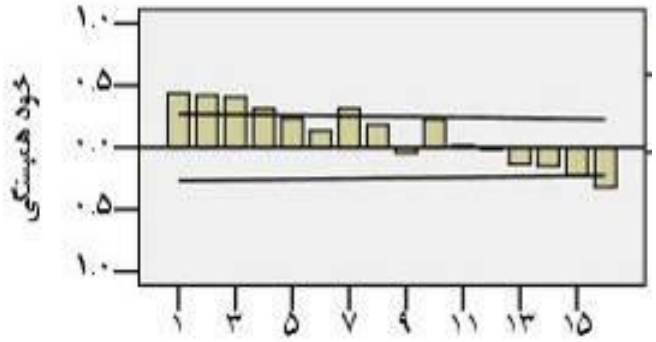
شکل(۵)نمودار پیش بینی سری مشهد



شکل(۶) باقیمانده های سری مشهد

برای مدلسازی دمای سالانه بیرجند مراحل زیر به ترتیب انجام شد.

۱-نمودار خودهمبستگی سری بیرجند ترسیم شد(شکل ۷) سری بیرجند به صورت موج سینوسی کاهش می‌یابد که تا تاخیر ۴ معنی‌دار و بعد از آن قطع می‌شود بنابراین ایستا نیست.

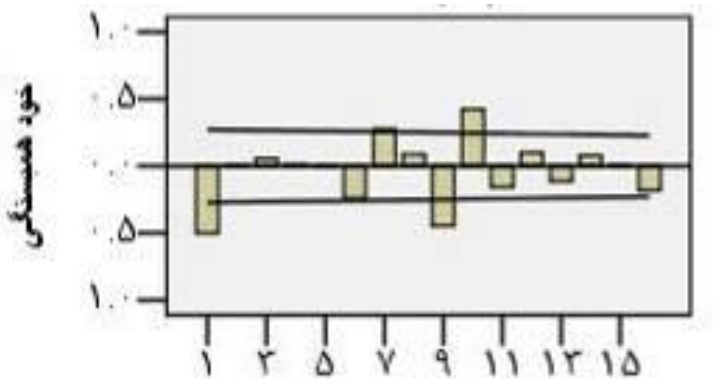


شکل(۷)

نمودار تابع ACFسری بیرجند

۲- برای ایستایی سری بیرجند از تفاضل ۱ استفاده شده است شکل ۸ نمودار خودهمبستگی با تفاضل ۱ را نشان می دهد که ایستا شده است، در نتیجه d=۱ و از نمودار خودهمبستگی با تفاضل ۱ مدلMA(0,1,1) استنباط می‌شود.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



شکل(۸) نمودار تابع *ACF* با تفاضل ۱سری بیرجند

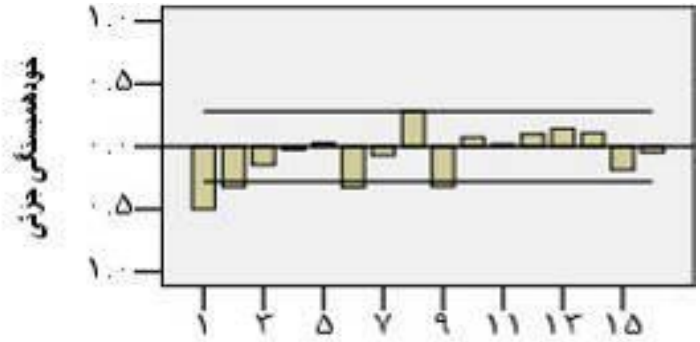
(۱۴

$$y_t=a_t-0.03a_{t-1} \longrightarrow y_t=a_t-\theta_1 a_{t-1}$$

(0.96)

مقدار tبرای θ_1 کوچکتر از ۲ است پس حضور θ_1 اثر معنی داری در مدل ندارد بنابراین مدل MA(0,1,1) مدل مناسب نیست.

۳- برای بررسی مدل‌های اتورگرسیو نمودار خودهمبستگی جزئی سری بیرجند ترسیم شد(شکل۹) که تا تاخیر ۲ معنی‌دار است و مدل AR(2,1,0) پیشنهاد می‌گردد،



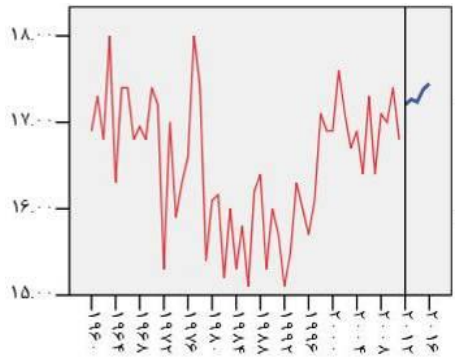
شکل(۹) نمودار PACFبا تفاضل۱ بیرجند

$$y_t=\varphi_1 y_{t-1}+\varphi_2 y_{t-2}+a_t \rightarrow y_t=-0.667\, y_{t-1}-0.323\, y_{t-2}+a_t \qquad (۱۵$$

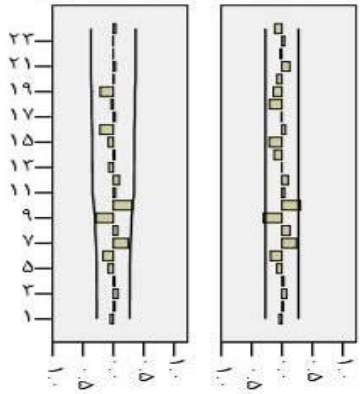
(-4.8) (-2.3)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

مقادیر قدر مطلق tبرایφ_1 وφ_2 بزرگتر از ۲ است بنابراین مدل$AR(2,1,0)$ برازنده‌ترین مدل می‌باشد که ضریب ثابت(φ_0) نیز حضور معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. ریشه میانگین مربعات خطای این مدل ۰/۶۷ و قدرت توجیه آن۰/۷۹ می‌باشد ،باقیمانده‌های این مدل در شکل ۱۱ کاملا تصادفی است.



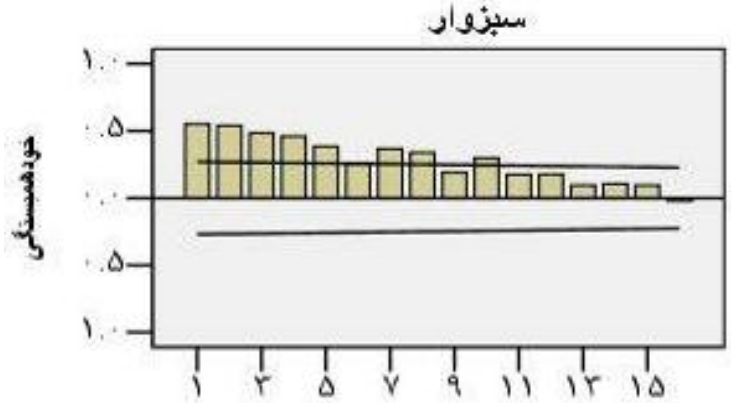
شکل(۱۰) نمودار و مقادیر پیش بینی بیرجند



شکل(۱۱) باقیمانده ها سری بیرجند

انتخاب برازنده‌ترین مدل برای سری سبزوار بر اساس مراحل زیر انجام شد.

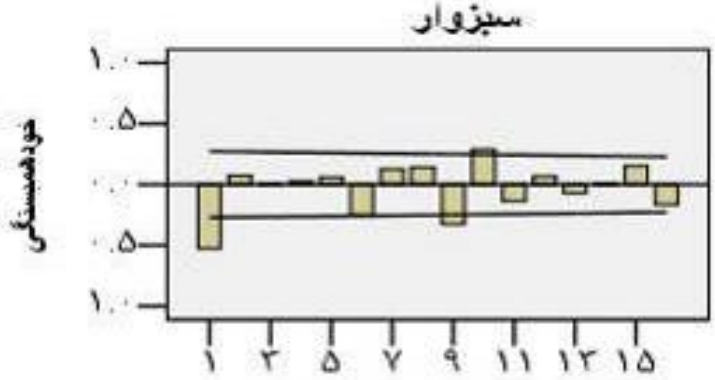
۱-نمودار تابع خودهمبستگی دمای سالانه سبزوار کاهش کند دارد که تا تاخیر ۱۰ معنی‌دار و بعد از آن تصادفی می‌باشد(شکل ۱۲)در نتیجه این سری ایستا نیست.



شکل (۱۲) نمودار ACF سری سبزوار

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

۲- جهت ایستا شدن سری سبزوار از تفاضل مرتبه ۱ استفاده شد، شکل ۱۳ نمودار خود همبستگی با تفاضل۱می‌باشد که ایستا است در نتیجه مرتبه d، ۱ است، نمودار خودهمبستگی با تفاضل یک(شکل۱۳)، تا شاخک ۱ معنی‌دار است در نتیجه مدل میانگین متحرک مرتبه یک، معقول به نظر می‌رسد.



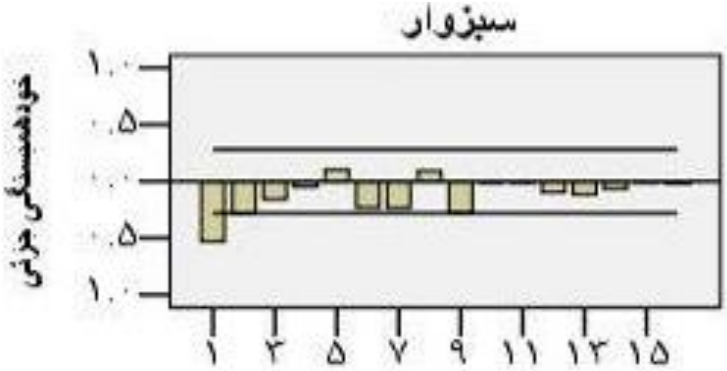
شکل (۱۳)نمودارACF با تفاضل ۱ سبزوار

(۱۶

$$y_t=a_t-\theta_1 a_{t-1} \longrightarrow y_t=a_t-0.992a_{t-1} \quad (2.1)$$

اگر چه مقدار t برای θ_1 بزرگتر از ۲ و معنی‌دار است اما به علت تصادفی نبودن باقیمانده‌ها، این مدل حذف می‌شود.

۳-نمودار خودهمبستگی جزئی سری سبزوار تا شاخک دوم معنی‌دار بوده(شکل۱۴) بنایراین مدل اتورگرسیو ۲ را آزمون می‌کنیم.



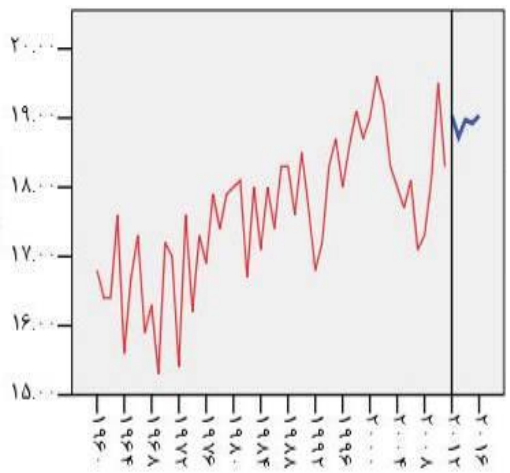
شکل (۱۴) نمودار PACFبا تفاضل ۱ سبزوار

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

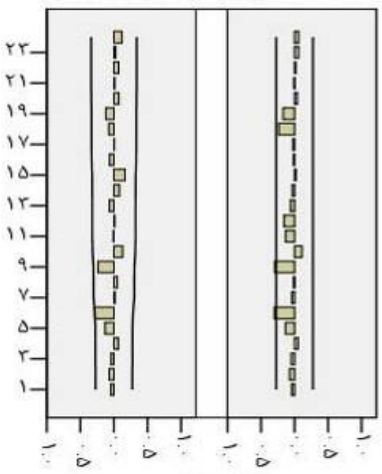
(۱۷

$$y_t=\varphi_1 y_{t-1}+\varphi_2 y_{t-2}+\alpha_t \quad \rightarrow \quad y_t=-\underset{(-4.9)}{0.689}\, y_{t-1} - \underset{(-1.7)}{0.22}\, y_{t-2} +\alpha_t$$

مقادیر قدر مطلق φ_1 و φ_2 به ترتیب ۴/۹- و۱/۷- است که حضور φ_1 معنی‌دار، ولی حضور φ_2 معنی‌دار نیست، ضریب ثابت φ_0 به علت معنی‌دار نبودن نیز مدل را بهتر نکرد، بنابراین در بین مدل های ARIMA برازنده‌ترین مدل، AR(1,1,0) است که باقیمانده‌های این مدل در شکل ۱۶ تصادفی و مقدار ریشه میانگین مربعات خطا ۰/۶۲ و قدرت توجیه این مدل ۰/۷۷ می‌باشد.



شکل(۱۵) نمودارمقادیر پیش بینی سری سبزوار



شکل (۱۶) باقیمانده های سری سبزوار

جدول(۳) مقادیر پیش بینی دمای میانگین ایستگاه‌ها

سال	مشهد	سبزوار	بیرجند
۲۰۱۲	۱۶/۶۶	۱۸/۸۳	۱۷/۲
۲۰۱۳	۱۶/۷۱	۱۸/۹۱	۱۷/۰۹
۲۰۱۴	۱۶/۷۳	۱۸/۸	۱۷/۲۵
۲۰۱۵	۱۷	۱۸/۹۵	۱۷/۲۷
۲۰۱۶	۱۷/۰۹	۱۸/۹۵	۱۷/۳۷

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

سری ایستگاه تربت‌حیدریه و بار به علت تصادفی بودن سری، با مدل‌های ARIMA مدلسازی نشد، سری‌های را می‌توان با ARIMA مدلسازی کرد که سری روند معنی‌داری را نشان دهد.

نتیجه گیری

روند دمای میانگین، کمینه و بیشینه سالانه در شمال شرق ایران یکسان نیست، و حتی ایستگاه‌های واقع شده در محدوده شهری، رفتار متفاوت از ایستگاه‌های خارج شهر نشان می دهند، روند دمای میانگین،کمینه و بیشینه سالانه ایستگاه‌های شهری(مشهد، سبزوار) افزایشی است، در حالی که دمای میانگین سالانه ایستگاه‌های خارج از شهر(تربت حیدریه، بیرجند و بار) بدون روند بوده، حتی دمای بیشینه بار، تربت حیدریه، و کمینه بیرجند روند کاهشی معنی‌دار را نشان دادند. تنها روند افزایشی معنی‌دار در ایستگاه‌های خارج شهر، دمای کمینه ایستگاه بار است، سایر ایستگاه‌ها یا روند کاهشی ویا بدون روند می‌باشند. بنابراین فرض گرم شدن در شمال شرق ایران را نمی توان پذیرفت، روندهای افزایشی دمای برخی ایستگاه‌ها متاثر از جزیره حراراتی شهر می باشد. نتایج این تحقیق،نتایج تحقیقات انجام شده در مناطق مختلف جهان مانند رن و همکاران(۲۰۰۸) و فنگ و همکاران (۲۰۱۴) را تصدیق می‌کند که همگی به تفاوت روند دما در ایستگاه‌های داخل شهر و خارج از محدوده شهری اشاره داشته‌اند.

اغلب تغییرات دما در شمال شرق ایران، محدود به میکروکلیمای شهری می‌باشد که به نظر می‌رسد اثر ساخت و ساز شهری، جذب انرژی خورشید توسط دیوارهای عمودی و آسفالت خیابانها، مصرف سوخت های فسیلی در حمل و نقل، صنایع و لوازم خانگی و غیره می‌باشد، بنابراین پیشنهاد می‌گردد محققین، تاثیرات شهر و گسترش آن را بر روندهای دما در ایران برآورد نمایند، و یا به گفته هانسن و همکاران (۲۰۰۱) تاثیرات شهرها بر روند دما در بررسی فرض گرم شدن زمین باید اصلاح شود.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

منابع و ماخذ

۱. ابراهیمی، حسین و علیزاده، امین و جوانمرد، سهیلا (۱۳۸۴). **بررسی وجود تغییر دما در دشت مشهد به عنوان نمایه تغییر اقلیم در منطقه**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۹، ص۵.

۲. جهانبخش، سعید و ترابی، سیما (۱۳۸۳). **بررسی تغییرات دما و بارش در ایران**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۴، صص ۱۲۵-۱۰۴.

۳. جهانبخش، سعید و رحیمی بندر آبادی، سیما و حسینی، عباس و رضایی، سمیه و خوش زمان، تورج(۱۳۸۹). **بررسی تغییرات بارندگی و دما در حوزه کرخه**، چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، زاهدان، ۱۳۸۹.

۴. حجازی زاده، زهرا بیگم و شیرخانی، علیرضا (۱۳۸۴). **تحلیل و پیش بینی آماری خشکسالی و دوره های خشک کوتاه مدت در استان خراسان**، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۵۲، صص ۳۱-۱۳.

۵. رضینی، آراسته و ثقفیان، بهرام(۱۳۸۴). **بررسی روند بارندگی سالانه در مناطق خشک و نیمه خشک ایران**، آب و فاضلاب، شماره ۵۴، صص ۸۴-۷۳.

۶. عبدالله زاده، یحیی وعبدالله زاده، کاوه(۱۳۷۹). **مفاهیم کاربردی آمارو احتمالات**، نشر آییژ، صص۲۴۳-۲۳۹.

۷. عزیزی، قاسم و روشنی، محمود(۱۳۸۷). **مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال**، پژوهش های جغرافیایی، شماره۶۴، صص۱۳-۲۸.

۸. عساکره، حسین (۱۳۸۶). **تغیر اقلیم**، انتشارات دانشگاه زنجان، ص۱۲۷.

۹. علیجانی، بهلول و کاویانی، محمد رضا(۱۳۷۱). **مبانی آب وهواشناسی**، انتشارات سمت، صص۱۰-۱۵.

۱۰.علیجانی، بهلول و بنی وهاب، علیرضا(۱۳۸۴). **بررسی خشکسالی ترسالی و پیش بینی اقلیمی منطقه بیرجند**، پژوهشهای جغرافیایی شماره ۵۳، ص ۱۳۷.

۱۱.علیزاده، امین وکمالی، غلامعلی(۱۳۸۱). **اثرات تغییر اقلیم بر افزایش مصرف آب در کشاورزی در دشت مشهد**، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۵، صص۱۸۹-۲۰۱ .

۱۲.غیور، حسینعلی و عساکره، حسین (۱۳۸۴). **کاربرد مدلهای فوریه در برآورد دمای ماهانه و آینده نگری آن در مشهد**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی شماره ۷۷، ص ۸۳.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

۱۳.قائمی، هوشنگ و عساکره، حسین(۱۳۸۲). **تحلیل آماری بر روند تغییرات دمای مشهد طی سده گذشته و رابطه آن با نوسان های اطلس شمالی**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۱، ص۳۷.

۱۴.میرموسوی، سید حسین (۱۳۸۷). **مطالعه نوسانات دما و بارش سالانه در منطقه شمال غرب ایران**، پژوهش های جغرافیایی طبیعی، شماره ۶۶، ص ۱۰۰-۸۷.

۱۵. نیرومند، حسینعلی وبزرگ نیا، ابوالقاسم(۱۳۸۴). **سری های زمانی**، دانشگاه پیام نور،صص۱۷۴-۱۵۳.

Andreas. Taschetto and Matthew H. England (2009). ***An analysis of late twentieth century trends in Australian rainfall***, International journal of climatology, 29, 791-807.

Bihart Onoz, mehmetcik bayazit, (2003**). *the power of statistical tests for Trend Detection***, Turkish J.Eng.Env.Sci, 27,241-251.

Fang Feng, Junqin Guo, Landong Sun, Jing Wang, Xinping Wang (2014).***The effects of urbanization on temperature trends in different economic periods and geographical environments in northwestern China***. Theory Apple Climatol, 116:227-241.DOI 10.1007/s00704-013-0944-7.

Gurudeo Anand Tularam and Ilahee Mahbub (2010). ***Time Series Analysis of Rainfal and Temperature Interactions in Coastal Catchments,*** Journal of Mathematics andStatistics,3: 372-380.

Hegrel, G C,.Von Stroch, H.Hasselmaun,K. Santer. BD, Cubasch, U.and P.D.Jonses (1996). ***Detecting Greenhouse-gas- induced Climat Change with an Optimal Fingerprit Method***,Journal of Cimate,9, 2281-2306.

Hansan, J.E., and Coauthors (2001)***. A closer look at United States and Global surface temperature change***.J, Geophs.Res, 106, 23947-23963.

IPCC, (2001)***. Climate Change,The IPCC Scientific Assessment, Houghton***,J.T.,Jenkins,G.J.,and Ephraums, J. J(ede)Cambridge University Press, Cambridge.

IPCC, (2013). ***Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change***.p, 27.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

Lineheng Liang, peter.G Kershaw (1995). ***Climate change in the Mackenzie Mountains***, N.W.T, Canada, CLIMATE RESEARCH, vol.5, 1-13.

Naill P.E, M.Momani (2009). ***Time Series Analysis Model for Rainfall Data in Jordan: Case study for Using Time Series Analysis***, American Journal of Environmental Sciences, ۵, 599-604.

Olavi Karner, (2009). ***ARIMA representation for daily solar irradiance and surface air temperature time series***, J.Atmospheric and solar Terrestrial physics, 71, 841-847.

Ren Guoyu, Zhoun Yaqing, Chuziying, Zhou Jiangting, Zhang Aiying, Guo Jan, liu Xuefeng,(2008). ***Urbanization effects on observed surface air temperature trends in north China***,American Meteorological Society,vol21,1333-1348,DOI:10.1175/ 2007 JC L I 1341.1

Shamsnia Seyed Amir, Naeem Shahidi, Ali Liaghat, Amirpouya Sarraf, Seyed Farnood Vahdat, (2011)**. *Modeling of Weather Parameters Using Stochastic Methods (ARIMA Model) (Case Study: Abadeh Region, Iran)*** *International* Conference on Environment and Industrial Innovation, IPCBEE, vol.12, 282,285.

Sarraf Amirpouya, Seyed Farnood Vahdat, Azita Behbahaninia (2011). ***Relative Humidity and Mean Monthly Temperature Forecasts in Ahwaz Station with ARIMA Model in time Series Analysis*** International Conference Environment and Industrial Innovation, IPCBEE, vol.12, 149-153.

Tomozeix.R, Cacciamani.C, Pavan.V, Morgillo.A, and Busuioc.A, (2006). ***Climate change Scenarios for surface temperature in Emilia-Romagna (Italy) obtained using statistical downscaling models***, Appl.Climatol, 10, 78-94.

http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch3,2007,p.102

XierLi, (2009**). *Applying GLM Model and ARIMA Model to the Analysis of MonthlyTemperature of Stockholm***, Department of Economics and Society, Dalama University, 10, 1-24.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]