

The daily average temperature variations in the northeast of Iran

Gholamhossein Jafari ¹   | Kobra Gadime ² 

1 - Associate Professor in Geomorphology , Department of Geography, University of Zanjan, Zanjan, Iran
2- Masters Degrii Geomorphology , University of Zanjan, University of Zanjan, Iran

Article Info:

Article type:
Research Article

history:
Received:
2022/8/16

Received:
2022/9/19

Accepted:
2022/11/24

Published:
2023/1/5

Keywords:

Linear Regression;
Variation Rates;
Northeast; Average
Temperature

Abstract: The present study is concerned with probing the daily average temperature behavior of 64 synoptic stations at the north west of Iran using the regression method with a 32 year (1985-2016) statistical period. The obtained results indicate an increasing trend in the average temperature of a few areas in the studied region. A negative rate in the average temperature is found during January to March and October to December. Overall, the month of March exhibits the highest significance level. In the winter, a few northern and eastern areas show the highest positive rate of temperature variation. The southern areas of West Azerbaijan and a few northern areas of the Kurdistan demonstrate greater positive rates than other spots during spring. In the summer days, the negative values are merely observed during September. Moreover, only a few cases in central and western areas in the West Azerbaijan show a positive rate of average temperature. However, different negative rates are observed during November and December in a few parts of West Azerbaijan, East Azerbaijan and Kurdistan.

Cite this article: Jafari, G, Gadime, K (2023). The daily average temperature variations in the northeast of Iran. *Climat Chenge and Climat Disasters*, 2(3), 190-214.

© The Author(s).

Homepage: cccd.znu.ac.ir

Publisher: University of Zanjan





دانشگاه زنجان

دگرگونی‌ها و مخاطرات آب‌وهوایی

شاپا چاپی: ۲۷۸۳-۰۵۵۱

بررسی روند تغییرات دمای متوسط روزانه در منطقه شمال غرب ایران

غلامحسین جعفری ^۱ | کبری قدیمی ^۲

۱. دانشیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۲. کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی گردشگری، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ‌ها:

دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۷

بازنگری: ۱۴۰۱/۱۱/۱۳

پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۷

انتشار: ۱۴۰۲/۳/۱۵

واژگان کلیدی:

رگرسیون خطی، روند تغییرات، شمال غرب، میانگین دما

چکیده: در پژوهش حاضر روند تغییرات دمای متوسط روزانه ۶۴ ایستگاه سینوپتیک در منطقه شمال غرب ایران، با طول دوره آماری ۳۲ سال (۱۹۸۵ تا ۲۰۱۶) با استفاده از روش رگرسیون مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان‌دهنده روند مثبت و صعودی دمای میانگین در بخش‌هایی از محدوده مورد مطالعه است. روند منفی میانگین دما نیز در ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، اکتبر، نوامبر و دسامبر مشاهده می‌شود. به طور کلی ماه مارس بیشترین سطح دارای روند معنی دار را دارد. در فصل زمستان بخش‌هایی از شمال و شرق محدوده مورد مطالعه بیشترین مقادیر مربوط به روند مثبت دما را نشان می‌دهند. در فصل بهار نواحی جنوبی استان آذربایجان غربی و بخش‌هایی از شمال استان کردستان نسبت به سایر نواحی اعداد بزرگتری از روند مثبت دارند. در فصل تابستان فقط در ماه سپتامبر مقادیر منفی مشاهده می‌گردد. در ماه‌های ژوئیه و اوت بخش‌هایی از غرب و مرکز استان آذربایجان غربی روند مثبت و افزایشی دارند. در فصل پاییز و ماه‌های نوامبر و دسامبر بخش‌هایی از آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی و کردستان مقادیر منفی متفاوتی با سایر نواحی دارد.

استناد: جعفری، غلامحسین، قدیمی، کبری (۱۴۰۲). بررسی روند تغییرات دمای متوسط روزانه در منطقه شمال غرب ایران. دگرگونی‌ها و

مخاطرات آب و هوایی، ۲(۳)، ۱۹۰-۲۱۴

© نویسندگان .

ناشر: دانشگاه زنجان.

Homepage: cccd.znu.ac.ir



مقدمه

تغییر اقلیم و موضوع گرم شدن زمین یکی از مباحث مهم و قابل توجه برای بسیاری از پژوهشگران است. افزایش جمعیت، گسترش فعالیت‌های صنعتی، استفاده غیر اصولی از سوخت‌های فسیلی و به تبع آن انتشار گازهای گلخانه‌ای از مهم‌ترین دلایل گرم شدن کره زمین می‌باشد که بخش‌های کشاورزی، محیط زیست، سلامت و منابع هیدرولوژیکی. به طور مستقیم بیشترین تاثیر پذیری را از این تغییرات خواهند داشت. دما به عنوان یکی از مهم‌ترین عناصر اقلیمی، شاخص مناسبی برای ردیابی تغییر اقلیم است (عساکره، ۱۳۸۳). پارامتر میانگین دمای هوا در سطح زمین و تغییرات آن نیز نمایه‌ای از تغییرات اقلیمی است که تقریباً در تمامی نظریه‌های تغییر اقلیم، از آن یاد می‌شود. با بررسی روند تغییرات میانگین دمای هوا می‌توان تغییرات اقلیمی را ردیابی کرد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۴). یکی از روش‌های متداول به منظور تحلیل سری‌های زمانی متغیرها در آب‌وهواشناسی، بررسی روند داده‌ها با استفاده از آزمون‌های آماری است در واقع روش‌های آماری یکی از ابزارهای مفید برای

تحلیل رفتار عنصر دما به شمار می‌روند. وجود روند در سری‌های زمانی پارامترهای آب‌وهواشناسی ممکن است ناشی از تغییرات طبیعی و آرام آب‌وهوا یا اثر فعالیت‌های انسانی باشد. به طور کلی، وجود روند معنی‌دار در یک سری زمانی به تنهایی نمی‌تواند دلیلی قاطع بر وقوع تغییر اقلیم در یک منطقه باشد، بلکه فرض رخداد آن را تقویت می‌کند (طاووسی و همکاران، ۱۳۹۳). در واقع بررسی تغییرات روند پارامترهای دمایی از جمله میانگین دما در بلند مدت و در مقیاس‌های مختلف مکانی تا حدودی آینده اقلیمی هر مکان را مشخص می‌کند.

در سطح جهان و ایران پژوهش‌های زیادی در زمینه تغییر دما و روندهای مربوط به آن انجام شده است؛ برون‌تی و همکاران (۲۰۰۰)، در بررسی روند حداکثر و حداقل دمای روزانه ایتالیا به این نتیجه رسیدند افزایش روند دما در نواحی جنوبی بیشتر از نواحی شمالی بوده است. پرز و همکاران (۲۰۰۰)، تغییرات دمای بسیاری از نقاط جهان را برای دوره ۱۹۵۸ تا ۱۹۹۸ بررسی کردند؛ روند مثبت دما برای بیشتر نقاط اروپا، آمریکای شمالی و اقیانوس اطلس

و روند منفی دما برای ایسلند، گرینلند و سواحل شرقی کانادا به دست آمد. بین دمی (۲۰۰۶)، مطالعاتی پیرامون تغییر عنصر دما در اردن انجام داد؛ نتایج افزایش میانگین حداقل و حداکثر دمای ثبت شده در طی سال‌های ۱۹۴۶ تا ۱۹۹۹ را مورد تأیید قرار داده است. مارنگو و کامارگو (۲۰۰۸)، با بررسی دمای کمینه و بیشینه ایستگاه‌های جنوب برزیل در طی سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۲ نتیجه گرفتند که روندهای مربوط به حداقل دما شیب زیاد و روند دمای حداکثر شیب ملایم‌تری داشته و روند افزایش دمای زمستان بیشتر از تابستان است. جین و همکاران (۲۰۱۳)، تغییرات پارامترهای بارش و دمای شمال غرب هند را در مقیاس‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه مورد مطالعه قرار دادند که نتایج به دست آمده نشان دهنده‌ی روند افزایشی دما در سه بازه زمانی مورد نظر بود. چن و همکاران (۲۰۱۴)، روند تغییرات عناصر اقلیمی دما و بارش را در حوضه آبریز رودخانه یانگ تسه مورد مطالعه قرار دادند؛ نتایج به دست آمده نشان دهنده‌ی روند افزایشی میانگین دما و عدم تغییرات معنی‌دار در بارش است.

کریشنا (۲۰۱۴)، روند طولانی مدت دمای مناطق مختلف عربستان مورد بررسی قرار داد؛ نتایج به دست آمده بیانگر نرخ افزایشی روند حداقل دما نسبت به حداکثر دما بوده است. سایموزمن و همکاران (۲۰۱۵)، با استفاده از آزمون ناپارامتریک من‌کنندال و روش سن، تغییرات زمانی روند دما در طی دوره ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۹ را برای کارولینای شمالی مورد بررسی قرار دادند؛ نتایج نشان داد فصل تابستان بیشترین روند افزایشی و زمستان کمترین روند را داشته است. مارتینز اوستریا و همکاران (۲۰۱۵)، روند دما و امواج گرمایی دو منطقه از شمال غرب مکزیک مورد بررسی قرار دادند که نتایج بیانگر افزایش روند دما و وقوع شدید گرما در هر دو منطقه به ویژه در فصل تابستان است. الکلباسی و همکاران (۲۰۱۵)، تغییرات روند دما و بارش را در بخش‌هایی از مناطق کوهستانی عمان مورد مطالعه قرار دادند؛ نتایج بیانگر افزایش پارامترهای میانگین و حداقل دما بود. چیتوا و همکاران (۲۰۱۵)، تغییرات روند سالانه و فصلی دمای سه دهه گذشته رومانی را مورد بررسی قرار دادند که نتایج بیانگر روند

سال ۱۹۷۰ است و فصل بهار و زمستان روند افزایشی بیشتری را نشان می‌دهد. بررسی روند دمای روزانه مصر توسط الکناوی و همکاران (۲۰۱۹)، بیانگر افزایش روند در دمای حداکثر روزانه از جنوب شرقی تا شمال غربی است همچنین شدت تغییرات افزایشی از سال ۱۹۸۳ تا ۲۰۱۵ زیاد بوده است. نتایج پژوهش مارتینز و همکاران (۲۰۱۲)، در مورد روند بارش و دمای فلوریدا بیانگر روند افزایشی پارامترهای دمایی در بخش‌های غربی، مرکزی و جنوبی بود. محمدی و تقوی (۱۳۸۳)، در مطالعه‌ای روند شاخص‌های حدی دما را در تهران بررسی کردند که نتایج نشان داد روند دمای حداقل و متوسط روزانه افزایشی بوده و شیب مثبت داشته در حالی که روند افزایشی دمای حداکثر شیب کمتری داشته است. مسعودیان (۱۳۸۳)، روند دمای ایران را در نیم سده‌ی گذشته با استفاده از روش میانبایی کریجینگ بررسی نموده است و با استفاده از داده‌های ماهانه در بازه زمانی روزانه، شبانه و شبانه‌روزی نتیجه‌گیری کرد که در طی نیم سده‌ی گذشته دمای شبانه نزدیک به ۳، روزانه ۱ و شبانه‌روزی ۲ درجه سانتی‌گراد در

صعودی حداکثر دما نوامبر، ژوئن، ژوئیه و اوت بود. دامو و همکاران (۲۰۱۵)، با استفاده از آزمون من‌کندال روند و تغییرات دمای ماهانه و فصلی شمال شرق نیجریه را مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان دهنده‌ی تغییرات مثبت میانگین دما و افزایش حداکثری دما در ماه آوریل بود. بورگرا و همکاران (۲۰۱۸)، روند دما را در بخش‌هایی از مناطق مرکزی شیلی مورد مطالعه قرار دادند که نتایج بیانگر روند صعودی دما در فصل‌های بهار تابستان و پاییز بود همچنین در نواحی ساحلی به جز بخش‌هایی محدود روند گرمایش تا ۴۰ کیلومتری ساحل مشخص شد. وینسنت و همکاران (۲۰۱۸)، تغییرات آب‌وهوا در کانادا مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان داد در طول قرن گذشته آب‌وهوا به طور قابل توجهی گرم شده است، روند افزایش دما در مناطق جنوبی بیشتر بوده و به علت درجه حرارت بالا بارش‌ها سنگین و بیشتر به شکل مایع است. چاند و همکاران (۲۰۱۹)، روند سالانه و فصلی دما در حوضه رودخانه نارایانی نپال را مورد بررسی قرار دادند که نتایج بیانگر روند گرم شدن در بیشتر ایستگاه‌ها پس از

آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، زنجان و کردستان است به واسطه دارا بودن موقعیت مناسب جغرافیایی، ارتفاعات مهم و منابع طبیعی و انسانی گردشگری و نیز منابع مهم هیدرولوژیکی از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. بنابراین مطالعه و شناخت عوامل اثر گذار از جمله دما و تغییرات مرتبط با آن به عنوان یکی از عناصر مهم اقلیمی، چشم انداز مناسبی در برنامه ریزی‌های آینده منطقه فراهم می‌کند. بر این اساس مهم‌ترین هدف در پژوهش حاضر بررسی وضعیت تغییرات روند متوسط دما طی سه دهه گذشته و نیز ارائه تصویری روشن از آینده اقلیمی در منطقه شمالغرب ایران می‌باشد.

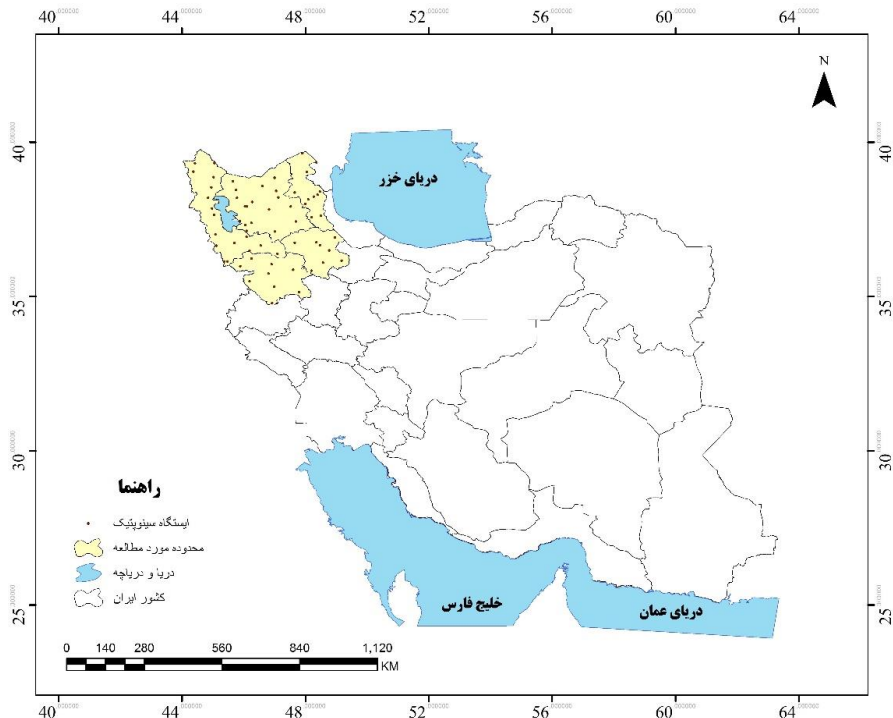
۱. داده‌ها و روش‌ها

۱.۱. منطقه مورد مطالعه

شمال غرب ایران در این پژوهش شامل استان‌های اردبیل، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، زنجان و کردستان می‌باشد که در قسمت شمال با کشورهای آذربایجان، ارمنستان و در غرب با کشورهای ترکیه و عراق همسایه می‌باشد از سمت جنوب با استان‌های همدان، کرمانشاه، قزوین و در شرق با

هر صد سال افزایش داشته است و روندهای مربوط به افزایش دما در مناطق پست و گرم و روندهای کاهش بیشتر در کوهستان‌ها دیده می‌شود. قیامی شماری و همکاران (۱۳۹۰)، در تحقیقی به عنوان آشکارسازی تغییرات اقلیم در غرب ایران با توجه به تغییرات دما، پی بردند که نتایج حاصل از مقایسه بازه‌ها با بازه نرمال، نشان دهنده‌ی افزایش میانگین دماهای متوسط، بیشینه و کمینه بازه ۱۶ ساله اخیر نسبت به دیگر بازه‌ها بوده است. شیر-غلامی و همکاران (۱۳۸۴)، روند تغییرات دمای متوسط سالانه در ایران مورد بررسی قرار دادند که نتایج به دست آمده در نواحی دارای روند نشان‌دهنده‌ی شیب خط روند و در واقع افزایش دما می‌باشد. آذرخشی و همکاران (۱۳۹۱)، روند تغییرات سالانه و فصلی پارامترهای دما در مناطق مختلف ایران را با استفاده از روش من-کندال و رگرسیون خطی مورد مطالعه قرار دادند که نتایج به دست آمده نشان دهنده‌ی روند مثبت و بیشترین تغییرات در دمای متوسط تابستان بود. منطقه شمالغرب ایران که در پژوهش حاضر شامل استان‌های اردبیل،

استان گیلان دارای مرز مشترک است.
 شکل (۱) موقعیت محدوده مورد مطالعه
 را در کشور ایران نشان می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه در ایران

۱.۲ داده‌ها

به منظور مطالعه روند تغییرات دمایی
 شمال غرب ایران، آمار مربوط به
 میانگین دمای روزانه ۶۳ ایستگاه
 سینوپتیک با طول دوره آماری ۳۲ سال
 (۱۹۸۵ تا ۲۰۱۶)، از سازمان هواشناسی
 کشور اخذ گردید، جدول (۱).

ارتفاع از سطح دریا	عرض شمالی		طول شرقی		نوع ایستگاه	جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه در ایستگاه پژوهش‌استان	
	درجه	دقیقه	درجه	دقیقه		متر	
۱۴۱۱	۳۹	۳۳	۴۴	۴۳	سینوپتیک	ماکو	آذربایجان غربی
۱۳۲۸	۳۷	۶۶	۴۵	۰۵	سینوپتیک	ارومیه	آذربایجان غربی
۱۸۱۷	۳۶	۴۰	۴۷	۱۰	سینوپتیک	تکاب	آذربایجان غربی
۱۵۵۷	۳۶	۱۵	۴۵	۴۸	سینوپتیک	سر دشت	آذربایجان غربی
۱۴۴۴	۳۶	۶۶	۴۵	۱۳	سینوپتیک	پیرانشهر	آذربایجان غربی
۱۴۱۶	۳۷	۰۳	۴۵	۰۹	سینوپتیک	اشنویه	آذربایجان غربی
۱۳۰۷	۳۶	۱۵	۴۵	۳۸	سینوپتیک	نقده	آذربایجان غربی
۱۳۵۲	۳۶	۷۵	۴۵	۷۱	سینوپتیک	مهاباد	آذربایجان غربی
۷۹۲	۳۹	۳۴	۴۵	۰۶	سینوپتیک	پلدشت	آذربایجان غربی
۱۳۳۶	۳۷	۸۳	۴۴	۹۸	سینوپتیک	کهریز	آذربایجان غربی
۱۸۸۸	۳۹	۰۶	۴۴	۳۸	سینوپتیک	چالدران	آذربایجان غربی
۱۲۷۰	۳۶	۹۵	۴۶	۱۰	سینوپتیک	میان‌دوآب	آذربایجان غربی
۱۱۰۳	۳۸	۵۵	۴۴	۹۶	سینوپتیک	خوی	آذربایجان غربی
	۳۸	۸۸	۴۵	۰۳	سینوپتیک	قره ضیاء‌الدین	آذربایجان غربی
۱۳۸۶	۳۶	۵۰	۴۶	۲۰	سینوپتیک	بوکان	آذربایجان غربی
۱۳۳۹	۳۸	۲۱	۴۴	۸۵	سینوپتیک	سلماس	آذربایجان غربی
۱۵۲۲/۸	۳۶	۲۵	۴۶	۲۶	سینوپتیک	سقز	کردستان
۲۱۴۲/۶	۳۶	۰۶	۴۶	۹۱	سینوپتیک	زرینه	کردستان
	۳۵	۷۶	۴۶	۸۱	سینوپتیک	هزارکانیان	کردستان
۱۹۰۶	۳۵	۴۶	۴۷	۸۰	سینوپتیک	قروه	کردستان
	۳۴	۸۰	۴۶	۹۳	سینوپتیک	کامیاران	کردستان
۱۸۸۳/۴	۳۵	۸۸	۴۷	۶۱	سینوپتیک	بیجار	کردستان
۱۲۸۷	۳۵	۵۱	۴۶	۲۰	سینوپتیک	مریوان	کردستان
۱۶۰۰	۳۶	۴۰	۴۵	۹۰	سینوپتیک	بانه	کردستان

کردستان	سنندج	سینوپتیک	۰۰	۴۷	۳۳	۳۵	۱۳۷۳/۴
زنجان	آببر	سینوپتیک	۹۶	۴۸	۹۳	۳۶	۶۲۵
زنجان	ماهانشان	سینوپتیک	۶۶	۴۷	۷۶	۳۶	۱۲۸۵
زنجان	خرمدره	سینوپتیک	۱۸	۴۹	۱۸	۳۶	۱۵۷۸
زنجان	خدابنده	سینوپتیک	۵۸	۴۸	۱۱	۳۶	۱۸۹۸
زنجان	خیرآباد	سینوپتیک	۷۸	۴۸	۵۱	۳۶	۱۷۶۰
زنجان	گراماب	سینوپتیک	۲۰	۴۸	۸۵	۳۵	۱۵۵۵
زنجان	فرودگاه زنجان	سینوپتیک	۳۶	۴۸	۷۷	۳۶	۱۶۴۱
زنجان	زنجان	سینوپتیک	۴۸	۴۸	۶۸	۳۶	۱۶۵۹
آذربایجان شرقی	خسروشهر	سینوپتیک	۰۵	۴۶	۹۴	۳۷	
آذربایجان شرقی	چاراویماق	سینوپتیک	۰۲	۴۷	۱۲	۳۷	۱۸۹۶
آذربایجان شرقی	تبریز	سینوپتیک	۲۸	۴۶	۰۸	۳۸	۱۳۶۴
آذربایجان شرقی	بستان آباد	سینوپتیک	۸۳	۴۶	۸۴	۳۷	۱۷۵۰
آذربایجان شرقی	ورزقان	سینوپتیک	۶۱	۴۶	۵۹	۳۸	۱۶۷۱
آذربایجان شرقی	شبستر	سینوپتیک	۷۹	۴۵	۲۱	۳۸	۱۳۵۰
آذربایجان شرقی	سراب	سینوپتیک	۵۳	۴۷	۹۳	۳۷	۱۶۸۲
آذربایجان شرقی	سهند	سینوپتیک	۱۱	۴۶	۹۳	۳۷	۱۶۴۱
آذربایجان شرقی	میانه	سینوپتیک	۷	۴۷	۴۵	۳۷	۱۱۱۰
آذربایجان شرقی	مرند	سینوپتیک	۷۶	۴۵	۴۶	۳۸	۱۵۵۰
آذربایجان شرقی	مراغه	سینوپتیک	۲۶	۴۶	۴	۳۷	۱۳۴۴
آذربایجان شرقی	ملکان	سینوپتیک	۱	۴۶	۱۴	۳۷	۱۳۰۸
آذربایجان شرقی	کلیبر	سینوپتیک	۰۱	۴۷	۸۶	۳۸	۱۲۱۰
آذربایجان شرقی	جلفا	سینوپتیک	۶۶	۴۵	۷۵	۳۸	۷۳۶
آذربایجان شرقی	هریس	سینوپتیک	۱۳	۴۷	۲۳	۳۸	۱۹۵۰
آذربایجان شرقی	بناب	سینوپتیک	۰۶	۴۶	۳۳	۳۷	۱۲۹۰
آذربایجان شرقی	عجب شیر	سینوپتیک	۸۹	۴۵	۴۷	۳۷	۱۳۱۱
آذربایجان شرقی	اهر	سینوپتیک	۰۶	۴۷	۴۳	۳۸	۱۳۹۱
اردبیل	کوثر	سینوپتیک	۲۱	۴۸	۵۸	۳۷	1175/7
اردبیل	نیر	سینوپتیک	۰۱	۴۸	۰۲	۳۸	1593

اردبیل	نمین	سینوپتیک	۴۸	۴۸	۴۱	۳۸	1480/2
اردبیل	سرعین	سینوپتیک	۱۰	۴۸	۱۶	۳۸	1658/3
اردبیل	بيله سوار	سینوپتیک	۳۶	۴۸	۳۶	۳۹	101/4
اردبیل	فرودگاه اردبیل	سینوپتیک	۴۰	۴۸	۳۱	۳۸	1317/3
اردبیل	خلخال	سینوپتیک	۵۱	۴۸	۶۳	۳۷	1797/4
اردبیل	گرمی	سینوپتیک	۰۵	۴۸	۰۵	۳۹	746
اردبیل	اردبیل	سینوپتیک	۲۸	۴۸	۲۵	۳۸	1335/2
اردبیل	مشکین شهر	سینوپتیک	۶۶	۴۷	۳۸	۳۸	1560/6
اردبیل	پارس آباد	سینوپتیک	۹۱	۴۷	۶۵	۳۹	82

۱.۳. روش ها

با توجه به اهمیت طول دوره آماری در این پژوهش از آمار ایستگاه‌های سینوپتیک استفاده گردید. ابتدا در محیط نرم افزار Excel مرتب سازی داده‌ها انجام شد سپس برای میانبایی از روش کریجینگ استفاده گردید. روش کریجینگ برای داده‌هایی که پراکنش نامنظم دارند، به کار میرود و میان‌بایی کریجینگ با شرط احراز صلاحیت‌های اولیه و لازم می‌تواند بهترین میانگین موزون از یک پهنه را ارائه دهد. به دلیل تفاوت طول دوره آماری ایستگاه‌های اندازه‌گیری دما و نیز به منظور استفاده از بیشینه آمار موجود، داده‌های نقطه-

ای (ایستگاهی) به داده‌های پهنه-ای (نقشه) تبدیل گردید. سپس با استفاده از نرم افزار MATLAB و روش رگرسیون خطی روندهای مربوط به تغییرات متغیر دمای میانگین روزانه طی ۳۲ سال (۱۹۸۵ تا ۲۰۱۶) برای هر ماه محاسبه گردید، این روش بوسیله Kothawale & Rupa Kumar (۲۰۰۵)، Subarna (۲۰۱۷)، ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۷)، آذرخشی و همکاران (۱۳۹۱)، زاهدی و همکاران (۱۳۸۶)، استفاده شده است. در مرحله بعد نقشه‌های روند تغییرات برای هر ماه به صورت جداگانه با استفاده از نرم‌افزار Surfer ترسیم گردید که در این نقشه‌ها مناطق دارای روند معنی‌دار (با آماره p یا همان P- Value بین صفر

$$Z^* = \sum_{i=1}^n w_i z(x_i) \quad (1)$$

در این رابطه، Z^* مقدار متغیر مکانی برآورد شده، $Z(x_i)$ مقدار متغیر مکانی مشاهده شده در نقطه X_i و W_i وزن آماری است، که به نمونه X_i نسبت داده می‌شود و بیانگر اهمیت نقطه λ_m در برآورد است (حسنی پاک، ۱۳۸۰). شرط استفاده از این تخمین‌گر، آن است که متغیر توزیع نرمال داشته باشد کریجینگ بهترین تخمین‌گر نارایب است بنابراین باید عاری از خطای سیستماتیک باشد و واریانس تخمین نیز باید حداقل باشد. بنابراین برای عاری از خطا بودن، میانگین خطای تخمین باید صفر باشد.

$$E [z(x_i) - Z^*(x_i)] = 0 \quad (2)$$

در رابطه ۲، $z(x_i)$ مقدار مشاهده شده‌ی متغیر در نقطه i با مختصات معلوم $Z^*(x_i)$ مقدار تخمینی در همان نقطه i و E امید ریاضی می‌باشد (صفری، ۱۳۸۱).

۲. یافته‌ها و نتایج

میانگین دما در ماه ژانویه شکل (۲). در بخش شرقی محدوده مورد مطالعه، یعنی

تا ۰/۰۵) به صورت رنگی و مناطق بدون روند به رنگ سفید نشان داده شده است.

روش کریجینگ^۱

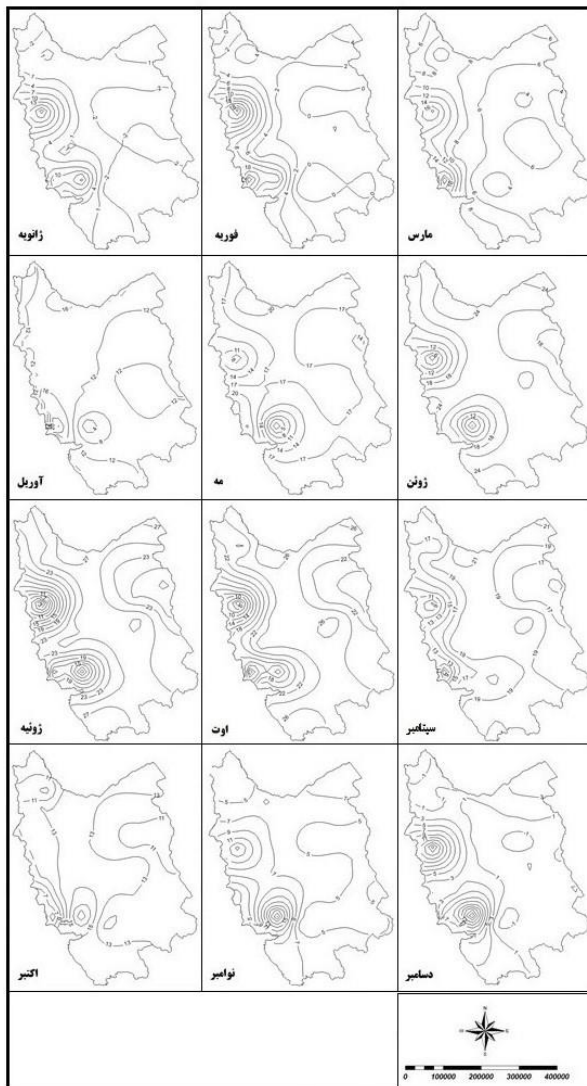
یکی از روش‌های بسیار مناسب برای تحلیل فضایی و توزیع منطقه‌ای داده‌های مکانی، روش کریجینگ می‌باشد. در این روش میانگین وزنی برای توزیع متغیرها استفاده می‌شود، به این صورت که هر چه متغیر به مبدأ نزدیکتر باشد، وزن آن بیشتر است و هر چه فاصله نقاط دورتر باشد، وزن کمتر خواهد بود. مطلق بودن تخمین در درون یابی از ویژگی‌های روش کریجینگ است. کریجینگ روشی محلی-احتمالی، رسا، خطی، نارایب و با واریانس کمینه در یک نقطه به شمار می‌آید در این روش برای هر یک از ایستگاه‌های درون و بیرون یک پهنه بر حسب فاصله و موقعیت آن وزن آماری مشخصی در نظر گرفته می‌شود به گونه‌ای که واریانس تخمین کمینه شود (عساکره، ۱۳۸۷). می‌توان گفت این روش، بهترین تخمین‌گر خطی نارایب است و در قالب رابطه زیر بیان می‌شود.

قسمت‌های شرقی و جنوبی استان اردبیل، زنجان، بخش‌های مرکزی و جنوبی آذربایجان شرقی، بخش‌هایی از شمال شرق استان کردستان و نواحی شمال و شمال غرب استان آذربایجان غربی منفی است. نواحی غربی و جنوبی استان آذربایجان غربی و همچنین غرب استان آذربایجان شرقی، نواحی مرکزی و غرب استان کردستان میانگین دمایی مثبت دارند. در ماه فوریه میانگین دما در همه‌ی بخش‌های شمال غرب ایران مثبت است، اما مقادیر عددی آن در نواحی شرقی، جنوبی و شمالی این محدوده کمتر از قسمت‌های غربی می‌باشد. در سومین ماه از فصل زمستان در بخش‌های وسیعی از استان اردبیل، استان زنجان، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی و کردستان میانگین دما مثبت و نسبت به ماه فوریه مقادیر عددی میانگین‌ها مخصوصاً در استان اردبیل و زنجان افزایش قابل توجهی دارد. در ماه آوریل، میانگین دما در استان‌های اردبیل، زنجان، کردستان، نواحی غربی و شمالی استان آذربایجان غربی نسبت به ماه مارس به مقدار زیادی افزایش یافته است که این مقدار در جنوب غربی و شمال استان آذربایجان غربی بیشتر از سایر نواحی می‌باشد. در ماه مه روند افزایشی میانگین دما

در استان‌های اردبیل، زنجان، کردستان، آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی همانند ماه آوریل وجود دارد با این تفاوت که مقادیر عددی آن نسبت به ماه آوریل بیشتر شده است و بیشترین مقدار آن نیز در شمال استان‌های آذربایجان غربی و شرقی دیده می‌شود. بیشترین مقدار میانگین دما در ماه ژوئن در شمال و شمال غرب استان اردبیل و همچنین نواحی شمالی استان آذربایجان شرقی و غربی، بخش‌های جنوبی و مرکزی استان کردستان دیده می‌شود. اولین ماه از فصل تابستان بیشترین مقادیر مربوط به میانگین دما را در بین همه‌ی ماه‌ها دارد. ماه اوت نیز مقادیر زیادی از میانگین دما را در شمال استان اردبیل، استان آذربایجان شرقی و جنوب شرقی آن و همچنین نواحی غربی و جنوبی استان کردستان نشان می‌دهد. در آخرین ماه از فصل تابستان، یعنی ماه سپتامبر مقادیر عددی مربوط به میانگین دما در همه‌ی بخش‌های محدوده مورد مطالعه کاهش یافته است. در ماه اکتبر بیشترین مقادیر مربوط به میانگین دما در استان‌های آذربایجان شرقی، اردبیل، زنجان و نواحی جنوبی استان آذربایجان غربی دیده می‌شود. جنوب غربی و همچنین شمال استان آذربایجان غربی، کمترین مقادیر میانگین دما را دارند. در ماه نوامبر میانگین

استان آذربایجان شرقی، شمال و شمال غرب استان آذربایجان غربی، شمال شرق استان کردستان مشاهده می‌گردد.

دما نسبت به ماه اکتبر در همه نواحی کاهش چشمگیری دارد. در ماه دسامبر میانگین منفی دما در بخش‌های شرقی



شکل ۲: نقشه‌های میانگین دمای متوسط روزانه

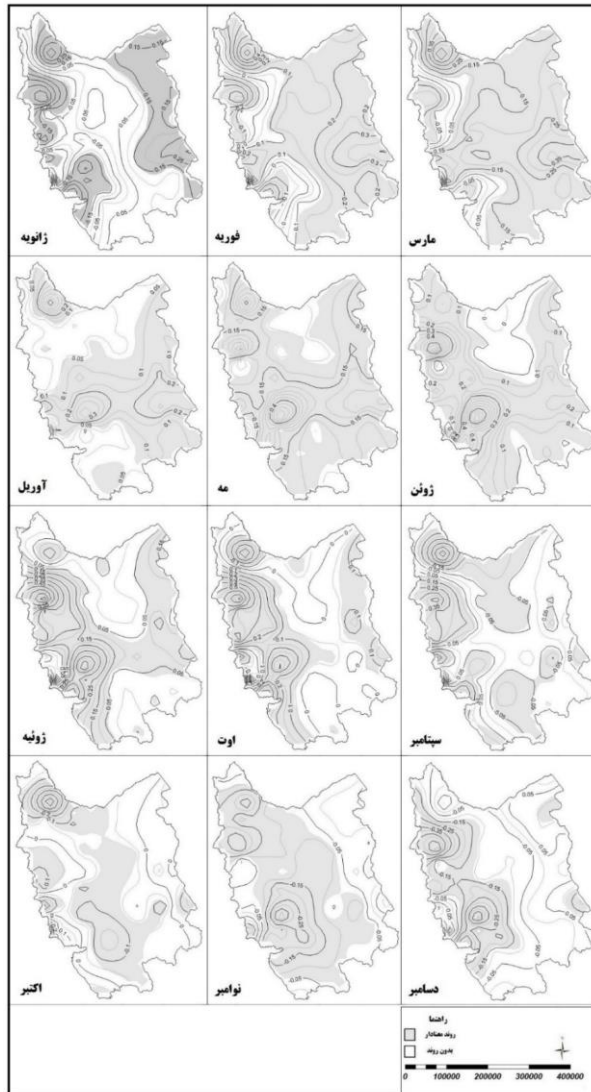
روند تغییرات میانگین دما شکل (۳)، در فصل زمستان بخش‌های وسیعی از استان اردبیل در بخش شرقی محدوده مورد مطالعه و مناطقی از شمال، شمال شرق، شرق استان

زنجان معنی دار و مثبت است. در مرکز استان آذربایجان شرقی به غیر از بخش محدودی از شمال شرق، جنوب غربی و همچنین جنوب شرقی روند معنی دار وجود ندارد. همچنین در قسمت غربی شامل استان‌های آذربایجان غربی و کردستان نیز روند معنی دار به صورت پراکنده و در شمال استان آذربایجان غربی، بخشی از غرب این استان و جنوب روند معنی دار و مثبت است در بخش محدودی از نیمه‌ی غربی استان آذربایجان غربی روند معنی دار و منفی می‌باشد. استان کردستان نیز در قسمت‌های شمال غرب، شمال و بخشی از غرب روند مثبت دارد بخش مرکزی این استان به همراه نواحی مرکزی استان زنجان دارای روند معنی دار نیست. روند مثبت دما در ماه فوریه همه‌ی بخش‌های استان اردبیل و زنجان، بخش وسیعی از استان آذربایجان شرقی، شمال استان آذربایجان غربی، بخشی از نواحی مرکزی و جنوبی این استان به همراه نیمه‌ی شرقی استان کردستان و نواحی محدودی از شمال غرب آن را در بر می‌گیرد؛ که مقادیر عددی آن نسبت به ماه ژانویه کمی افزایش یافته است. شرایط تغییر روند میانگین دما در ماه مارس نیز همانند ماه فوریه تکرار شده، با این تفاوت که مقدار اعداد مربوط به روند در بعضی از بخش‌ها به میزان اندکی افزایش

یافته است. در ماه آوریل در بخش شرقی، نواحی قابل توجهی از استان اردبیل و کل استان زنجان، بخش محدودی از مرکز استان کردستان، نواحی جنوبی و شرقی استان آذربایجان شرقی، بخش‌های جنوبی استان آذربایجان غربی و شمال این استان و همچنین نواحی شمالی استان کردستان را در بر می‌گیرد که در برخی نواحی مقادیر مربوط به روندها نسبت به ماه مارس اندکی کاهش یافته است. در ماه مه به غیر از بخش محدودی از شمال و مرکز استان آذربایجان شرقی، بخشی از شمال غرب و غرب استان آذربایجان غربی و نواحی جنوب شرقی استان کردستان، در سایر نواحی روند میانگین دما معنی دار و مثبت است. در آخرین ماه از فصل بهار روند میانگین دما در استان‌های آذربایجان غربی و کردستان به غیر از بخشی از جنوب شرقی و شرق، زنجان، اردبیل، استان آذربایجان شرقی به جز نواحی شمالی و شمال شرقی و شرق معنی دار و مثبت است. در ژوئیه روند معنی دار و مثبت میانگین دما در شرق و بخش‌هایی از شمال، جنوب و غرب استان اردبیل، شمال و شمال شرق استان زنجان، نواحی غربی و شمالی استان کردستان، جنوب، غرب و شمال استان آذربایجان غربی و بخش‌های شرقی، جنوبی و غربی استان آذربایجان شرقی تکرار

نواحی شمالی، مرکزی و جنوب استان آذربایجان شرقی به همراه شمال و غرب استان آذربایجان غربی روند مثبت دارند. در ماه نوامبر در بخش شرقی محدوده مورد مطالعه، استان اردبیل روند معنی‌دار ندارد. بخش‌های وسیعی از نواحی شمال غربی و مرکزی استان آذربایجان شرقی، شمال و جنوب استان آذربایجان غربی و همچنین نواحی مرکزی، شمالی و شمال غرب استان زنجان روند میانگین دما معنی‌دار و مثبت است. نکته قابل توجه روند منفی مربوط به استان کردستان در بخش‌های شمالی و جنوبی و همچنین بخشی از جنوب استان آذربایجان غربی است. در آخرین ماه از فصل پاییز یعنی ماه دسامبر در شمال غرب ایران روند میانگین دما در نیمه‌ی شرقی فقط در بخش خیلی محدودی از شرق استان اردبیل و شمال شرق استان زنجان مشاهده می‌شود در نیمه‌ی غربی و مرکزی نیز نواحی غربی، جنوبی و مرکزی استان آذربایجان غربی به همراه بخشی از غرب و جنوب استان آذربایجان شرقی، شمال و غرب استان کردستان، نواحی غربی استان آذربایجان شرقی و اطراف دریاچه ارومیه منفی می‌باشد. سایر نواحی روند معنی‌دار ندارند.

شده است. در ماه اوت روند میانگین دما در استان اردبیل، بخش غربی و شمالی استان کردستان، استان آذربایجان غربی، جنوب و غرب استان آذربایجان شرقی معنی‌دار و مثبت می‌باشد که مقدار عددی روندها در بخش‌هایی افزایش و در مواردی نیز کاهش یافته است. سایر نواحی از جمله استان زنجان و نواحی محدودی از استان کردستان روند معنی‌دار ندارند. در آخرین ماه از فصل تابستان یعنی ماه سپتامبر، در استان اردبیل فقط بخش محدودی از جنوب این استان روند معنی‌دار دارد سایر نواحی از جمله بخشی از شرق و شمال استان زنجان، شمال شرق و مرکز استان کردستان، شمال، جنوب و بخشی از مرکز، شرق و غرب استان آذربایجان شرقی روند میانگین دما معنی‌دار و منفی می‌باشد. در نیمه‌ی غربی محدوده مورد مطالعه بخشی از شمال و غرب استان آذربایجان غربی و همچنین شمال غرب استان کردستان روند دما معنی‌دار و مثبت می‌باشد. ماه اکتبر روند معنی‌دار و کاهشی را در شمال، شمال شرق و بخشی از مرکز استان کردستان نشان می‌دهد استان اردبیل در نیمه‌ی شرقی روند معنی‌دار ندارد، بخشی از غرب، شمال و شمال غرب استان زنجان،



شکل ۳: نقشه‌های تغییرات روند دمای میانگین

جریان‌های عظیم رطوبتی قرار می‌گیرد. بر این اساس در پژوهش حاضر نیز نقش این عوامل و ویژگی‌ها به طور واضح نمایان است در همه‌ی بخش‌های پنج استان مورد مطالعه در این پژوهش در

به طور کلی آب و هوا و تغییرات مرتبط با آن تحت تاثیر عواملی از قبیل عرض جغرافیایی، دوری و نزدیکی به منابع بزرگ آب، پستی و بلندی، ارتفاع از سطح دریا و واقع شدن در مسیر

طی سه دهه گذشته تغییراتی مشاهده می‌گردد که در برخی از نواحی مثبت و افزایشی و در برخی از نواحی نیز کاهش‌ی بوده است و همانطور که اشاره شد یکی از مهم‌ترین عواملی که نقش زیادی در تغییرات روند دما و به عبارتی شرایط دمایی هر مکان دارد عوامل و ویژگی‌های جغرافیایی و محیطی آن مکان است در واقع این ویژگی‌ها در مقیاس محلی و منطقه‌ای شرایطی را فراهم می‌کنند که محیط و مکان‌هایی با شرایط متفاوت دمایی را تجربه کنیم. همه‌ی پنج استان مورد بررسی در سطح کشور از شرایط محیطی و جغرافیایی متفاوتی برخوردارند از جمله این شرایط می‌توان به عرض جغرافیایی بالا برای استان‌های اردبیل و آذربایجان‌ها و نیز ارتفاعات مهم در این منطقه اشاره نمود. در واقع در هر بخش از یک استان نیز شرایط متفاوت محیطی و جغرافیایی را داریم که باعث تفاوت و تغییر در عناصر اقلیمی مانند دما می‌شود. بر این اساس در استان اردبیل میانگین ارتفاع بیش از ۱۴۰۰ متر از سطح دریا است پست‌ترین نقطه داخلی آن با ارتفاع ۱۰۰ متر در شهرهای پارس آباد و بيله سوار و بلندترین نقطه داخلی با ارتفاع ۴۸۱۱

متر قله سبلان است. موقعیت خاص جغرافیایی اردبیل سبب شده که این استان در فصل‌های سرد سال تحت تاثیر توده‌های هوای مهاجر از شمال، شمال غرب و غرب قرار گیرد اما ویژگی سردی که ناشی از تاثیر توده‌های هوای سرد شمالی، ارتفاع و عرض جغرافیایی است، صفت مشترک اقلیم‌های گوناگون استان گردیده و حتی پست‌ترین نقاط که دارای اقلیم معتدل هستند بطور متوسط در حدود ۶۱ روز از سال دارای شرایط یخبندان بوده و سردی هوا بر تمامی استان کم و بیش تاثیر می‌گذارد در واقع توزیع دما در استان اردبیل متناسب با توپوگرافی و سایر ویژگی‌های طبیعی آن است. در استان آذربایجان شرقی اختلاف ارتفاع ۴۶۵۱ متر بین مناطق پست و مرتفع این استان تفاوتی در حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد در متوسط دمای سالانه ایجاد می‌کند و ۷ واحد کوهستانی مهم در آذربایجان شرقی که شامل قره داغ یا ارسباران، میشو و مورو، قوشا داغ، سبلان، سهند، بزقوش و تخت سلیمان می‌باشد نقش بسزایی در دما و تغییرات مرتبط با آن دارد همچنین مناطق وسیعی از استان

دارای ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر می- باشد، عرض جغرافیایی بالا و جریانات هوایی از دیگر عوامل موثر در خصوصیات اقلیمی این استان است، وجود دریاچه ارومیه در غرب آذربایجان شرقی باعث تعدیل درجه حرارت می- شود و شمال شرقی منطقه نیز به دلیل پست بودن دارای اقلیم معتدل می-باشد. در آذربایجان غربی مرتفع ترین نقطه استان قله اورین به ارتفاع ۳۶۲۲ متر در شهرستان خوی می-باشد و پست ترین نقطه با ارتفاع ۶۲۰ متر در شهرستان سردشت است بنابراین اختلاف ارتفاعی در حدود ۳۰۰۲ متر بین مناطق پست و مرتفع استان و واقع شدن در عرض- های جغرافیایی بالا باعث می-شود میانگین سالانه دمای این استان نسبت به میانگین سالانه دمای اکثر مناطق کشور کمتر بوده و جزء مناطق سردسیر محسوب می-شود. در استان زنجان میانگین ارتفاع بیش از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا است پست ترین نقطه داخل استان با ارتفاع ۳۰۰ متر در منطقه طارم و بلندترین نقطه آن با ارتفاع ۲۹۰۰ متر در کوه های تخت سلیمان از ارتفاعات شهرستان ماهنشان قرار دارد اختلاف ارتفاعی در حدود ۲۶۰۰ متر بین مناطق

پست و مرتفع تغییراتی را در دما ایجاد می-کند. همچنین متوسط دمای ۱۰ تا ۱۸ درجه سانتی گراد و تغییرات دمای سالیانه استان بین کمینه مطلق ۳۰- درجه سانتی گراد در گرماب و بیشینه مطلق ۴۹ درجه سانتی گراد در آبر بوده است. بر اساس طبقه بندی اقلیمی به روش آمبرژه اقلیم مناطق زنجان، خرمدره، ابهر، ماهنشان و گرماب خشک سرد، قیدار نیمه خشک سرد و منطقه آبر معتدل است. در استان کردستان نواحی غربی استان متأثر از آب و هوای مدیترانه ای و نواحی شرقی و مرکزی متأثر از آب و هوای برخی از نواحی مرکزی ایران است همچنین آب و هوای سرد در نواحی شمالی و معتدل و کوهستانی در نواحی جنوبی از ویژگی- های این استان است. به طور کلی استان کردستان به علت داشتن ارتفاعات متعدد از جمله کوه شاهو با ارتفاع ۳۳۲۵ متر به عنوان بلندترین کوهستان استان و کوه های عوالان، آبیدر، گوژه، قره داغ و بارندگی زیاد یکی از نقاط سردسیر کشور به شمار می رود ولی در بعضی نقاط نسبت به پستی و بلندی که دارد هوا متغیر است.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایجی که از پژوهش حاضر بدست آمد، در همه فصول و بیشتر بخش‌ها روند معنی‌دار و مثبت متوسط دمای میانگین مشاهده می‌گردد. در فصل زمستان بخش‌هایی از شمال و شرق محدوده مورد مطالعه بیشترین مقادیر مربوط به روند مثبت دما را نشان می‌دهند، همچنین روند منفی دمای متوسط در نیمه غربی شامل بخش‌هایی از غرب استان آذربایجان غربی و کردستان مشاهده می‌شود که ماه ژانویه بیشترین مقادیر منفی را در محدوده‌ای که ذکر شد دارد. در فصل پاییز کمترین سطح معنی‌داری روند در ماه دسامبر وجود دارد، همچنین بیشترین اعداد منفی روند در این ماه در نیمه غربی محدوده مورد مطالعه و شهرستان‌های ارومیه، خوی، سلماس و بخش‌هایی از استان کردستان مشاهده می‌گردد. در فصل بهار نواحی جنوبی استان آذربایجان غربی و بخش‌هایی از شمال استان کردستان نسبت به سایر مناطق اعداد بزرگتری از روند مثبت را دارند در هر سه ماه از این فصل روند معنی‌دار و صعودی دمای میانگین مشاهده می‌گردد که به ترتیب ماه مه و ژوئن

بیشترین سطح معنی‌دار را دارند. در فصل تابستان، ماه ژوئیه بیشترین مقادیر مثبت دما را نشان می‌دهد در دومین ماه از این فصل مقادیر مربوط به روند معنی‌دار کمتر شده است در ماه سپتامبر نیز در بخش‌هایی از استان آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، زنجان و کردستان روند منفی دما وجود دارد. به طور کلی منطقه شمال غرب ایران از نظر توپوگرافی متعارض و ناهمگون و از لحاظ ویژگی‌های دمایی متنوع و متغیر می‌باشد بنابراین بررسی تغییرات دما در این منطقه اهمیت زیادی دارد بر این اساس مهم‌ترین هدف در پژوهش حاضر مطالعه روند تغییرات دمای میانگین این منطقه طی سه دهه گذشته (۱۹۸۵ تا ۲۰۱۶) بوده است. با توجه به اینکه منطقه‌ی وسیع و مهمی از نظر عوامل و ویژگی‌های جغرافیایی مورد مطالعه قرار گرفته بنابراین یافته‌های پژوهش قابل تعمیم در سایر مناطق نیز می‌باشد. علیرغم اهمیت منطقه مورد نظر مطالعات کمتری در مورد تغییرات روند دمای میانگین روزانه در این بخش از کشور انجام شده است. نتایج این پژوهش با مطالعات گادگیل و دورد (۲۰۰۵)، سفاری (۲۰۱۲)، در

منطقه شمالغرب کشور است که سرعت آن در بخش‌های مختلف به دلایل ویژگی‌های جغرافیایی هر بخش با هم متفاوت است در واقع ارتفاع به عنوان یکی از همین عوامل تا حدودی از سرعت افزایش تغییرات روند دما کاسته است. نکته مهم و قابل تأمل دیگر توجه به زمان تغییرات است که به نوعی در حال تغییر است، بر این اساس علاوه بر تغییر روند دما در مکان‌های مختلف شاهد تغییر در زمان تغییرات و به عبارت دیگر جابه‌جایی در زمان این تغییرات نیز هستیم. در صورت انجام پژوهش‌هایی مشابه پژوهش حاضر در منطقه شمال غرب پیشنهاد می‌گردد پژوهشگران از روش‌های مختلف آماری برای هر بخش استفاده کرده و نتایج را مقایسه نمایند همچنین پیش‌بینی تغییرات روند دما بر اساس روش‌های جدید نیز حائز اهمیت است.

سطح جهان، صدر و همکاران (۲۰۱۵)، سلمان و همکاران (۲۰۱۷)، در خاورمیانه، زاهدی و همکاران (۱۳۸۶)، در منطقه شمالغرب، آذرخشی و همکاران (۱۳۹۲)، شیر غلامی و قهرمان (۱۳۸۴)، عزیزی و همکاران (۱۳۸۴)، سبزی پرور و همکاران (۱۳۹۲)، و علیزاده چوبری و نجفی (۱۳۹۶)، در سایر مناطق ایران هماهنگی دارد، توضیح اینکه در پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه تغییرات دما، نتایج حکایت از روند افزایشی دما دارد. در واقع تفاوت منطقه شمالغرب کشور با سایر مناطق در نقش عوامل و ویژگی‌های جغرافیایی از جمله ارتفاع است که این عامل تاثیر زیادی بر سرعت روند تغییرات دما دارد بدینگونه که مناطق مرتفع شرایط متفاوتی با مناطق پست دارند بنابراین نتیجه نهایی این پژوهش نشان دهنده‌ی روند افزایشی تغییرات دمای میانگین در

ملاحظات اخلاقی

حامی مالی: این پژوهش هیچ کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی دریافت نکرده است.
تعارض منافع: طبق اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.
برگرفته از پایان نامه/رساله: این مقاله برگرفته از پایان نامه/رساله نبوده است.

منابع

- سالانه در ایران، مجله علوم آب و خاک، ۹(۱): ۹-۲۵.
- ابراهیمی، ح؛ علیزاده، ا. و جوانمرد، س. - (۱۳۸۴). بررسی وجود تغییر دما در دشت مشهد به عنوان نمایه تغییر اقلیم در منطقه، *تحقیقات جغرافیایی*، ۲۰(۴): ۱۸-۵.
- آذرخشی، م؛ فرزاد مهر، ج؛ اصلاح، م. و صحابی، ح. (۱۳۹۱). بررسی روند تغییرات سالانه و فصلی بارش و پارامترهای دما در مناطق مختلف آب و هوایی ایران، *مجله منابع طبیعی ایران*، ۶۶(۱): ۱-۱۶.
- حسینی پاک، ع.ا. (۱۳۸۰). تحلیل داده های اکتشافی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- زاهدی، م؛ صاری صراف، ب. و جامعی، ج. (۱۳۸۶). تحلیل تغییرات زمانی- مکانی دمای منطقه شمال غرب ایران، *مجله جغرافیا و توسعه*، ۵(۱۰): ۱۸۳-۱۹۸.
- سبزی پرور، ع؛ سیف، ز. و قیامی، ف. - (۱۳۹۲). تحلیل روند دما در برخی از ایستگاه های مناطق خشک و نیمه خشک کشور، *مجله جغرافیا و توسعه*، ۱۱(۳۰): ۱۳۷-۱۱۷.
- شیرغلامی، ه. و قهرمان، ب. (۱۳۸۴). بررسی روند تغییرات دمای متوسط
- سالانه در ایران، *مجله علوم آب و خاک*، ۹(۱): ۹-۲۵.
- صفری، م. (۱۳۸۱). تعیین شبکه بهینه اندازه گیری سطح آب زیرزمینی با کمک روش های زمین آماری (مطالعه موردی: دشت چمچمال)، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، تهران، ۱۷۳.
- طاووسی، ت؛ رخشانی، ز. و فیروزی، ف. (۱۳۹۳). تحلیل روند تغییرات بیشینه و کمینه دمای فصلی و سالانه استان فارس با استفاده از روش های ناپارامتری، *نشریه نیوار*، ۳۸(۸۶): ۲۹-۳۸.
- عزیزی، ق؛ کریمی احمدآباد، م. و سبک خیز، ز. (۱۳۸۴). روند دمایی چند دهه اخیر ایران و افزایش CO₂ جو، *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۴(۵): ۲۵-۴۳.
- عساکره، ح. (1383). تحلیلی اماری بر تغییرات میانگین سالانه دمای شهر زنجان طی دهه های اخیر، *نشریه نیوار*، شماره های ۵۲ و ۵۳.
- عساکره، ح. (۱۳۸۷). کاربرد روش کریجینگ در میان یابی بارش (مطالعه موردی: میان یابی بارش ۱۳۷۶/۱۲/۲۶

- Earth Science & Climatic Change, 6: 295.
- Asakereh, H. (2008). Kriging Application in Climatic Element Interpolation (A Case Study: Iran Precipitation in 1996, 12, 16), Journal of Geography and Development, 6 (12): 25-42.
 - Azarakhshi, M.; Farzadmehr, J.; Eslah, M. and Sahabi, H. (2013). An Investigation on trends of Annual and Seasonal Rainfall and Temperature in Different climatologically Regions of Iran, Iranian Journal of Natural Resources, 66 (1): 1-16.
 - Bani-Domi, M. (2006). Trend Analysis of Temperatures and Precipitation in Jordan, Yarmouk University, Irbid-Jordan.
 - Brunetti, M.; Maugeri, M. and Nanni, T. (2000). Variations of Temperature and Precipitation in Italy from 1866 to 1995, Theoretical and Applied Climatology, 65: 165-174.
 - Chand, M. B.; Bhattarai, B. C.; Baral, P. and در ایران زمین)، مجله جغرافیا و توسعه، ۶(۱۲): ۲۵-۴۲.
 - علیزاده چوبری، ا. و نجفی، م. س. (۱۳۹۶). روند تغییرات دمای هوا و بارش در مناطق مختلف ایران، نشریه فیزیک زمین و فضا، ۴۳(۳): ۵۶۹-۵۸۴.
 - قیامی شمایی، ف.؛ معروفی، ص.؛ سبزی پرور، ع. ا.؛ زارع ابیانه، ح.؛ حیدری، م. (۱۳۹۰). آشکارسازی تغییر اقلیم در غرب ایران با توجه به تغییرات دما، نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران، ۲(۲): ۱۰-۲۵.
 - محمدی مزرعه، ح. و تقوی، ف. (۱۳۸۴). روند شاخص‌های حدی دما و بارش در تهران، پژوهش‌های جغرافیایی، ۳۷(۵۳): ۱۵۱-۱۷۲.
 - مسعودیان، ا. (۱۳۸۳). بررسی روند دمای ایران در سده‌ی گذشته، مجله جغرافیا و توسعه، ۲(۳): ۸۹-۱۰۶.
 - Al-Kalbani, M. S.; John, C. and Martin, F.P. (2015). Recent Trends in Temperature and Precipitation in Al Jabal Al Akhdar, Sultanate of Oman, and the Implications for Future Climate Change,

- The Study of Temperature Variation in the Plain of Mashhad as the Index of Climate Change in the Region, *Geographical Research*, 20 (4): 5-18.
- ElKenawy, A. M.; Lopez-Moreno, J.I.; McCabe, M.F.; Robaa, S.M.; Castro, F.D.; Gallardo, M. P.; Trigo, R. M.; Hereher, M. E.; wadhi, T. A. and Serrano, S. M. V. (2019). Daily temperature extremes over Egypt: Spatial patterns, temporal trends, and driving force, *Atmospheric Research*, 226: 219-239.
 - Gadgil, A. and Dhorde, A. (2005). Temperature Trends in Twentieth Century at Pune, India, *Atmospheric Environment*, 39.
 - Ghasemi, A. R. (2015). Changes and trends in maximum, minimum and mean temperature series in Iran, *Atmospheric Science Letters*, 16: 366-372.
 - Ghiami Shomami, F.; Marofi, S.; Sabziparvar, A. A.; Zareabyane, H.; Heydari, M. (2012). Detection of Climate Change Using Air Temperature Series in the Pradhananga, N. S. (2019). Trend Analysis of Temperature Data for Narayani River Basin, Nepal, *journal sci*, 1-21.
 - Chen, j.; Wu, X.; Finlayson, B. L.; Webber, M.; Wei, T. and Li, M. (2014). Variability and trend in the hydrology of the Yangtze River, China: Annual precipitation and runoff, *Journal of Hydrology*, 513: 403-412.
 - Chitu, E.; Giosanu, D. and Mateescu, E. (2015). The Variability of Seasonal and Annual Extreme Temperature Trends of the Latest Three Decades in Romania, *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 6: 429-437.
 - Dammo, M. N.; Ibn Abubakar, B. S. U. and Sangodoyin, A. Y. (2015). Trend and Change Analysis of Monthly and Seasonal Temperature Series over North-Eastern Nigeria, *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*, 3: 1-8.
 - Ebrahimi, H.; Alizadeh, A. and Javanmard, S. (2006).

- Martinez, C. J.; Maleski, J. J. and Miller, M. F. (2012). Trends in precipitation and temperature in Florida, *Journal of Hydrology*, 259-281.
- Martinez-Austria, P. F.; Bandala, E. R. and Patino-Gomez, C. (2015). Temperature and heat wave trends in northwest Mexico, *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 91: 20-26.
- Masoudian, A. (2004). Temperature Trends in Iran during the Last Century, *Journal of Geography and Development*, 2(3): 89-106.
- Mohammadi Mazrae, H. and Taghavi, F. (2006). Trend of Temperature and Precipitation Indicators in Tehran, *Geographical Research*, 37(53): 151-172.
- Saboohi, R.; Soltani, S. and Khodaghali, M. (2014). Trend analysis of temperature parameters in Iran, *Theoretical and Applied Climatology*, 109: 529-547.
- Sadr, R.; Cheng, W. L. and Saleem, A. (2015). Recent warming trend in the coastal West of Iran, *Journal of Irrigation and Water Engineering*, 2(2): 10-25.
- Hosni Pak, A. A. (2002). *Exploratory Data Analysis*, First Edition, University of Tehran Publications, Tehran.
- Jain, S. K. Kumar, V. and Saharia, M. (2013). Analysis of rainfall and temperature trends in northeast India, *International Journal of Climatology*, 33: 968-978
- Kothawale, D. R; and Rupa Kumar, K. (2005). On the recent changes in surface temperature trends over India, *Geophysical Research Letters*, 32.
- Krishna, L. V. (2014). Long Term Temperature Trends in Four Different Climatic Zones of Saudi Arabia, *International Journal of Applied Science and Technology*, 5.
- Marengo, J. A. and Camargo, C. C. (2008). Surface air Temperature Trends in Southern Brazil for 1960- 2002, *International Journal of Climatolog*, 28: 893-904.

- Shirgholami, H. and Ghahraman, B. (2006). Study of Time Trend Changes in Annual Mean Temperature of Iran, *Journal of Water and Soil Sciences*, 9 (1): 9-25.
- Subarna, D. (2017). Analysis of Long-Term Temperature Trend as an Urban Climate Change Indicator, *Forum Geografi*, 31: 196-208.
- Tavousi, T.; Rakhshani, Z. and Firoozi, F. (2015). Trend Analysis of the Changes in Seasonal and Annual Maximum and Minimum Temperatures in Fars province by the Use of Nonparametric Methods, *Nivar Journal*, 38 (86): 29-38
- Vincent, L. A.; Zhang, X.; Mekis, E.; Wan, H. and Bush, E. J. (2018). Changes in Canadas Climate: Trends in Indices Based on Daily Temperature and Precipitation Data, *Atmosphere-Ocean*, 56: 332-349.
- region of Qatar, *Theoretical and Applied Climatology*, 128: 193-205
- Safari, B. (2012). Trend Analysis of the Mean Annual Temperature in Rwanda during the Last Fifty-Two Years, *Journal of Environmental Protection*, 3: 538-551.
- Safari, M. (2003). Determination of Optimal Groundwater Measurement Network Using Geostatistical Methods (Case Study: Chamchamal Plain), Master of Science Degree in Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture, Tehran, 173.
- Salman, S. A.; Shahada, S.; Ismail, T.; Chung, E. S. and Al-Abadi, A. M. (2017). Long-term trends in daily temperature extremes in Iraq, *Atmospheric Research*, 198: 97-107.
- Sayemuzzaman, M.; Mekonnen, A. and Jha, M. K. (2015). Diurnal temperature range trend over North Carolina and the associated mechanisms, *Atmospheric Research*, 160: 99-108.