

سنجش دمای سطح زمین با استفاده از زمین آمار و تکنیک سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: استان یزد)

ایوب بدرق نژاد*^۱ - عضو علمی گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، ایران.
سعید سجادی - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
مهین پیره - دانشجوی ارشد هیدورژئومورفولوژی - برنامه ریزی محیطی، دانشگاه مازندران، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۸/۰۴

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۱۶

چکیده

دمای سطح زمین برای انواع وسیعی از مطالعات علمی از اقلیم‌شناسی و هواشناسی تا هیدرولوژی، بوم‌شناسی، زمین‌شناسی، علوم پزشکی، طراحی و بهسازی شبکه حمل و نقل و مکانیابی آتش‌سوزی‌ها مورد نیاز است پژوهش حاضر باهدف بررسی سنجش دمای سطح زمین با استفاده از زمین‌آمار و تکنیک سیستم اطلاعات جغرافیایی در استان یزد می‌باشد، روش کار در این پژوهش به این شیوه می‌باشد که ابتدا داده‌های هواشناسی (۸ ایستگاه) با دوره زمانی ۲۰ ساله (۱۳۷۷ تا ۱۳۹۷) به صورت ماهانه دریافت و در ادامه برای ارزیابی دمای سطح‌زمین معادله رگرسیون برای هر ماه تهیه شد سپس از ابزار Rastercalculator برای تجزیه تحلیل داده‌ها استفاده گردید در پایان برای اختلاف نوسانات تمام ماه‌ها از ابزار Cellstatistics بهره گرفته شد نرم افزارهای استفاده شده در این تحقیق عبارتند از: ArcGis و Excel می‌باشند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در بین ماه‌های سال ماه (ژوئن-ژوئیه-اوت) نسبت به سایر ماه‌ها از نوسان دمایی بالایی برخوردار است این نوسانات مربوط به شهرستان‌های طبس، بهاباد، اردکان، بافق، میبد و یزد است.

واژه‌گان کلیدی: استان یزد، دمای سطح زمین، زمین‌آمار، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدل رقومی ارتفاعی.

مقدمه

دما یکی از ویژگی‌های اولیه و اساسی سیاره زمین است که بدون داشتن تماس فیزیکی با سطح آن قابل اندازه‌گیری است. دما به‌عنوان مؤلفه‌ای است که در تمامی مقیاس‌ها مورد استفاده است. برای مطالعات بیلان انرژی، آتش‌فشان‌ها، زلزله، جزایر حرارتی شهری، فعالیت‌های زمین‌گرمایی، تبخیر و تعرق و غیره قابل استفاده است. افزایش رشد جمعیت و رشد سریع صنعتی یکی از دلایل اصلی تغییرات آب و هوایی در جهان است امروزه مهم‌ترین مشکل در مناطق شهری، افزایش درجه حرارت سطح زمین به دلیل دگرگونی‌های به وجود آمده در سطوح طبیعی است، که در اثر آن پوشش گیاهی طبیعی حذف شده و با سطوح غیرقابل نفوذ، از جمله سنگ، آسفالت، سیمان و...، جایگزین شده است (ملکپور و طالعی، ۲۰۱۳:۲۹). یکی از عناصر مهم در مطالعه محیط حرارتی شهرها دمای سطح زمین است جهت مطالعه دمای سطح شهرها مدل‌های عددی و فیزیکی پیشرفت‌های توسعه داده شده است مدل‌های نامبرده شامل بیلان انرژی، آزمایشگاهی، گاو سین و شبیه‌سازی‌های دیگر هستند (صادقی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۲:۶۹). اجسام بسته به دما و خصوصیات فیزیکی که دارند از خود انرژی تابشی گسیل می‌نمایند و به‌صورت ایدئال یک جسم سیاه حداکثر انرژی تابشی ممکن را به ازای دمای مشخص از خود گسیل می‌نماید مطابق با قانون پلانک گسیل انرژی از یک جسم سیاه تابع دمای فیزیکی جسم، طول موج و سرعت سیر نور در خلاء می‌باشد و به‌طور تجمعی در تمام طیف امواج الکترومغناطیسی، کل انرژی گسیل یافته از جسم سیاه از قانون استفان بولتزمن - پیروی می‌نماید اکثر اجسام در طبیعت رفتاری مغایر با اجسام سیاه دارند و انرژی تابشی کمتری نسبت به جسم سیاه از خود گسیل می‌نمایند و تنها در یک طول موج خاص، حداکثر تابش را تولید می‌کنند. نسبت انرژی گسیل یافته از این اجسام نسبت به جسم سیاه با کمیتی به نام گسیلندگی جسم معرفی می‌شود البته باید به این میزان انرژی گسیل شده از اجسام طبیعی، به مقدار انرژی تابشی بازتاب شده از آن‌ها که دارای منشأ خارجی است را نیز افزود (دانش کار آراسته و همکاران، ۱۳۹۰:۶۸). در سال‌های اخیر با توسعه فناوری سنجش‌ازدور دمای سطح زمین برای یک منطقه وسیع، با دقت بالایی قابل محاسبه شده است (جهانبخش و همکاران، ۲۰۱۳:۲۰). دمای هوا و سطوح موجود در شهر گرم‌تر از حاشیه‌ی شهر است که این به دلیل جایگزینی پوشش گیاهی طبیعی با مواد بدون تبخیر و غیرمتخلخل مواد شهری است که قابلیت بالایی در نگهداری گرما و انعکاس کم تابش خورشیدی دارند. تنها بخشی از اشعه خورشید به‌طور مستقیم باعث گرمای محیط می‌شود بقیه جذب ساختارهای پیچیده شهری می‌شود و غیرمستقیم باعث گرم شدن محیط می‌شود. مشخص شده که شهرهایی با جمعیت یک‌میلیون یا بیشتر، $3-1$ اتمسفر گرم‌تری نسبت به مناطق روستایی اطراف دارند. اگرچه این اختلاف دما در بیشتر مواقع 11 تا 12 $^{\circ}\text{C}$ اندازه‌گیری شده است (Andrew Farina, 2012). با توجه به مباحث مذکور، پژوهش حاضر باهدف سنجش دمای سطح زمین با استفاده از زمین‌آمار و تکنیک سیستم اطلاعات جغرافیایی در استان یزد می‌باشد. اهمیت دمای هوا در سطوح محلی و منطقه‌ای و در رابطه با آمایش سرزمین روز به روز در حال افزایش است در محدوده شهرها که با رشد سریع جمعیت و توسعه صنعتی روبرو هستند مشکلات آلودگی و تغییر عوامل جوی نیز در آن‌ها بیشتر است. پدیده‌هایی از قبیل افزایش دما همراه با آلودگی هوا، پدیده وارونگی و پدیده مه دود از جمله مشکلات زیست‌محیطی هستند که در محدوده شهرهای بزرگ به چشم می‌خورند این مسئله با توجه به موقعیت اقلیمی گرم و خشک بیابانی استان یزد و به دلیل بارش اندک، نوسان شدید درجه حرارت، تبخیر شدید، پایین بودن سطح آب‌های زیرزمینی و نامساعد بودن خاک، در کانون توجه قرار گرفته است. چراکه این مسئله، درصد زیادی از مساحت این استان را با فقدان پوشش گیاهی، گسترش کویر، حرکت تپه‌های شنی و ایجاد توفان‌های سیاه روبرو ساخته است.

دمای هوای نزدیک سطح زمین و دمای سطح زمین ۱ از متغیرهای کلیدی در مطالعات هیدرولوژیکی، اکولوژیکی و اقلیمی بوده و بسیاری از فرآیندهای سطح زمینی مانند فتوسنتز، تنفس، تبخیر توسط دمای هوا تنظیم می‌شوند. در این راستا آگاهی از تغییرات مکانی دمای هوا در مقیاس‌های وسیع جهت انجام مطالعات و بررسی‌های اقلیمی، هواشناسی، هیدرولوژیکی لازم به نظر می‌رسد. از جمله روش‌های مرسوم جهت بررسی تغییرات مکانی دمای هوا، استفاده از روش‌های رگرسیون و درون‌یابی (از جمله کریجینگ) است. بررسی نتایج حاصل از روش‌های بیان‌شده حاکی از محدودیت روش‌های مورد استفاده در پایش تغییرات مکانی دمای هواست چراکه این روش‌ها بیشتر در مناطق با وسعت کم و هموار (عدم تغییرات ارتفاعی) از کارایی قابل توجهی برخوردار هستند واضح است که در بررسی دمای هوا در مقیاس‌های وسیع عوامل دیگری مانند پوشش گیاهی، تغییرات کاربری اراضی،... دخیل هستند. بنابراین تکنیک سنجش از دور به علت جمع‌آوری داده‌های مکانی در مقیاس وسیع، قابلیت تکرار اخذ داده‌های ماهواره‌ای به فاصله زمانی چند ساعت تا چند روز در طول ماه یا سال بروز بودن داده‌ها از توانایی چشمگیری در استفاده از اطلاعات حاصل جهت تفسیر پدیده‌های زمینی در مقیاس زمانی و مکانی بالا، برخوردار است یکی از کاربردی‌ترین شاخص‌های گیاهی منتج از تصاویر ماهواره‌ای جهت بررسی وضعیت پوشش گیاهی، شاخص Normalized Difference Vegetation Index^۲ است (Tucker, C.J. and B.Y. Choudhury, ۱۹۸۷).

مدل‌های رقومی ارتفاعی (DEM) در ابتدا برای ذخیره سازی اطلاعات در باره ارتفاع و نمایش سه بعدی سطح زمین ابداع شد اما امروزه از مدل رقومی ارتفاع در تهیه بسیاری از نقشه‌ها، اطلاعات مورد نیاز و تجزیه و تحلیل‌های مرتبط با زمین استفاده می‌شود که خلاصه‌ای از کاربردهای DEM به شرح زیر است:

پدیده‌های سطح زمین در حالت واقعی به صورت سه بعدی دیده می‌شوند لذا شبیه سازی چشم اندازهای سطح زمین از اهداف مهم مدل‌های سه بعدی است. در این راستا از مدل‌های رقومی ارتفاع به عنوان پس زمینه برای نمایش سایر منابع اطلاعاتی مانند پوشش جنگلی، کاربری زمین و پوشش گیاهی استخراج شده از عکس هوایی یا تصاویر ماهواره، استفاده می‌شوند.

➤ چون مدل‌های ارتفاعی دارای سه بعد طول، عرض و ارتفاع می‌باشد لذا امکان محاسبات مربوط به حجم فراهم است بنابراین از این مدل‌ها در محاسبات حجم آب دریاچه‌ها، حجم رسوب ذخیره شده یا از دست رفته، حجم عملیات خاکی به منظور تخمین زدن میزان خاک برداری و خاک ریزی در طول مسیر راهسازی و غیره استفاده می‌شود.

➤ چون توابع شیب و جهت آن در GIS بر اساس مدل‌های ارتفاعی محاسبه می‌شود. لذا حرکت بعضی از پدیده‌ها تابع این عامل هستند مانند آب‌های سطحی زمین، حرکت‌های دامنه‌ای، مسیر حرکت سیلاب لذا مدل‌های سه بعدی در مطالعه این پدیده‌ها کاربرد زیادی دارد.

➤ پدیده‌های سطح زمین در هنگام روز تحت تأثیر حرکت ظاهری خورشید می‌باشند لذا تفاوت‌هایی که آفتاب و سایه یا جهت تابش نور خورشید در پدیده‌ها ایجاد می‌کند، با این مدل‌ها قابل مطالعه است.

➤ مدل‌های رقومی ارتفاع در تحلیل‌های مشاهده‌ای کاربردهای ویژه‌ای دارد از جمله: از یک نقطه و یک زاویه بخصوص چه عوارضی و چگونه دیده خواهند شد، در مسیری مشخص کدام عوارض قابل رویت خواهند بود.

^۱ . Land Surface Temperature LST

پیشینه تحقیق

امینی و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهش به کمک سنجش از دور تراکم و پراکنش مکانی پوشش گیاهی و دمای پوشش سطح زمین در استان همدان را مورد بررسی قرار دادند ابتدا با پیش‌پردازش اطلاعات ۱۲ تصویر ماهواره‌ای ضریب بازتاب پوشش سطح زمین و ضریب تابش پوشش سطح زمین در باندهای مختلف به دست آمد و شاخص گیاهی NDVI تعیین شده تراکم و پراکنش پوشش گیاهی و دمای سطح زمین با استفاده از الگوریتم سیال برآورد گردید نتایج نشان داد که دمای سطح زمین برآورده شده از اطلاعات سنجش از دور مطابقت قابل قبولی با آمار ثبت شده در ایستگاه‌های هواشناسی دارد که بین مقادیر دمای پوشش سطح برآورد شده و اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. در تحقیق دیگری طبری و همکاران (۱۳۹۱)، روند تبخیر و تعرق گیاه مرجع برای ۲۰ ایستگاه سینوپتیک واقع در غرب کشور را بررسی نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد که تبخیر و تعرق مرجع از روندهای افزایشی و کاهش بر خوردار بوده که در ۷۰ درصد ایستگاه‌ها روند تبخیر و تعرق در مقیاس سالانه افزایشی بوده و همچنین روندهای افزایشی بیشتر در فصول زمستان و تابستان اتفاق افتاده است. حمزه و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی تحت عنوان مدل‌سازی ارتباط دمای سطح زمین، شرایط توپوگرافی، و پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست ۸ به این نتیجه رسیده‌اند که ارتفاع با دمای سطح دارای ارتباط معکوس است. پارامترهای شیب و جهت شیب در مدل‌سازی دمای سطح تأثیر گذارند. در بررسی ارتباط سطح و شرایط توپوگرافی، با در نظر گرفتن هم‌زمان دو متغیر ارتفاع و شیب در جهت شیب‌های خاص، به‌عنوان متغیر مستقل، ارتباط قوی‌تر شده است. همچنین، با اضافه کردن پارامتر شاخص پوشش گیاهی به پارامترهای مستقل، ضریب تعیین ارتباط بالاتر رفته است. رابطه‌های به‌دست آمده در سطح معناداری ۹۵ درصد بررسی و آماره t حاصل شده برای ضرایب رابطه‌ها معنادار بودن ارتباط را تأیید کرده‌اند. حمزیه یزد و همکاران (۱۳۹۱) برای ۳۳ ایستگاه سینوپتیک کشور در دو دوره آماری بلندمدت (۴۰ ساله) و کوتاه‌مدت (۲۰ ساله) صورت گرفته است. نتایج حاکی از آن است که در دوره آماری ۴۰ ساله، به‌طور میانگین ۳۸ درصد از ایستگاه‌ها دارای روند مثبت و ۶۲ درصد دارای روند منفی و در دوره آماری ۲۰ ساله، ۶۲/۵ درصد ایستگاه دارای روند مثبت و ۳۷/۵ درصد دارای روند منفی بوده‌اند که با کاهش طول دوره آماری از سطوح دارای روند منفی کاسته شده و به سطوح دارای روند مثبت افزوده شده است. اکبری و همکاران (۱۳۹۰)، به کمک سنجش از دور، تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی را در شرایط اقلیمی مختلف برآورد کردند و نتیجه گرفتند که میزان تبخیر و تعرق در سال کم بارش به بیشترین میزان رسیده است. با مقایسه نتایج تبخیر و تعرق به‌دست آمده از روش سنجش از دور با دو روش برآورد تبخیر-تعرق (هارگریوز و پنمن مانیت) در هر سال مشاهده شد که نتایج به‌دست آمده از روش سنجش از دور بارش میانگین مربعات خطاها ۰/۶۷ و میانگین خطای مطلق ۰/۴ مطابق خوبی با برآوردهای حاصل از روش‌های محاسباتی دارد که نشان‌دهنده امکان استفاده از تکنیک سنجش از دور برای تخمین تبخیر و تعرق مکانی در سطوح مختلف مزرعه و شبکه‌های آبیاری می‌باشد.

راجش واری و مانی (۲۰۱۴)، به برآورد سطح زمین با استفاده از الگوریتم پنجره مجزا و تصاویر لندست هشت پرداختند و صحت این روش را مورد ارزیابی قرار دادند و مقدار $\sqrt{\text{Root-mean-square deviation}}$ را برای کار $K=0.9$ محاسبه نمودند. آفر و ایت‌آل (۲۰۱۴) در پژوهشی با استفاده از الگوریتم پنجره مجزا و تصاویر لندست هشت برآورد کرده‌اند که ریشه مربعات خطا $\text{Land Surface Temperature}$ را 0.93 درجه سانتی‌گراد برآورد نموده‌اند. استیل و همکاران (۲۰۱۴) برای کم کردن اثرات سیل رودخانه دویس در شمال شرقی ایالت داکوتای شرقی آمریکا از الگوریتم سنجش از دور سیال و داده‌های کاربری اراضی و پیمایش

۱. خطای جذر میانگین مربعات

۲. دمای سطح زمین

زمینی استفاده کردند. اختلاف ۱۷ و ۴۱ میلی‌متر تبخیر و تعرق محاسبه شده پنبه و گندم با سبال و داده‌های اندازه‌گیری شده در طول فصل کشت نشان می‌دهد که می‌توان برای کاهش اثرات سیل و مدیریت منابع آب نیز از الگوریتم سبال استفاده نمود. پاپادوید و همکاران (۲۰۱۳) الگوریتم CYSEBAL را بر اساس الگوریتم سبال، داده‌های هواشناسی و خاک محلی برای دهکده ماندریا از بخش پافوس قبرس محاسبه نمودند و این الگوریتم را با الگوریتم سبال که بر اساس معادلات تجربی تعیین شده بود و همچنین روش پنمن مانتیث به‌عنوان مرجع مقایسه نمودند. آن‌ها از تصاویر برای مشخص کردن ETM+ و لندست هفت TM₂ لندست پنج پارامترهای مدل سبال استفاده نمودند. بندیوپدهایی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی روند تبخیر و تعرق گیاه مرجع در کشور هند، با استفاده از آزمون من-کندال و آمار ۱۳۳ ایستگاه در دوره آماری ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۲، وجود روند کاهشی در منطقه مورد مطالعه را تعیین کردند. آن‌ها دلیل این کاهش را افزایش معنی‌دار رطوبت نسبی و همچنین کاهش سرعت باد بیان داشتند. روند تبخیر و عوامل تأثیرگذار بر آن در کانادا نشان‌دهنده روند کاهشی تبخیر در فصل گرم (ماه‌های اکتبر، اوت، ژوئن و ژوئیه) و روند کاهشی سرعت باد بود. در تحقیق دیگری گاریچت و همکاران (۲۰۱۳) در کشور آمریکا روند بارندگی، جریان سیلابی و تبخیر و تعرق را بررسی نمودند. آن‌ها نشان دادند که در دو دهه اخیر در قرن بیستم، افزایش بارندگی اثر قابل توجهی برافزایش میزان جریان سیلابی داشته و همچنین باعث افزایش کمتر میزان تبخیر تعرق شده است. مرلین ۳ و همکاران (۲۰۱۰)، طی تحقیقی در استرالیا روش تجربی را برای افزایش توان تفکیک زمینی دمای سطح زمین در تصاویر ASTER ارائه نمودند. در این روش رابطه تجربی بین دمای سطح و جزء پوشش گیاهی در دو کشت آبی که گیاهان آن مسن بودند تولید شده است. آگام ۴ و همکاران، (۲۰۰۹) کوستاس ۵ و همکاران (۲۰۱۲)، در تحقیقی با استفاده از شاخص‌های گیاهی، اثرات زینبار تغییرات پوشش و کاربری سطح زمین بر روی دمای سطح زمین از سه تصویر سنجنده TM و ETM+ بررسی گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که تغییر کاربری زمین یک عامل مهم برای افزایش دمای سطح زمین است. همچنین نتایج این بررسی نشان‌دهنده درجه حرارت بالا در مناطق با پوشش گیاهی پراکنده و درجه حرارت پایین در مناطق با پوشش گیاهی متراکم بود. شرایط جوی در برنامه‌ریزی توسعه و انجام بسیاری از طرح‌ها و پروژه‌های مربوط به آینده و روند وقوع وضعیت هواشناسی در گذشته تأثیرگذار است پس لازم است تا متغیرهای مختلف هواشناسی به‌منظور تصمیم‌گیری و پیش‌بینی رفتار اقلیمی منطقه مورد تجزیه تحلیل و ارزیابی قرار گیرند به عبارتی پیش‌بینی چگونگی وقوع یک پدیده در آینده به تجزیه تحلیل داده‌های مربوط به آن پدیده در گذشته ارتباط دارد توسعه داده‌های کمی در اقلیم‌شناسی باعث شده است که روش‌ها و فنون تجزیه تحلیل آماری روز به روز از اهمیت بیشتری برخوردار شود به‌طوری‌که امروزه می‌توان گفت که تقریباً هیچ نوع مطالعه اقلیمی وجود ندارد که در آن از یک روش آماری استفاده نشود. درنهایت با توجه به پژوهش‌های اشاره‌شده در این بخش که در زمینه‌ی تحقیق حاضر انجام گرفته می‌توان اینگونه بیان نمود که تفاوت پژوهش حاضر در این مقوله می‌باشد که این پژوهش علاوه بر بررسی معیارهای موردسنجش قرارگرفته شده در پژوهش‌های پیشین به سنجش شاخص دمای سطح زمین در ارتباط با مدل رقومی ارتفاعی با استفاده از زمین‌آمار در محیط (ArcGIS) پرداخته همچنین در این پژوهش از داده‌های ۲۰ ساله دما و بارش بهره گرفته شده است در پایان پژوهش‌های پیشین به ما در راستای رسیدن به اهداف پژوهش این یاری را نموده‌اند که به‌خوبی مسائل مرتبط با تغییرات محیطی را شناسایی و تجزیه و تحلیل کنیم.

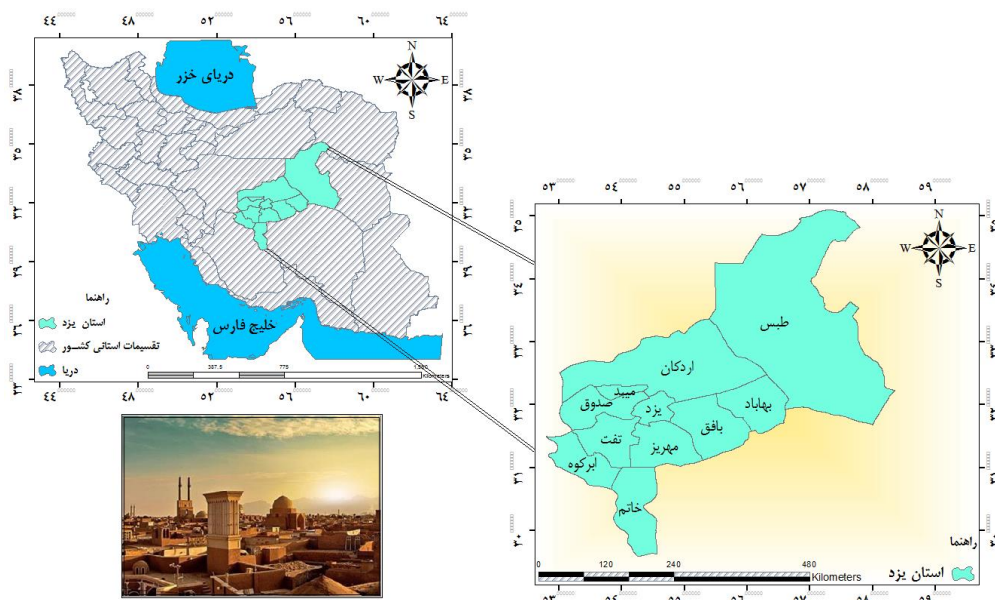
۱. الگوریتم SEBAL از معادلات بیان انرژی مبتنی بر تصاویر ماهواره ای

۲. سنجنده‌های نصب شده بر روی ماهواره

منطقه مورد مطالعه

استان یزد در مرکز ایران بین عرض‌های جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی از نصف‌النهار مبدأ قرار گرفته است این استان از شمال و غرب به استان اصفهان، از شمال شرقی به استان خراسان، از جنوب غربی به استان فارس و از جنوب شرقی به استان کرمان محدود می‌شود استان یزد با ۱۲۰۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت در مرکز ایران قرار دارد و بر اساس آخرین تقسیمات کشوری، دارای هفت شهرستان به نام‌های ابرکوه، اردکان، بافق، تفت، مهریز، میبد و یزد است. استان یزد در قلمرو سلسله جبال مرکزی ایران واقع شده و از پستی و بلندی و چاله‌ها و کفه‌های کویری متعددی تشکیل شده است. خشکی اقلیمی استان یزد، دو علت اساسی و عمده دارد: یکی این که روی کمر بند خشک جهانی قرار دارد و دیگر آن که از دریاهای آزاد عمان و خلیج فارس و دریاچه‌های داخلی و بادهای رطوبت‌زای دریایی دور است. عامل مهم اعتدال نسبی آب و هوای یزد، که قابلیت زیست نسبتاً مناسبی به آن بخشیده است، ارتفاعاتی است که بیشتر به صورت موضعی مؤثراند و این امر باعث شده است مناطقی که در ارتفاعات بیش از ۲۵۰۰ متر قرار دارند از اعتدال و رطوبت بیشتری نسبت به دشت‌های یزد و اردکان برخوردار باشند. این ناهمواری‌ها مشتمل بر تپه‌های پای کوهی، دشت‌ها، بیابان‌ها، نواحی کویری و تپه‌های ماسه‌ای است جمعیت استان یزد در حال حاضر بالغ بر ۸۹۰۰۰۰ نفر است که ۴/۱ درصد از جمعیت کل کشور را به خود اختصاص می‌دهد از کل جمعیت استان ۷۸ درصد را جمعیت شهری و ۲۲ درصد را جمعیت روستایی تشکیل می‌دهد به دلیل وجود بیابان‌ها و کویرهای وسیع تراکم جمعیت در سطح استان کم است (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۵).

شکل ۱. نقشه منطقه مورد مطالعه



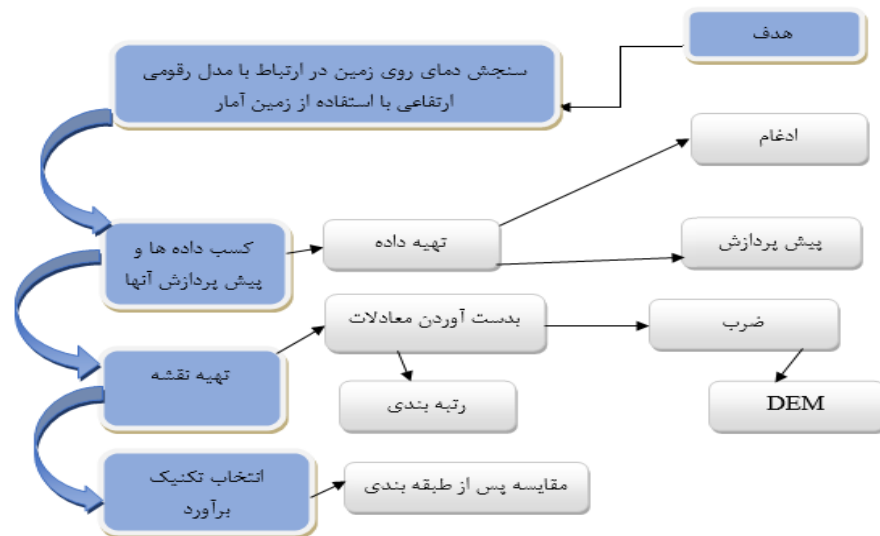
داده‌ها و روش پژوهش

تحقیق حاضر پیرامون شناسایی ناهنجاری‌های دمایی به‌عنوان یک مخاطره اقلیمی می‌باشد بنابراین از نوع مطالعات کاربردی با تأکید بر روش‌های کمی است روش کار در این پژوهش به این شیوه می‌باشد که ابتدا داده‌های هواشناسی ۸ ایستگاه (جدول شماره ۱) با دوره زمانی ۲۰ ساله (۱۳۷۷ تا ۱۳۹۷) به صورت ماهانه دریافت و در ادامه برای ارزیابی دمای سطح زمین معادلات رگرسیونی مربوط به همراه از داده‌های هواشناسی استخراج سپس این معادلات در مدل رقومی ارتفاعی ضرب گردید تا دمای مربوط به هرماه از سال به دست آید سپس از ابزار Rastercalculator برای تجزیه تحلیل داده‌ها استفاده گردید در پایان برای اختلاف نوسانات تمام ماه‌ها از ابزار Cellstatistics بهره گرفته شد نرم افزارهای استفاده شده در این تحقیق عبارتند از: ArcGis و Excel می‌باشند. دلیل استفاده از مدل رقومی ارتفاعی یا همان DEM ۱، در واقع یک رستری در ArcGis می‌باشند که هر سلول آن دارای مقدار Z (Value) یا ارتفاع می‌باشد. بنابراین داده‌های DEM، فابلی است شامل ارتفاع در ناحیه بخصوص و در یک شبکه منظم بر روی سطح برهنه زمین هرچه این شبکه دارای سلول‌های کوچکتری باشد، DEM ایجاد شده جزئیات بیشتری از پستی و بلندی‌های سطح زمین را مشخص می‌کند مدل‌های ارتفاعی که تبیین رقومی از تغییرات پیوسته مربوط به پستی و بلندی‌ها می‌باشند. (قه‌ره وردی تالی، ۱۳۸۵: ۹۱). اختلاف ارتفاع و دما خود دلیل بر تغییرات فصلی بارش و گرم‌تر شدن دمای سطح زمین می‌تواند باشد.

جدول ۱. اسامی ایستگاه‌های مورد مطالعه، موقعیت جغرافیایی و ارتفاع آن‌ها

نام ایستگاه‌ها	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
طبس	۹۱۶.۵۶	۶.۳۳
بافق	۴۷.۵۵	۶.۳۱
عقدا	۶۱.۵۳	۴۳.۳۲
رباط پشت بادام	۵۵.۵۵	۰۳۳.۳۳
یزد	۲۸.۵۴	۹.۳۱
انار	۲۵.۵۵	۸۸.۳۰
مروست	۲۵.۵۴	۵.۳۰
کاریز	۱.۵۴	۳.۳۱

دمای سطح زمین شدیداً از لحاظ زمانی و مکانی متغیر است و عوامل بسیار زیادی بر روی آن تأثیر گذار هستند. جذب و تابش انرژی به سطح هر پدیده‌ای بر روی دمای آن تأثیر گذار است. بر همین اساس استفاده از مدل‌های رقومی زمین برای حذف اثر توپوگرافی برای برآورد دما ضروری است. البته این ضرورت برای مناطق مسطح صادق نیست. به عبارت دیگر عموماً در نواحی کوهستانی و مکان‌هایی که توپوگرافی ناهمواری دارند از این مدل‌ها استفاده می‌شود. در شکل شماره ۲ فلوچارت مراحل انجام کار در فرایند پژوهش نشان داده شده است.



شکل ۲. فلوچارت مراحل انجام کار

یافته‌ها و بحث

بر اساس جدول شماره ۲ روابط رگرسیونی (خطی) بین پارامترهای هواشناسی و ارتفاعی در ماه‌های مختلف سال ارائه گردیده‌اند. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد بیشترین ضریب همبستگی خطی بین دمای سطح زمین و پارامتر ارتفاع مربوط به ماه‌های (می، ژوئن، ژوئیه، اوت و اکتبر) با $R^2=95/0\%$ و کمترین ضریب همبستگی مربوط به ماه دسامبر است. بیشتر بودن ضریب R^2 نشان‌دهنده همبستگی بهتر و بالاتر بین دمای سطح زمین است. به‌طور کلی نتایج نشان می‌دهد که با وجود همبستگی بین ارتفاع و دمای سطح زمین، دمای سطحی خاک نیز به دلیل کاهش دمای هوا، با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد.

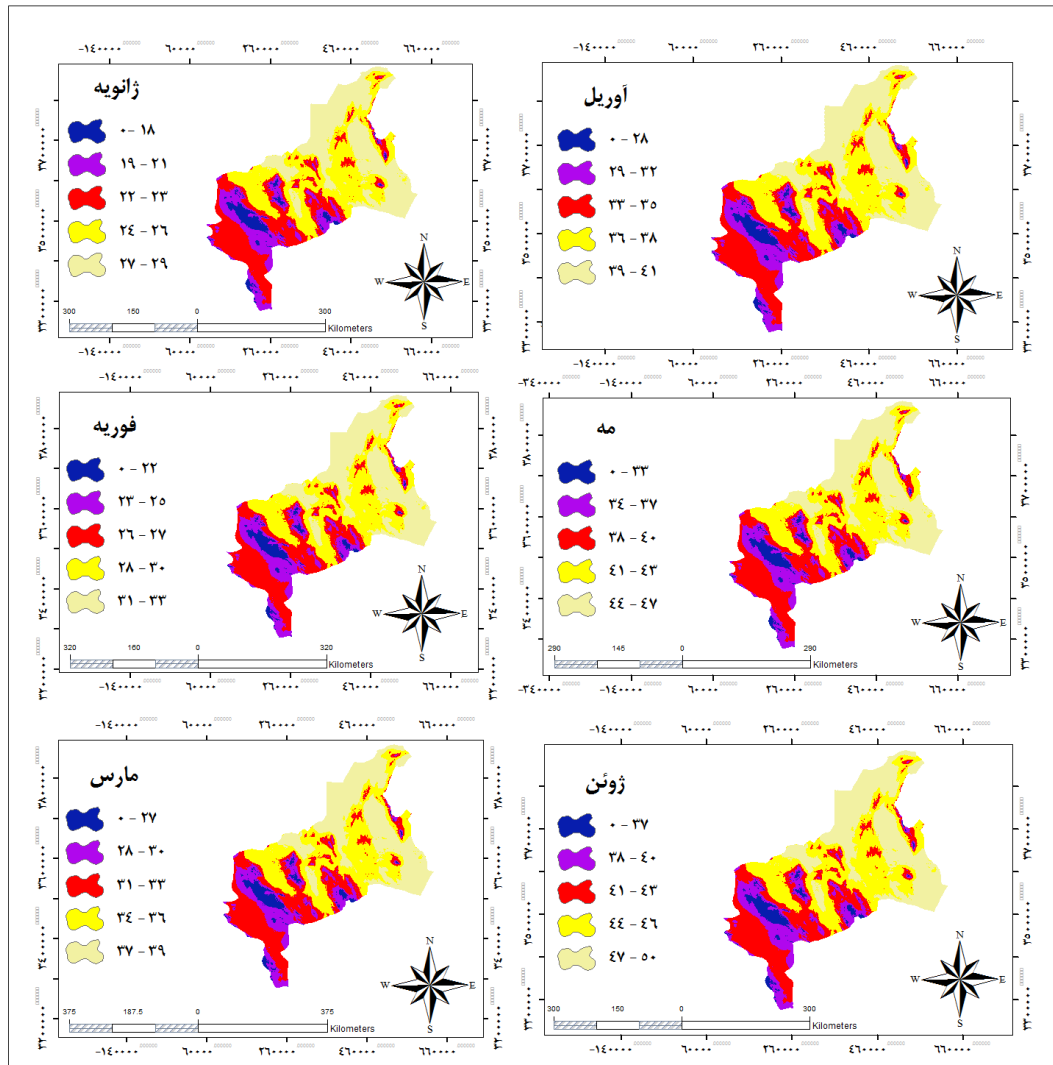
جدول ۲. معادلات رگرسیونی

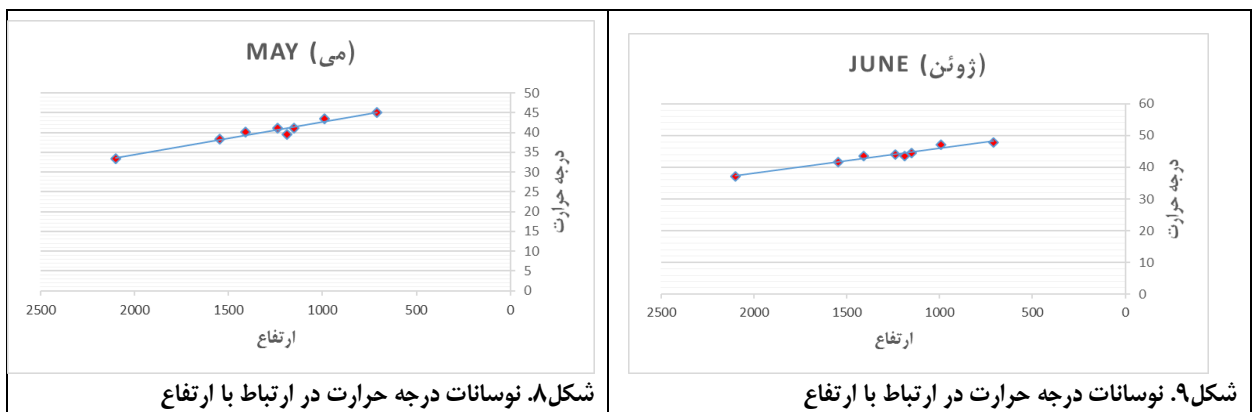
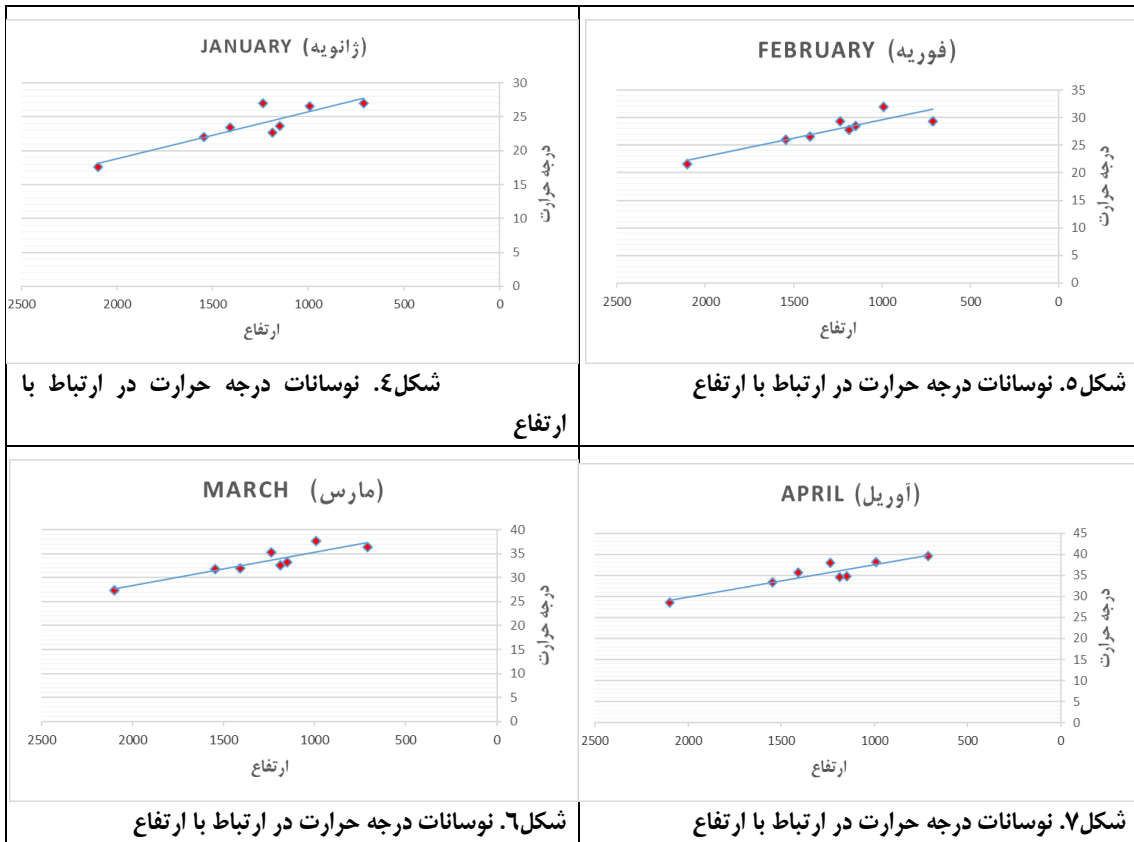
ماه های سال	معادلات رگرسیونی	R2
ژانویه	$y = -0.0069x + 32.666$	۰.۷۹
فوریه	$y = -0.0069x + 36.309$	۰.۸۱
مارس	$y = -0.007x + 42.305$	۰.۸۳
آوریل	$y = -0.0077x + 45.237$	۰.۸۵
مه	$y = -0.0082x + 50.857$	۰.۹۵
ژوئن	$y = -0.0078x + 53.783$	۰.۹۵
ژوئیه	$y = -0.0076x + 54.601$	۰.۹۵
اوت	$y = -0.0085x + 54.86$	۰.۹۵
سپتامبر	$y = -0.0076x + 49.861$	۰.۹۱
اکتبر	$y = -0.0078x + 45.623$	۰.۹۵
نوامبر	$y = -0.007x + 38.555$	۰.۹۳
دسامبر	$y = -0.0045x + 31.163$	۰.۴۸
بارش	$y = 0.0196x + 52.564$	۰.۱۵

ارزیابی پارامترهای حاصل‌شده از معادلات رگرسیونی به‌دست‌آمده از داده‌های ۲۰ ساله دمای استان یزد و ارتباط آن با مدل رقومی ارتفاعی نشان می‌دهد که نقاطی که دارای ارتفاع زیاد از سطح می‌باشند نوسان دمایی آن‌ها در حدود بین ۰ تا ۳۷ درجه سانتی‌گراد متغیر می‌باشد که بیشینه دمای آن در ۶ ماه نخست سال مربوط به ماه ژوئن می‌باشد کمینه دمای آن مربوط به ماه ژانویه می‌باشد در واقع دمای ۳۷ درجه برای ارتفاعات بالا خود نشان‌دهنده دمای بالای نقاط پست و کم ارتفاع می‌باشد که عرصه‌های بالایی را هم تحت تأثیر خود قرار داده ممکن است دلیل آن عدم بی‌توجهی به چرخه زیستگاهی منطقه باشد یا اینکه دو علت اساسی و عمده دارد: یکی این که روی کمربند خشک جهانی قرار دارد و دیگر آن که از دریاهای آزاد عمان و خلیج فارس و دریاچه‌های داخلی و بادهای رطوبت‌زای دریایی دور است عامل مهم اعتدال نسبی آب‌وهوای یزد، که قابلیت زیست نسبتاً مناسبی به آن بخشیده است، ارتفاعاتی است که بیشتر به‌صورت موضعی مؤثرند و این امر باعث شده است مناطقی که در ارتفاعات بیش از ۲۵۰۰ متر قرار دارند از اعتدال و رطوبت بیشتری نسبت به دشت‌های یزد و اردکان برخوردار باشند در بررسی مربوط به یک دوره بیست‌ساله، متوسط دمای هوا در ۶ ماه نخست برابر ۲۲/۹ درجه سانتی‌گراد ارزیابی شده و حداکثر مطلق دما در خردادماه برابر ۴۷ درجه سانتی‌گراد و حداقل آن در دی‌ماه برابر ۱۸ درجه سانتی‌گراد ارزیابی شده و اختلاف درجه حرارت سالانه حوالی یزد ۵۰ درجه سانتی‌گراد است. به‌استثنای منطقه کوهستانی شیرکوه، سایر نقاط استان یزد دارای اقلیمی گرم و خشک و بیابانی است که از مغرب و جنوب غربی به سمت شمال شرقی و شرق خشک‌تر می‌شود به این ترتیب، آب‌وهوای استان یزد به علت قرار گرفتن در کمربند خشک جهانی، دارای زمستان‌های سرد و نسبتاً مرطوب و تابستان‌های گرم و طولانی و خشک است. وزش بادهای سیاه در استان یزد به دلیل برخورداری از اقلیم خشک امری عادی به شمار می‌آید باد غالب در استان یزد عموماً باد شمال غربی است که به‌خصوص از اواسط بهار تا اوایل پاییز می‌وزد بادهای جنوب شرقی و غربی در مراتب اهمیت بعدی قرار دارند جهت چیره باد در شش ماه اول سال، شمال غربی و در چهار ماه از سال (آبان تا بهمن) جنوب شرقی است استان یزد از نظر پستی و بلندی تنوع فراوانی دارد به طوری که ارتفاع آن از سطح دریای آزاد در نقاط مختلف متفاوت و از حدود ۸۵۰ متر در اطراف ریگ زرین تا حدود ۴۰۰۰ متر در شیرکوه متغیر است تراکم ارتفاعات در سه رشته جبال مرکزی ایران را دنبال می‌کنند و جهت آن‌ها شمال غربی - جنوب شرقی و شمالی - جنوبی است علاوه بر این کوه‌های جدا مانده‌ای نیز در سطح استان به‌طور پراکنده وجود دارند. وجود این ارتفاعات، استان را از نظر ژئومورفوزیک تنوع بخشیده و باوجود کویری بودن، مناطق بیلاقی فراوانی را در پهنه استان ایجاد نموده است.

باوجود صحت نقش ارتفاع بر میزان دمای هوا، دمای سطحی خاک نیز به دلیل کاهش دمای هوا با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد منظور از دمای رویه بالا رفتن متوسط دمای زمین است که تغییرات آب‌وهوا را نیز در پی خواهد داشت گرم شدن زمین سبب تغییر الگوی بارش باران و برف، افزایش سطح آب دریاهای آزاد و کاهش سطح آب دریاچه‌ها و تأثیرات عمیق بر گونه‌های مختلف گیاهان و حیوانات و سرانجام انسان‌ها خواهد شد پس بررسی دما یکی از ضرورت‌های مقابله با خطرات محیطی و انسانی است گرمایش منطقه همچنین می‌تواند بر رفتار بادهای تأثیرگذار باشد و نیز رخدادهای آب و هوایی خشک‌تر و خشن‌تر، همراه با وقوع مکرر توفان‌های شدیدتر را تقویت نماید باوجود هوای گرم‌تر بر روی زمین، آب‌های ناشی از باران‌های سنگین نمی‌توانند زیاد بر سطح زمین باقی‌مانده و زمین را آبیاری کنند بلکه به‌سرعت تبدیل به بخار آب می‌شوند این امر تأثیر بسزایی روی عملیات کشاورزی در سرتاسر منطقه دارد گرمای هوا از جمله مسائلی است که نمی‌توان به راحتی آن را تحمل کرد حتی اگر انسان صبوری هم باشید، دمای زیاد هوا می‌تواند انسان را عصبی و کلافه کرده و باعث شود کنترل رفتار خود را از دست بدهد و این خود باعث عدم جذب هرگونه گردشگری و افزایش روند اقتصادی می‌شود در این راستا پایش‌های زیر(نقشه) جهت نشان دادن مناطق مختلف از منظر رخداد دمایی به‌منظور برنامه‌ریزی دقیق در منطقه صورت گرفته است.

شکل ۳. نقشه دمای سطح زمین برای ۶ ماه اول سال بر اساس مدل رقومی ارتفاعی در ارتباط با داده‌های ۲۰ ساله



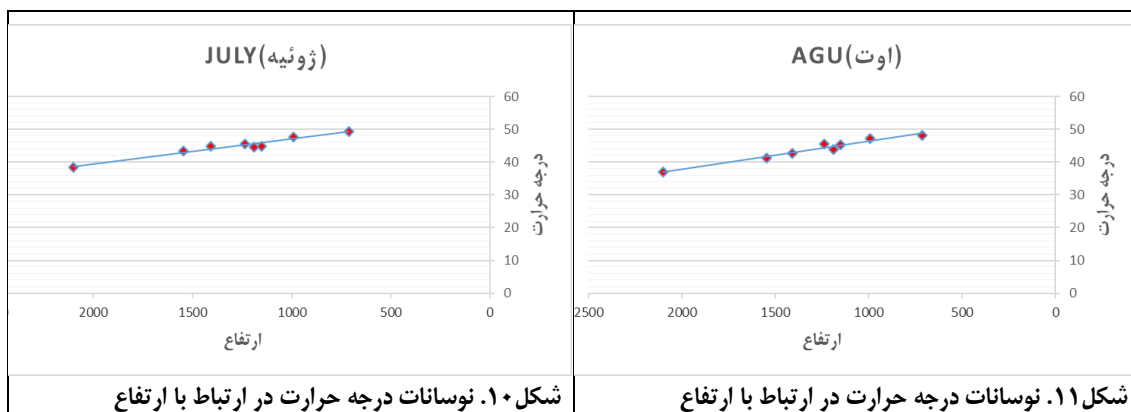


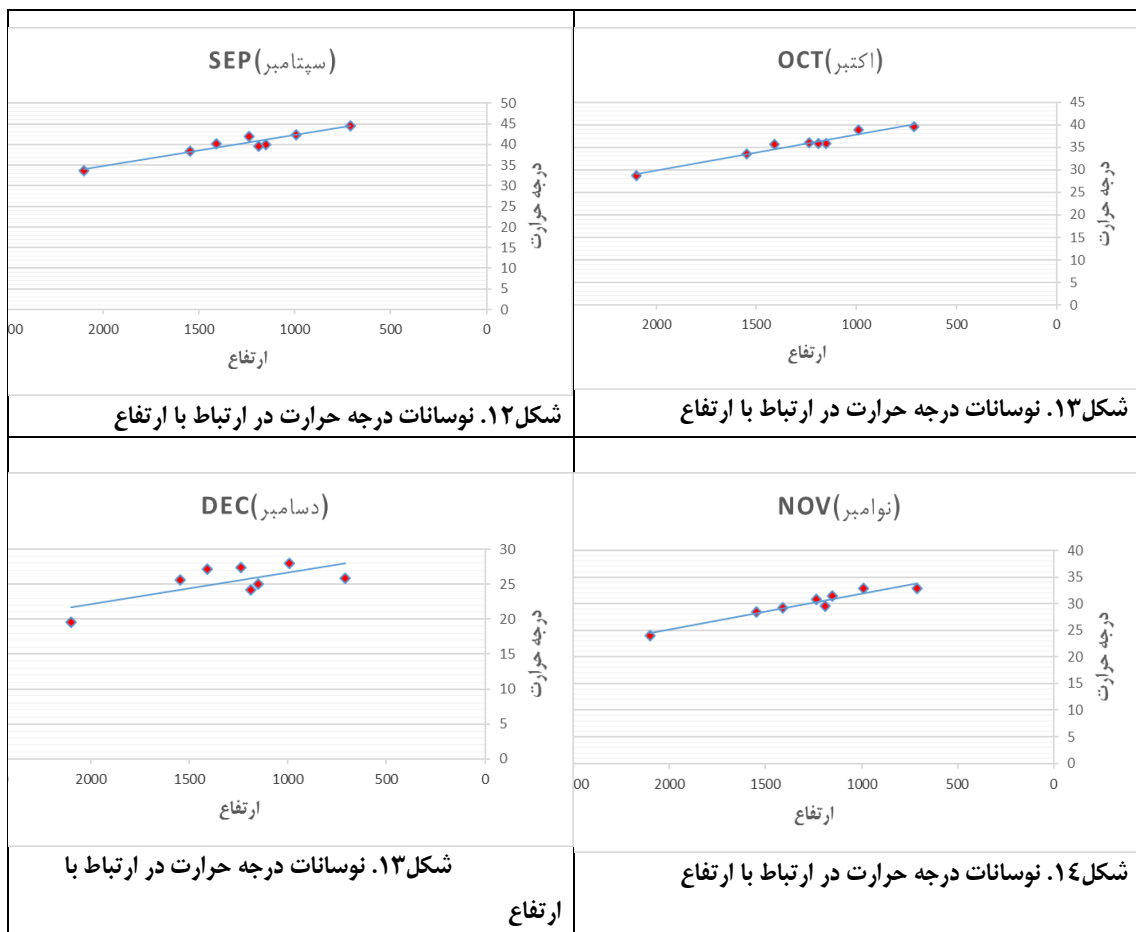
جدول ۳. تحلیل نوسانات درجه حرارت در ارتباط به مدل رقومی ارتفاعی (فصل زمستان)

فصول سال	ماه‌های سال	تحلیل متغیرها
زمستان	دسامبر	حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۲۹ و ۲۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد در این ماه دمای حداکثر استان در مناطق مرکزی و کم ارتفاع مشاهده می‌شود که این میزان در شمال شرقی استان که محدوده شهرستان طیس وسعت بیشتری را به سمت نواحی غربی بهاباد، اردکان، بافق و میبد را در بر گرفته است کمینه‌ی دما در این ماه برابر ۲۱-۰ درجه سانتی‌گراد است که در ناحیه کوهستانی قسمت مرکزی و غرب استان دیده می‌شود و دو هسته اصلی این دما مربوط به ارتفاعات شیرکوه، تفت و صدوق می‌باشد با توجه به جدول توصیفی حاصل از پهنه‌بندی دمای حداکثر ماه دسامبر ملاحظه می‌گردد که نوسان دمایی ۲۹-۲۸ که در طبقه‌ی ۵ قرار دارد بیشترین مساحت استان را با ۴۹/۵ درصد احاطه کرده است کمینه دما مربوط به نوسان ۲۴-۰ درجه که کمترین مساحت را با ۴/۵ درصد پوشش داده است.
	ژانویه	در این ماه بیشینه و کمینه دما به ترتیب ۲۹ و ۱۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد در این ماه دمای بیشینه استان در مناطق مرکزی و پست و کم ارتفاع مشاهده می‌شود که این میزان در شمال شرقی استان وسعت بیشتری را به سمت نواحی غربی در بر گرفته است پایین‌ترین دما مربوط به بخش‌های کوهستانی استان است در ماه ژانویه از غرب به سمت شرق دیده می‌شود و دو هسته اصلی این دما مربوط به ارتفاعات شیرکوه، تفت و صدوق می‌باشد دمای ماه ژانویه به ۵ گروه تقسیم شده است که بیشترین مساحت متعلق به طبقه پنجم با ۴۸/۳ درصد و دمای ۲۹-۲۷ می‌باشد
	فوریه	حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۳۳ و ۲۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد در این ماه دمای بیشینه استان در مناطق مرکزی و پست و کم ارتفاع مشاهده می‌شود که این میزان در شمال شرقی استان وسعت بیشتری را به سمت نواحی غربی در بر گرفته است کمینه‌ی دما در این ماه برابر ۲۲ درجه سانتی‌گراد است که در ناحیه کوهستانی قسمت مرکزی و غرب استان دیده می‌شود و دو هسته اصلی این دما مربوط به ارتفاعات شیرکوه، تفت و صدوق می‌باشد با توجه به جدول توصیفی حاصل از پهنه‌بندی دمای حداکثر ماه فوریه ملاحظه می‌گردد که طبقه دمایی ۳۳-۳۱ که در گروه ۵ قرار دارد بیشترین مساحت استان را با ۴۹/۱ درصد اشغال کرده است یعنی نیمی از استان با این طبقه دمایی مشاهده گردید.

جدول ۴. تحلیل نوسانات درجه حرارت در ارتباط به مدل رقومی ارتفاعی (فصل بهار)

فصول سال	ماه‌های سال	تحلیل متغیرها
بهار	مارس	حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۳۹ و ۲۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد در این ماه دمای بیشینه استان در مناطق مرکزی و پست و کم ارتفاع مشاهده می‌شود که این میزان در شمال شرقی استان وسعت بیشتری را به سمت نواحی غربی در بر گرفته است کمینه‌ی دما در این ماه برابر ۲۷ درجه سانتی‌گراد است که در ناحیه کوهستانی قسمت مرکزی و غرب استان دیده می‌شود و دو هسته اصلی این دما مربوط به ارتفاعات شیرکوه، تفت و صدوق می‌باشد با توجه به جدول توصیفی حاصل از پهنه‌بندی دمای حداکثر ماه مارس ملاحظه می‌گردد که نوسان دمایی ۳۹-۳۷ که در طبقه‌ی ۵ قرار دارد بیشترین مساحت استان را با ۴۹/۸ درصد احاطه کرده است با کمترین تغییرات نسبت به ماه‌های پیشین یعنی نیمی از استان با این طبقه دمایی مشاهده گردید.
	آوریل	حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۴۱ و ۲۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد در این ماه دمای بیشینه استان در مناطق مرکزی و پست و کم ارتفاع مشاهده می‌شود که این میزان در شمال شرقی استان وسعت بیشتری را به سمت نواحی غربی در بر گرفته است کمینه‌ی دما در این ماه برابر ۲۸ درجه سانتی‌گراد است که در ناحیه کوهستانی قسمت مرکزی و غرب استان دیده می‌شود و دو هسته اصلی این دما مربوط به ارتفاعات شیرکوه، تفت و صدوق می‌باشد با توجه به جدول توصیفی حاصل از رتبه بندی دمای حداکثر ماه آوریل ملاحظه می‌گردد که نوسان دمایی ۴۱-۳۹ که در طبقه‌ی ۵ قرار دارد بیشترین مساحت استان را با ۴۹/۷ درصد احاطه کرده است با کمترین تغییرات نسبت به ماه‌های پیشین یعنی نیمی از استان با این طبقه دمایی مشاهده گردید.
	مه	حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۴۷ و ۳۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد در این ماه دمای حداکثر استان در مناطق مرکزی و کم ارتفاع مشاهده می‌شود که این میزان در شمال شرقی استان که محدوده شهرستان طبس وسعت بیشتری را به سمت نواحی غربی بهاباد، اردکان، بافق و میبد را در بر گرفته است کمینه‌ی دما در این ماه برابر ۳۳ درجه سانتی‌گراد است که در ناحیه کوهستانی قسمت مرکزی و غرب استان دیده می‌شود و دو هسته اصلی این دما مربوط به ارتفاعات شیرکوه، تفت و صدوق می‌باشد با توجه به جدول توصیفی حاصل از رتبه بندی دمای حداکثر ماه مه ملاحظه می‌گردد که نوسان دمایی ۴۷-۴۴ که در طبقه‌ی ۵ قرار دارد بیشترین مساحت استان را با ۴۹/۴ درصد احاطه کرده است با کمترین تغییرات نسبت به ماه‌های پیشین یعنی نیمی از استان با این طبقه دمایی مشاهده گردید.





جدول ۵. تحلیل نوسانات درجه حرارت در ارتباط به مدل رقومی ارتفاعی (فصل تابستان)

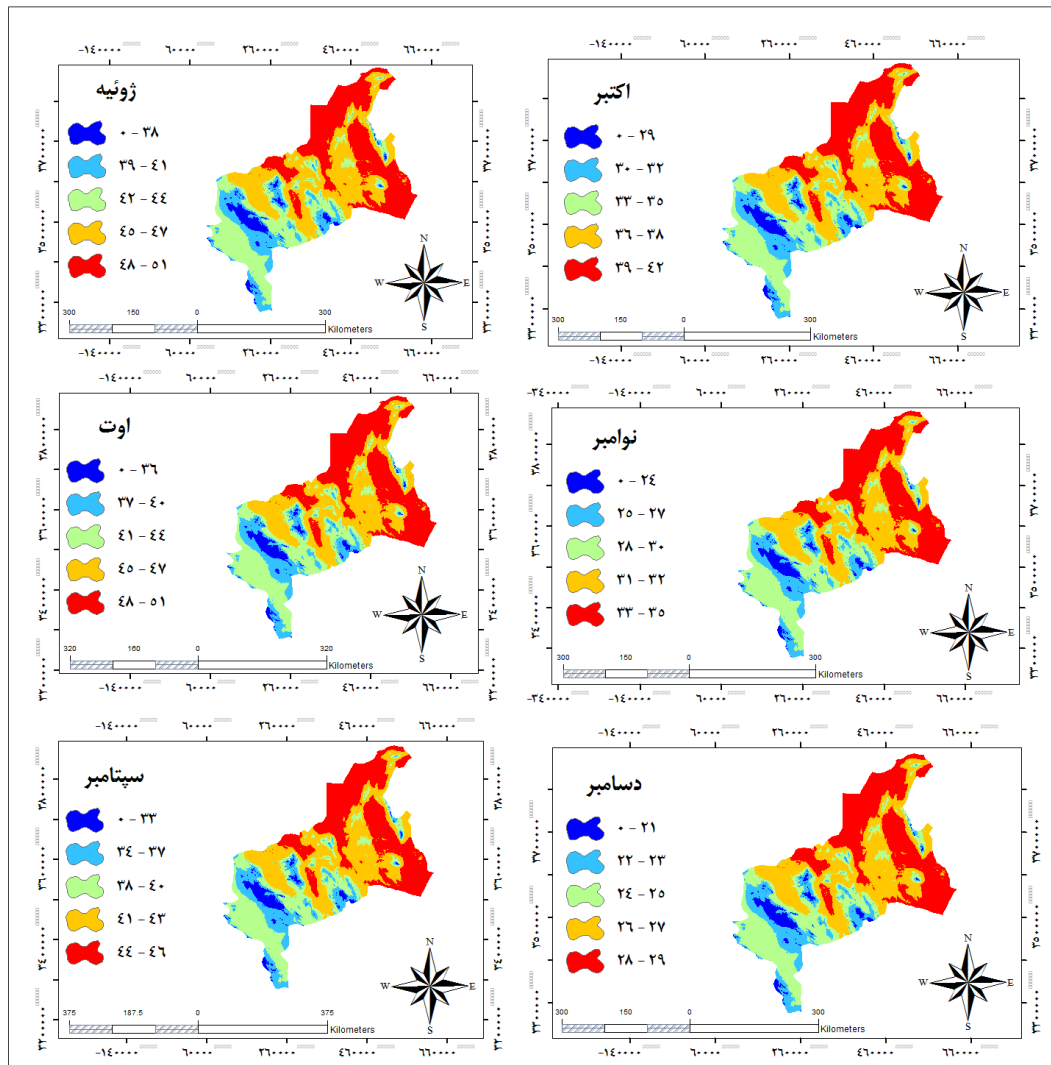
تحلیل متغیرها	ماه‌های سال	فصول سال
حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۵۰ و ۳۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد در این ماه دمای حداکثر استان در مناطق مرکزی و کم ارتفاع مشاهده می‌شود که این میزان در شمال شرقی استان که محدوده شهرستان طیس وسعت بیشتری را به سمت نواحی غربی بهاباد، اردکان، بافق و میبد را در بر گرفته است کمینه‌ی دما در این ماه برابر ۳۷ درجه سانتی‌گراد است که در ناحیه کوهستانی قسمت مرکزی و غرب استان دیده می‌شود و دو هسته اصلی این دما مربوط به ارتفاعات شیرکوه، تفت و صدوق می‌باشد با توجه به جدول توصیفی حاصل از پهنه‌بندی دمای حداکثر ماه ژوئن ملاحظه می‌گردد که نوسان دمایی ۵۰-۴۷ که در طبقه ۵ قرار دارد بیشترین مساحت استان را با ۴۹/۸ درصد احاطه کرده است با کمترین تغییرات نسبت به ماه‌های پیشین یعنی نیمی از استان با این طبقه دمایی مشاهده گردید.	ژوئن	تابستان
حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۵۱ و ۳۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد در این ماه دمای حداکثر استان در مناطق مرکزی و کم ارتفاع مشاهده می‌شود که این میزان در شمال شرقی استان که محدوده شهرستان طیس وسعت بیشتری را به سمت نواحی غربی بهاباد، اردکان، بافق و میبد را در بر گرفته است کمینه‌ی دما در این ماه برابر ۳۶-۰ درجه سانتی‌گراد است که در ناحیه کوهستانی قسمت مرکزی و غرب استان دیده می‌شود و دو هسته اصلی این دما مربوط به ارتفاعات شیرکوه، تفت و صدوق می‌باشد با توجه به جدول توصیفی حاصل از رتبه بندی دمای حداکثر ماه اوت ملاحظه می‌گردد که نوسان دمایی ۵۱-۴۸ که در	آگوست (اوت)	

<p>طبقه‌ی ۵ قرار دارد بیشترین مساحت استان را با ۴۹/۶ درصد احاطه کرده است کمینه دما مربوط به نوسان ۳۶-۰ درجه که کمترین مساحت را با ۴/۲ درصد پوشش داده است.</p>		
<p>حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۵۱ و ۳۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد در این ماه دمای حداکثر استان در مناطق مرکزی و کم ارتفاع مشاهده می‌شود که این میزان در شمال شرقی استان که محدوده شهرستان طبس وسعت بیشتری را به سمت نواحی غربی بهاباد، اردکان، بافق و میبد را در بر گرفته است کمینه‌ی دما در این ماه برابر ۳۸-۰ درجه سانتی‌گراد است که در ناحیه کوهستانی قسمت مرکزی و غرب استان دیده می‌شود و دو هسته اصلی این دما مربوط به ارتفاعات شیرکوه، تفت و صدوق، ابر کوه، خاتم می‌باشد با توجه به جدول توصیفی حاصل از پهنه‌بندی دمای حداکثر ماه ژوئیه ملاحظه می‌گردد که نوسان دمایی ۵۱-۴۸ که در طبقه‌ی ۵ قرار دارد بیشترین مساحت استان را با ۴۹/۴ درصد احاطه کرده است کمینه دما مربوط به نوسان ۳۸-۰ درجه که کمترین مساحت را با ۴/۴ درصد پوشش داده است.</p>	<p>جولای</p>	

جدول ۶. تحلیل نوسانات درجه حرارت در ارتباط به مدل رقومی ارتفاعی (فصل پاییز)

تحلیل متغیرها	ماه‌های سال	فصول سال
<p>حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۴۴ و ۳۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد در این ماه دمای حداکثر استان در مناطق مرکزی و کم ارتفاع مشاهده می‌شود که این میزان در شمال شرقی استان که محدوده شهرستان طبس وسعت بیشتری را به سمت نواحی غربی بهاباد، اردکان، بافق و میبد را در بر گرفته است کمینه‌ی دما در این ماه برابر ۳۳-۰ درجه سانتی‌گراد است که در ناحیه کوهستانی قسمت مرکزی و غرب استان دیده می‌شود و دو هسته اصلی این دما مربوط به ارتفاعات شیرکوه، تفت و صدوق می‌باشد با توجه به جدول توصیفی حاصل از پهنه‌بندی دمای حداکثر ماه سپتامبر ملاحظه می‌گردد که نوسان دمایی ۴۶-۴۴ که در طبقه‌ی ۵ قرار دارد بیشترین مساحت استان را با ۴۹/۶ درصد احاطه کرده است کمینه دما مربوط به نوسان ۳۳-۰ درجه که کمترین مساحت را با ۴/۳ درصد پوشش داده است.</p>	<p>سپتامبر</p>	
<p>حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۴۲ و ۲۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد در این ماه دمای حداکثر استان در مناطق مرکزی و کم ارتفاع مشاهده می‌شود که این میزان در شمال شرقی استان که محدوده شهرستان طبس وسعت بیشتری را به سمت نواحی غربی بهاباد، اردکان، بافق و میبد را در بر گرفته است کمینه‌ی دما در این ماه برابر ۲۹-۰ درجه سانتی‌گراد است که در ناحیه کوهستانی قسمت مرکزی و غرب استان دیده می‌شود و دو هسته اصلی این دما مربوط به ارتفاعات شیرکوه، تفت و صدوق می‌باشد با توجه به جدول توصیفی حاصل از پهنه‌بندی دمای حداکثر ماه اکتبر ملاحظه می‌گردد که نوسان دمایی ۴۲-۳۹ که در طبقه‌ی ۵ قرار دارد بیشترین مساحت استان را با ۴۹/۴ درصد احاطه کرده است کمینه دما مربوط به نوسان ۲۹-۰ درجه که کمترین مساحت را با ۴/۲ درصد پوشش داده است.</p>	<p>اکتبر</p>	<p>پاییز</p>
<p>حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۳۵ و ۲۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد در این ماه دمای حداکثر استان در مناطق مرکزی و کم ارتفاع مشاهده می‌شود که این میزان در شمال شرقی استان که محدوده شهرستان طبس وسعت بیشتری را به سمت نواحی غربی بهاباد، اردکان، بافق و میبد را در بر گرفته است کمینه‌ی دما در این ماه برابر ۲۴-۰ درجه سانتی‌گراد است که در ناحیه کوهستانی قسمت مرکزی و غرب استان دیده می‌شود و دو هسته اصلی این دما مربوط به ارتفاعات شیرکوه، تفت و صدوق می‌باشد با توجه به جدول توصیفی حاصل از پهنه‌بندی دمای حداکثر ماه نوامبر ملاحظه می‌گردد که نوسان دمایی ۳۵-۳۳ که در طبقه‌ی ۵ قرار دارد بیشترین مساحت استان را با ۴۹/۶ درصد احاطه کرده است کمینه دما مربوط به نوسان ۲۴-۰ درجه که کمترین مساحت را با ۴/۵ درصد پوشش داده است.</p>	<p>نوامبر</p>	

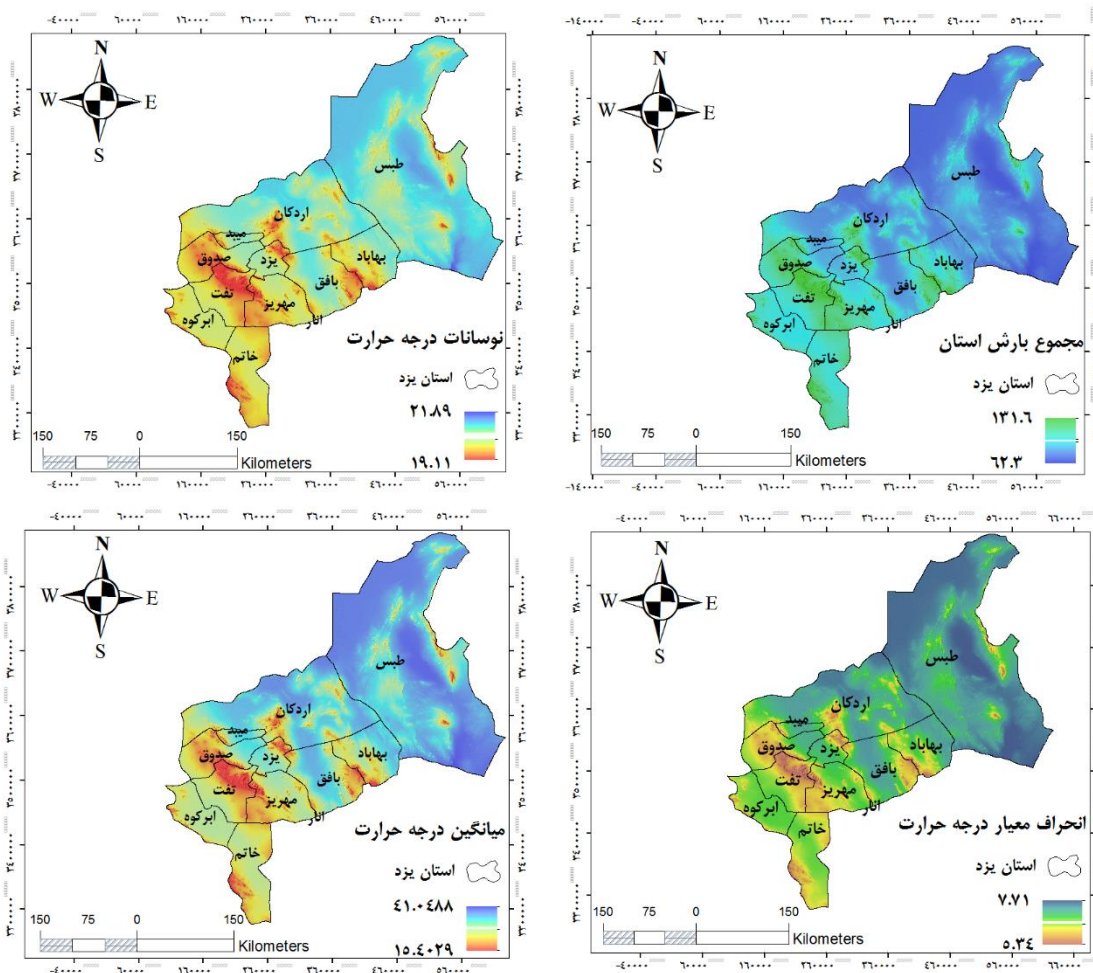
شکل ۱۵. نقشه دمای سطح زمین برای ۶ ماه دوم سال بر اساس مدل رقومی ارتفاعی در ارتباط با داده‌های ۲۰ ساله



استان یزد که از نظر اقلیمی خشک و کویری است و ۹۰ درصد نزولات جوی آن تبخیر می‌شود در سال‌های اخیر با معضل بی‌آبی دست‌وپنجه نرم می‌کند بارش‌های اندک در سال‌های اخیر و به‌ویژه سال آبی جاری نیز مزید بر علت شده و زنجیره کم‌آبی به سمت بی‌آبی در حرکت کرده است در شرایط طبیعی، بارندگی مؤثر و مفید برای سفره‌های زیرزمینی آب در ماه‌های آذر تا بهمن صورت می‌گیرد اما متأسفانه در استان یزد بارندگی خوبی در این ماه‌ها مشاهده نگردیده است و بیشترین بارندگی‌های استان مربوط به ماه‌های دیگر بود که برای آب‌های زیرزمینی مفید نیست بارش زمستانه و ذخیره برفی ارتفاعات می‌تواند شاخص‌های خوبی برای آب باشد طبق شکل (۱۶) که گویای این جریان است که بیشتر بارندگی‌ها به نواحی با ارتفاعات بالا و همچنین کمترین نوسانات گرمایشی را به خود اختصاص داده است در این شرایط برنامه‌ریزی جهت ذخیره آب‌های موجود در ارتفاعات و ایجاد بستری مناسب به‌منظور انتقال این جریان‌ها به قسمت

پایین دست می‌تواند امری مفید باشد وجود یک ذخیره‌گاه آبی عظیم در منطقه می‌تواند تا حدودی به مشکل خشک‌سالی و گرمایش منطقه کمک کند همچنین به چرخه پوشش گیاهی نواحی پست منطقه که تراکم در آن‌ها خیلی زیاد است.

شکل ۱۶. نقشه اختلاف بین کمینه و بیشینه، میانگین، مجموع بارندگی‌ها (باران) و انحراف معیار درجه حرارت دمای سطح زمین برای ۱۲ ماه سال بر اساس مدل رقومی ارتفاعی در ارتباط با داده‌های ۲۰ ساله



نتیجه‌گیری

اهمیت دمای سطح زمین در علوم کشاورزی و هیدرولوژی از یک سو و وجود مشکلات فراوان در ثبت این پارامتر حیاتی پژوهشگران را بر آن داشته است تا به دنبال یافتن رابطه‌ای بین دمای سطح زمین و پارامترهای دیگر باشند که بتوانند دما را با دقت مطلوب برآورد کنند. نتایج این تحقیق در خصوص سطح پایداری با نتایج تحقیقات کوستاس (۲۰۱۲) مبنی بر ارتباط دمای سطح زمین و عامل ارتفاع، حمزه و همکاران (۱۳۹۷) مبنی بر تاثیر گذاری و معنادار بودن عوامل توپوگرافیک، همخوانی دارد. در همین راستا نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق حمزیه یزد و همکاران (۱۳۹۱) و طبری و همکاران (۱۳۹۱)، در خصوص نوسانات الگوهای آب وهوایی همخوانی دارد. پس از شناسایی پهنه‌های دمایی ابتدا فراوانی وقوع داده‌ها در ایستگاه‌های استان موردبررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که بیشترین سطح دمایی مربوط به ایستگاه طبس و ایستگاه کوهستانی بافق و کمترین سطح دمایی ثبت شده

مربوط به ایستگاه کاریز می‌باشد به‌طور کلی با ارزیابی نوسان دمایی این نتیجه حاصل شد که فراوانی وقوع ناهنجاری‌های دمایی در ایستگاه‌های استان تفاوت قابل ملاحظه‌ای را نشان نمی‌دهد همچنین همبستگی مقادیر ارزیابی شده از درجه یکسان و نتایج معنی‌داری را نشان می‌دهد با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، می‌توان چنین نتیجه گرفت که دمای رویه زمین نسبت به دوره‌های پیشین در استان یزد به نسبت افزایش یافته که علت آن می‌تواند تغییرات حاصل از کاربری و پوشش یا تابش‌های جوی و حذف مناطق جنگلی و گسترش کاربری مسکونی و رخ داد خشک‌سالی دوره‌ای در منطقه و عدم ریزش‌های جوی کافی دانست همچنین نتایج این تحقیق مشخص کرد که پارامتر ارتفاعی همسو و دمای سطحی زمین در جهت موافق با ارتفاع بوده است دلایل بالا بودن دما سطح، خاک منطقه هرچقدر خشک باشد زودتر از یک خاک مرطوب گرم می‌شود به دلیل اینکه گرمای ویژه آب بیشتر از خاک است در ضمن با توجه به اینکه ظرفیت نگهداری رطوبت بین عناصر خاک باهم متفاوت است بنابراین دمای خاک در سطح هر یک از آن‌ها مؤثر است نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در بین ماه‌های سال ماه (ژوئن-ژوئیه-اوت) نسبت به سایر ماه‌ها از نوسان دمایی بالایی برخوردار است این نوسانات مربوط به شهرستان‌های طبس، بهبهان؛ اردکان، بافق، میبد؛ تبریز است. در پایان پژوهش نیز با توجه به یافته‌های حاصل از تحقیق پیشنهادات زیر جهت برنامه‌ریزی بهتر و همچنین کنترل افزایش دمای سطح و حفظ منطقه مورد مطالعه مطرح می‌گردد:

به‌طور کلی، دمای سطح زمین متأثر از شرایط مکانی و تابع مؤلفه‌های مکان، عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا است. تفاوت‌های مکانی استان یزد موجب تنوع دمایی و آب و هوایی شده است. نتایج و دستاوردهای این تحقیق در بیشتر زمینه‌های مرتبط با امور شهری، حمل‌ونقل، فعالیت و اوقات فراغت در طول سال می‌تواند مفید واقع شود. نتایج این پژوهش نشان داده است که عوامل بسیاری مانند گردش منطقه‌ای هواسپهر، مشخصه‌های جغرافیایی مکان (طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، وجه شیب، جهت‌گیری دامنه‌ها و...) و عوامل بیوفیزیکی سطح زمین در شکل‌گیری الگوهای دمای سطح زمین نقش آفرینی می‌کنند. بنابراین پیشنهاد می‌شود در پژوهش بعدی به شکل مستقل به نقش هر یک از این عوامل مؤثر در دمای روز هنگام سطح زمین استان یزد پرداخته شود.

لزوم و اهمیت حفاظت و نگهداری کاربری پوشش گیاهی و فضای سبز را به‌ویژه در محیط‌های شهری به‌عنوان یک متغیر بسیار مهم جهت تعدیل شرایط آب و هوایی برای نهادهای مسئول در مدیریت شهری ضروری به نظر می‌رسد.

افزایش دمای متوسط جهان ناهنجاری‌هایی در متغیر هواشناسی به‌ویژه در دما به وجود آورده است بنابراین در مدیریت بخش‌های مختلف به‌خصوص در بخش‌های کشاورزی، اطلاع از تغییرات هواشناسی و شناسایی ناهنجاری‌های دمایی و عوامل ایجادکننده این تغییرات لازم است

تبیین ارتباط تغییرات و ساختار الگوهای جوی با ناهنجاری‌های اقلیمی می‌تواند در کاهش اثرات و پیش‌آگاهی مخاطرات اقلیمی کمک شایانی نماید.

منابع

- اکبری، مهدی؛ سیف، زهرا و زارع ابیانه، حمید (۱۳۹۰)، برآورد میزان تبخیر و تعرق واقعی و پتانسیل در شرایط اقلیمی مختلف با استفاده از سنجش‌از دور، فصلنامه آب‌و‌خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، مهر و آبان، دوره ۲۵، شماره چهار، صص ۸۴۴-۸۳۵.
- امینی‌بازیابی، سمیرا؛ زارع ابیانه، حمید و اکبری، مهدی، (۱۳۹۳)، برآورد دما و شاخص پوشش گیاهی سطح زمین با استفاده از داده‌های سنجش‌از دور (مطالعه موردی: استان همدان)، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره سه، صص ۳۴۸-۳۳۳.

- جهانبخش، سعید، زاهدی، مجید و ولیزاده کامران، خلیل (۱۳۹۰)، محاسبه دمای سطح زمین با استفاده از روش سبال و درخت تصمیم در محیط GIS RS، در بخش مرکزی منطقه مراغه، جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۶، شماره ۳۸، صص ۱۹.
- دانش‌کار آراسته، پیمان، تجریشی، مسعود و بهرام تقفیان (۱۳۹۰)، تعیین دمای سطح با استفاده از فن آوری سنجش‌ازدور در منطقه سیستان، مجله مهندسی و مدیریت آبخیز، جلد ۳، شماره ۲، صص ۶۷.
- حمزبی یزد گل کار، حمیدرضا، کاوه، فریدون، قهرمان، بیژن و صدقی، حسین (۱۳۹۱)، بررسی روند تغییرات سری زمانی تبخیر- تعرق ماهیانه گیاه مرجع با استفاده از روش پیشنهادی فائو پنمن- مانتیس، مجله علمی- پژوهشی علوم کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران (واحد علوم و تحقیقات)، دوره ۱۳، شماره دو، صص ۴۳۳-۴۱۷.
- حمزه، سعید، میجانی، نعیم، کریمی فیروزجائی، محمد (۱۳۹۷)، مدل‌سازی ارتباط دمای سطح زمین، شرایط توپوگرافی، و پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست ۸، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۵۰(۱)، ۳۵-۵۵.
- صادقی‌نیا، علیرضا علیجانی، بهلول ضیائی، پرویز و شهریار خالدی (۱۳۹۲)، کاربرد تکنیک‌های خودهمبستگی فضایی در تحلیل جزیره حرارتی شهر تهران، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال سیزدهم، شماره ۳۰، صص ۶۷.
- علیزاده، امین (۱۳۸۵)، رابطه آب و خاک و گیاه، دانشگاه امام رضا(ع). انتشارات آستان قدس رضوی ۶، ۳۱۹-۳۲۵.
- ملکپور، پیمان و محمد طالعی (۱۳۹۰)، مدل‌سازی ارتباط کاربری- پوشش اراضی و حرارت سطح زمین، با استفاده از داده‌های سنجنده ASTER، محیط شناسی، سال سی و هفتم، شماره ۵۸، ۲۹.
- Agam, N., Kustas, W. P., Anderson, M. C., Li, F., Neale, C. M. U. (2009), A vegetation index based technique for spatial sharpening of thermal imagery. Remote Sens. Environ., 107, 545-558.
- Andrew Farina (2012), Exploring the relationship between land surface temperature and vegetation abundance for urban heat island mitigation in Seville, Spain', LUMA-GIS Thesis nr 15.
- Bandyopadhyay A., Bhadra A., Raghuwanshi N.S, and Singh R. (2010), Temporal trends in estimates of reference evapotranspiration over India, Journal of Hydrologic Engineering, 14(5):508-515.
- Bastiaanssen, W. G. M., Noordman, E. J., Pelgrum, M. H., Davids, G., Thoreson, B. P. and R. G. Allen. (2005), SEBAL model with remotely sensed data to improve water-resources management under actual field conditions. J of Irrig and Drain, (ASCE):85(1): 85-93.
- Garbrecht J., Van Liew M., and et al. (2013), Trends in precipitation, streamflow, and evapotranspiration in the Great Plains of the United States, Journal of Hydrological Engineering, 9 (5):360-367.
- Kustas, W. P., Norman, J. M., Anderson, M. C., French, A. N. (2012), Estimating subpixel surface temperatures and energy fluxes from the vegetation index-radiometric temperatures relationship. Remote Sens. Environ., 85, 429-440.
- Merlin, O., Jacob, F., Wigneron, J., Walker, J., Chehbouni, G. (2010), Multidimensional disaggregation of land surface temperature using high-resolution red, near-infrared, shortwave-infrared and microwave L-band. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., 1-16.
- Offer, R, Qin, Zh, Derimian, Y, and Karnieli, A, (2014), Derivation of Land Surface Temperature for Landsat-8 TIRS Using a Split Window Algorithm, sensor, 14(4): 5768-5780.
- Papadavid, G., Hadjimitsis, D.G., Toullos, L., and S. Michaelides. (2013), A modified SEBAL modeling approach for estimating crop evapotranspiration in semi-arid conditions. Water resources management. 27(9): 3493-3506.

- Rajeshwari A , Mani N D, (2014), Estimation of Land Surface Temperature of Dindigul District Using Landsat 8 Data, Ijret: International Journal of Research in Engineering and Technology, Volume: 03 Issue: 05, May-2014, Available @ <http://www.ijret.org>.
- Steele, D., Thoreson, B., Hopkins, D., Clark, B., Tuscherer, S., and R. Gautam. (2014), Spatial mapping of evapotranspiration over Devils Lake basin with SEBAL: application to flood mitigation via irrigation of agricultural crops. Irrigation Science. DOI: 10.1007/s00271-014-0445-1.
- Tabari H., Marofi S., Aeini A., Hosseinzadeh Talaei P., and Mohammadi K. (2011), Trend analysis of reference evapotranspiration in the western half of Iran, Agr. Forest Meteorol, 151 (2): 128-136.
- Tucker, C.J. and B.Y. Choudhury. (1987), Satellite remote sensing of drought conditions. Remote Sens. Environ. 23:243-251.