

## تأثیر الگوهای همدیدی جو بر شدت جزیره گرمایی شهر رشت و تغییرات عناصر اقلیمی

محمد علی خداجو<sup>۱</sup>

دانشجوی دکتری جغرافیا، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران

صدرالدین متولی

دانشیار جغرافیا گرایش ژئومورفولوژی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران

غلامرضا جانباز

استادیار جغرافیا گرایش اقلیم شناسی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران

امیر گندمکار

مرکز تحقیقات گردشگری، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۰۴

### چکیده

یکی از پیامدهای رشد سریع و بدون برنامه ریزی شهرها، جزایر گرمایی می باشد که طی آن دمای هوای شهرها نسبت به نواحی پیرامونی آن به شدت افزایش می یابد. در این پژوهش به منظور تحلیل نقش جزیره حرارتی و شهرنشینی شهر رشت بر روی عناصر اقلیمی از آمار بلند مدت ایستگاه سینوپتیک رشت و نیز مقایسه نتایج با نواحی پیرامون و آشکار سازی تغییرات در روند عناصر اقلیمی شهر رشت از آمار سینوپتیک ایستگاه انزلی طی بازه زمانی ۱۹۵۶ تا ۲۰۱۷ استفاده شد. روند سریهای زمانی مورد مطالعه شامل میانگین درجه حرارت، میانگین حداقل و حداکثر درجه حرارت، بارش، رطوبت، تبخیر، مجموع ساعات آفتابی و میانگین سرعت باد بودند. همچنین به منظور تأثیر پذیری شدت جزیره گرمایی شهر رشت از الگوهای همدیدی جو و تأثیر آن بر عناصر اقلیمی، ۶ روز از سال ۲۰۱۰ انتخاب شد و شرایط سطح زمین با تراز بالای جو مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در شهر رشت از بین ۸ پارامتر اقلیمی مورد مطالعه میانگین حداقل دما، میانگین رطوبت، میانگین سرعت باد، ساعات آفتابی و تبخیر دارای بیشترین روند افزایشی در ماههای مختلف سال و همچنین روند سالانه بوده اند. همچنین نتایج نشان دادند که در زمان حاکمیت سیستم پرارتفاع به علت پایداری و سکون هوا، شدت جزیره گرمایی افزایش می یابد و در زمان حاکمیت سیستم کم ارتفاع و ناپایداری هوا عکس این حالت اتفاق می افتد. پس از مقایسه عناصر اقلیمی شهر رشت در زمان حاکمیت سامانه های پرارتفاع و کم ارتفاع در این شهر مشخص شد که عناصر اقلیمی به شدت تحت تأثیر الگوهای یاد شده تغییر می یابد. به طوری که اختلاف بیش از ۱۱/۵ درجه سانتیگراد در حداکثر دمای هوا بین روزهای ۵ آگوست ۲۰۱۰ با ۲۲ آگوست ۲۰۱۰ و همچنین اختلاف حدود ۲۹٪ درصدی رطوبت و ۱۱/۵ ساعت آفتابی در همان روز نشان از شدت جزیره گرمایی شهر رشت در روز ۱۵ آگوست ۲۰۱۰ با حاکمیت سامانه کم ارتفاع دارد.

کلمات کلیدی: جزیره گرمایی، الگوهای همدیدی، پایداری هوا، شهر رشت

## مقدمه

جزیره گرمایی شهری به افزایش دمای شهرها در مقابل نواحی روستایی و حومه شهری گفته می‌شود (Yamamoto, 2006). جزیره گرمایی حاصل و نتیجه رشد بی‌رویه شهرها می‌باشد. طی دهه‌های اخیر با افزایش جمعیت، توسعه شهری در ابعاد مختلف آن رشد فزاینده‌ای داشته که این امر سبب تغییرات کاربری زمین شده که این عامل نیز باعث کاهش آلودگی شهری و کاهش سطوح تبخیر کننده شده و از طرف دیگر؛ با افزایش گرمای انسان ساخت ناشی از فعالیت‌های انسانی نظیر افزایش حمل و نقل، تأسیس کارخانجات و صنایع و غیره باعث آلودگی هوا در لایه‌های پایین جو، افزایش گازهای گلخانه‌ای و در نتیجه تغییر در معادلات انرژی و جزیره گرمایی شهری می‌شود. امروزه به دلیل محدود بودن فضاهای شهری شاهد رشد و توسعه عمودی شهرها به ویژه در کلان شهرها هستیم که این مسئله نیز سبب کاهش سرعت باد و در نتیجه یکی از عوامل تأثیرگذار در جزیره گرمایی شهرها می‌باشد. به طور کل سه مؤلفه اصلی اقلیمی در تقویت یا تضعیف جزیره گرمایی نقش اساسی دارند. این سه مؤلفه عبارت‌اند از: سامانه‌های هم‌مدیدی، ابرناکی و باد. در شرایط هوای آرام و آسمان بدون ابر تفاوت‌های دمایی میان شهر و روستا افزایش می‌یابد و در صورت وزش باد بیش از سرعت آستانه، شدت جزیره گرمایی کم و نهایتاً محو می‌شود؛ بنابراین انتظار می‌رود که در زمان استقرار سامانه‌های واچرخندی شدت جزیره گرمایی بیش از شرایط چرخندی باشد (عزیزی و دیگران، ۱۳۹۲: ۵۶). بنابراین در شرایط هوای ناپایدار که سبب تحرکات و جابجایی هوا می‌شود سرعت باد افزایش یافته و اختلاف دمایی میان شهر و حومه به شدت کاهش می‌یابد اما در شرایط پایداری هوا که جابجایی هوا صورت نمی‌گیرد اختلاف دمای شهرها با نواحی اطراف به شدت افزایش می‌یابد. در حال حاضر یکی از دلایل توجه به جزایر گرمایی به ویژه در شهرهای بزرگ و صنعتی که باعث نگرانی شهروندان می‌گردد به دلیل اهمیت این مسئله در سلامت افراد است. جزایر گرمایی ضمن تأثیرگذاری در عناصر آب و هوایی شهرها نسبت به نواحی مجاور باعث افزایش آلودگی هوا و همچنین ذرات معلق سمی در هوای شهرها می‌گردد که باعث به خطر افتادن سلامت شهروندان می‌گردد. وجود جزیره گرمایی شهرها، در فرایندهای زیستی، اقتصادی و هواشناختی تأثیر می‌گذارد. گرمای شهرها عامل شگفتن و به گل نشستن زودتر گیاهان و درختان، طولانی‌تر شدن فصل رشد و جذب بعضی از پرندگان است. گرمای مذکور برای شهرهای اقلیم گرم می‌تواند عامل نامطلوب و فشار دهنده‌ای محسوب شود. در حالی که از نظر گرمایش زمستانی می‌تواند اهمیت اقتصادی داشته باشد (کاویانی، ۱۳۹۰: ۲۳۹).

با توجه به نقش جزیره گرمایی شهرها در مسائل مختلف زیستی و آب و هواشناختی، اهمیت این مسئله مورد توجه پژوهشگران در حوزه‌های مختلف قرار گرفته و تحقیقات جامعی در این زمینه صورت پذیرفته است. از جمله (چن و همکاران، ۲۰۱۷: ۷۳۹)، به نمایش رویکرد تحلیلی برای پیش‌بینی میدان‌های دما در پیاده‌رو و آسفالت و سوشه‌ها و همچنین به ارزیابی تأثیرات تغییر گرما بر محیط نزدیک به سطح برای جزایر گرمایی شهری (UHI) و اثر آن پرداختند (Chen & Partners, 2017: 739). (اینریکز و همکاران، ۲۰۱۷: ۱۱۴) به بررسی استراتژی جدید

برای کاهش اثرات جزایر گرمایی شهری پرداختند. راه حل جالب در این زمینه شامل استفاده از پشت بامهای سرد و خنک می باشد (Enríquez & Partners, 2017: 114). (وانگ و اوینگ، ۲۰۱۷: ۲۳۹)، تضعیف جزایر گرمایی شهری سطحی در نواحی گرمایی داخلی از طریق تغییرات سطح خشکی را مورد بررسی قرار دادند (Wang & Ouyang, 2017: 239). (مهاجرانی و همکاران، ۲۰۱۷)، افزایش استفاده از مصالح دست ساخته و افزایش محصولات گرمایشی مربوط به تکامل انسان، را از دلایل اصلی بروز UHI می دانند (Mohajerani & Partners, 2017: 522).

(سونگ و وو، ۲۰۱۶)، نیز بر نقش بی چون و چرای سطوح غیر قابل نفوذ در تنوع جزایر حرارتی مناطق شهری تأکید کردند (Song & Wu, 2016: 96). (جتو، ۲۰۱۹)، طی مطالعه ای در منطقه مدیترانه ای نشان داد که تفاوت های قابل توجهی بین مناطق شهری و پیرامونی وجود دارد و همچنین شدت اثر UHI در طول زمان افزایش می یابد (Jato, 2019: 101). (کالوستاین و همکاران (۲۰۱۶)، اثر گرمایی LCZ بر اساس نتایج مدل موازنه انرژی شهر TEB را در شهر بیروت ارزیابی کردند (Kaloustian & Partners, 2016: 72-79). موجکا و همکاران (۲۰۱۹) جزایر گرمای شهری را یکی از مشهورترین تغییرات اقلیمی ناشی از انسان می دانند. (Mojca & Partners, 2019: 33-41). کونستانین و همکاران (۲۰۱۶)، تأثیر جزایر گرمایی شهری (UHI) بر رژیم حرارتی ساختمانها، به منظور توسعه سیستم هشدار در شهر بخارست در زمانی که خطر گرما به بالاترین سطح می رسد را بررسی کردند (Constantinescu & Partners, 2016: 452-468). (علوی پناه و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۰۷)، با استفاده از تصاویر ماهواره ای به منظور مقایسه دو شاخص تفاضل پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) و سطوح غیرقابل نفوذ (ISA) به عنوان پارامترهای نمایشگر جزایر حرارتی شهری سطحی (SUHI) از طریق بررسی رابطه آن ها با شاخص دمای سطحی زمین (LST) و نقشه کاربری اراضی پرداختند و رابطه ای خطی و قوی بین LST و ISA یافتند. (هاشمی و دیگران، ۱۳۹۴: ۱۵) در تحقیقی به تحلیل توسعه جزیره حرارتی شهر رشت با استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره ای پرداختند. (صادقی نیا و دیگران، ۱۳۹۲: ۶۷) با استفاده از تصاویر چند زمانه لندست TM تغییرات فضایی - زمانی جزیره حرارتی تهران را مورد بررسی قرار دادند. (عزیزی و دیگران، ۱۳۹۲: ۵۵) تأثیرپذیری شدت جزیره گرمایی شهری تهران را با استفاده از الگوهای همدیدی جو مورد مطالعه قرار دادند. (موسوی بایگی و دیگران، ۱۳۹۱: ۳۵)، با استفاده از تصاویر ماهواره لندست به بررسی جزیره حرارتی شهر مشهد پرداختند. نتایج آنان نشان داده دمای تابشی سطح مشهد به طور کلی در طی دهه ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۲ افزایش داشته است و این افزایش در مناطق مسکونی چشمگیرتر است. (شمسی پور و دیگران، ۱۳۹۱: ۱۲۷) به ردیابی تغییرات مکانی هسته ی جزیره گرمایی شهر تهران پرداختند و از طریق محاسبه اختلاف میانگین دمای محدوده ی شهر تهران با حومه دریافتند که در تمامی روزها، میانگین دمای محدوده شهر تهران بیشتر از دمای ثبت شده در حومه آن است. (رضوانی و مریم دوخت، ۱۳۸۹: ۴۹) طی تحقیقی، به شناخت تفاوت دمایی مناطق مختلف شهر رشت و حاشیه اطراف، به منظور تشکیل جزیره دمایی در شهر رشت به این نتیجه رسیدند که اختلاف دمایی معادل ۵ تا ۶/۴ درجه سانتیگراد بین مرکز جزیره

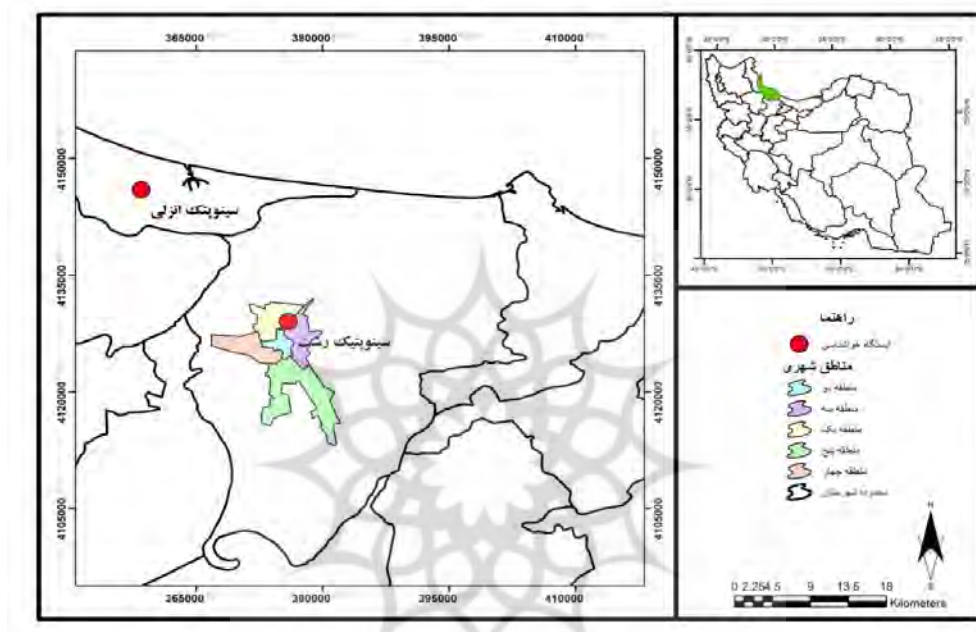
گرمایی با نواحی اطراف در شرایط حداقل دمایی و اختلاف دمایی معادل ۳ الی ۵/۶ سانتیگراد در شرایط دمایی بیشینه به وجود می‌آید. (بهینا و شکری، ۱۳۹۰: ۳۵) به مطالعه تاثیر پدیده جزیره گرمایی بر تغییر اقلیم محلی با مقایسه اختلاف دما بین کلان شهر اهواز و دزفول پرداختند. نتایج روند فزاینده افزایش دما در اهواز نسبت به دزفول را نشان می‌دهد که ناشی از اثر جزیره گرمایی شهر اهواز و عدم توسعه یافتگی شهر دزفول در گذر زمان می‌باشد. با توجه به نقش و اهمیت جزایر گرمایی شهرها در زیست کلیما؛ این پژوهش بر آن است تا با استفاده از الگوهای همدیدی جو و نیز داده های اقلیمی شهر رشت و بهره گیری از روشهای آماری به بررسی پدیده جزیره گرمایی شهر رشت و تغییرات عناصر اقلیمی آن پردازد. هدف کلی این تحقیق نیز بررسی رابطه جزیره گرمایی با نوسانات عناصر اقلیمی در شهر رشت می‌باشد و مهمترین سوالی که در این ارتباط مطرح است این است که آیا جزیره حرارتی و شهرنشینی در رشت بر روی عناصر اقلیمی آن اثر گذار است؟ نتایج این تحقیق می‌تواند به جلوگیری از خسارت های ناشی از استقرار جزیره حرارتی در سطح شهر، کاهش آلودگی هوا و همچنین مناسب سازی کاربریهای متعدد شهری برای جلوگیری یا کاهش اثرات جزیره حرارتی بیانجامد.

به منظور بررسی تأثیر الگوهای همدیدی جو بر شدت جزیره گرمایی شهر رشت و تأثیر آن روی عناصر اقلیمی این شهر ابتدا داده های مورد نظر از روش اسنادی و کتابخانه ای جمع آوری گردید و کنترل کمی و کیفی بر روی داده ها انجام شد. عناصر هواشناختی مورد استفاده در تحقیق حاضر شامل دمای حداکثر، حداقل و متوسط دما، سرعت باد، ساعات آفتابی، رطوبت، تبخیر و بارش می‌باشد که در یک دوره بلند مدت ( ۶۲ ساله ) از سال ۱۹۵۶ تا ۲۰۱۷ از سطح ایستگاههای مورد مطالعه جمع آوری شده و داده های مربوط به سطوح بالای جو نیز از سایت Noaa دریافت شد. به منظور تحلیل و مقایسه نتایج از داده های ایستگاه سینوپتیک رشت به عنوان ایستگاه مبنا و از داده های ایستگاه سینوپتیک انزلی به عنوان شاهد استفاده گردید. بر اساس معیار الگوی فشار، شش روز در تاریخ های سوم، چهارم و پنجم آگوست ۲۰۱۰ و همچنین بیست و دوم، بیست و سوم و بیست و چهارم آگوست ۲۰۱۰ منطبق بر روزهای با فشار هوای بیشینه و کمینه انتخاب شد. نقشه های هم ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال بر اساس داده های جو بالا در روزهای مورد بررسی در نرم افزار GrADS ترسیم شد. و شدت جزیره گرمایی شهر رشت بر اساس الگوهای جوی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. به منظور نمایش بهتر تأثیرپذیری شدت جزیره گرمایی شهر رشت از الگوهای همدیدی، هر یک از نقشه ها با داده های روزانه ایستگاههای زمینی بررسی شد و نتایج با داده های روزانه ایستگاه سینوپتیک انزلی مورد مقایسه قرار گرفت. در نهایت نیز روند داده های مورد بررسی در یک دوره آماری بلند با استفاده از آزمون آماری اسپیرمن تعیین گردید. آزمون اسپیرمن مشابه من-کندال آزمون غیرپارامتری است. در این آزمون فرض صفر (  $H_0$  ) یکنواختی توزیع و مستقل بودن داده ها در سری زمانی است و فرض مقابل (  $H_1$  ) روند افزایشی یا کاهشی داده ها در سری زمانی است ( سبزی پرور و شادمانی، ۱۳۹۰ ). جهت تعیین مقدار آماره اسپیرمن از روابط زیر استفاده میگردد:

$$D = 1 - \frac{6 \sum (R(X_i) - i)^2}{n(n^2 - 1)} \quad (1) \text{ رابطه}$$

$$Z = \frac{D}{S} \sqrt{\frac{N-1}{1-D^2}} \quad (2)$$

در این روابط  $R(X_i)$  رتبه  $i$  امین داده مشاهده ای  $X_i$ ،  $n$  تعداد داده های آموزشی (طول دوره آماری)،  $ZS$  مقدار آماره اسپیرمن می باشد. مقدار  $ZS$  با مقدار بحرانی توزیع  $t(2/02)$  که با لحاظ نمودن درجه آزادی  $n-2$  و سطح معنا داری ۹۵ درصد، بدست آمده مقایسه می گردد. به عبارت دیگر اگر  $ZS > 2/02$  باشد، فرض صفر رد شده و روند در سری داده ها معنی دار و در غیر این صورت معنی دار نمی باشد.



شکل ۱. موقعیت نسبی ایستگاههای هواشناسی مورد استفاده در پژوهش

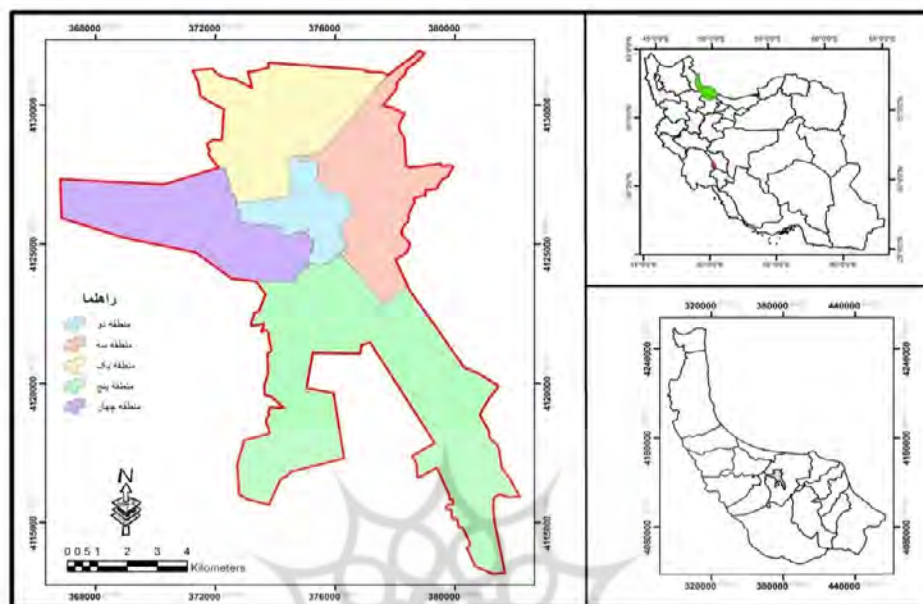
منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۸

### موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

شهر رشت بعنوان مرکز استان گیلان و یکی از کلان شهرهای ایران، در شمال ایران است که با ارتفاع متوسط ۸ متر از سطح دریاهای آزاد و فاصله ۳۳۰ کیلومتری شمال باختری تهران و مسیر راه اصلی قزوین به بندر انزلی در جلگه مرکزی گیلان واقع شده است. این شهر همچنین بزرگترین و پرجمعیت ترین شهر شمالی ایران در بین سه استان حاشیه دریای خزر محسوب می شود. موقعیت جغرافیایی بالای این شهر به همراه جاذبه های طبیعی و فرهنگی پر شمار، رشت را به عنوان یکی از شهرهای مهم گردشگر پذیر ایران تبدیل نموده است. رشت متراکم ترین شهر ایران به لحاظ نسبت جمعیت به وسعت است. بر اساس سرشماری رسمی سال ۱۳۹۵، جمعیت شهرستان رشت ۹۷۱/۹۵۶ نفر است جمعیت شناور ثابت روزانه شهر رشت به عنوان مادر شهر استان گیلان بالغ بر ۲۰۰۰۰۰ نفر است. جمعیت این شهر در تعطیلات و ماههای گردشگری سال بیش از دو میلیون نفر است.

رشت یکی از قطب های تولید برنج ایران، تولید کننده بزرگ فولاد و قطب تولید نانوداروهای ضد سرطان کشور یکی از مهم ترین شهرهای ایران است. آب و هوای رشت از جمله آب و هوای معتدل کاسپین و شبه مدیترانه ای

است که دارای تابستان‌های گرم و شرجی و زمستان‌های سرد و مرطوب است. همچنین شهر رشت دارای رتبه اول میزان بارش مراکز استان‌های ایران و به شهر باران شهره است.

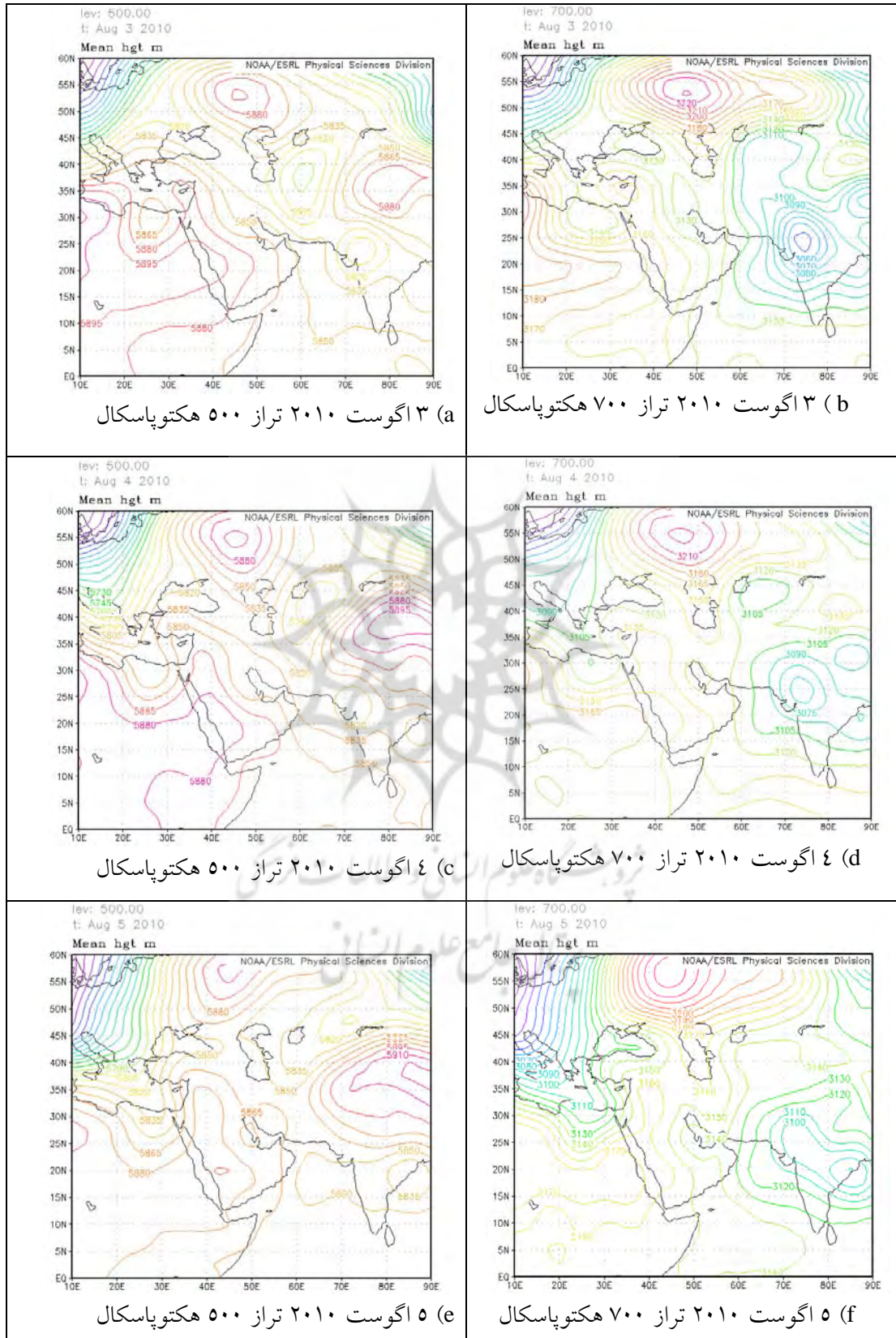


شکل ۲. موقعیت منطقه مورد مطالعه

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

### بحث و یافته‌های تحقیق

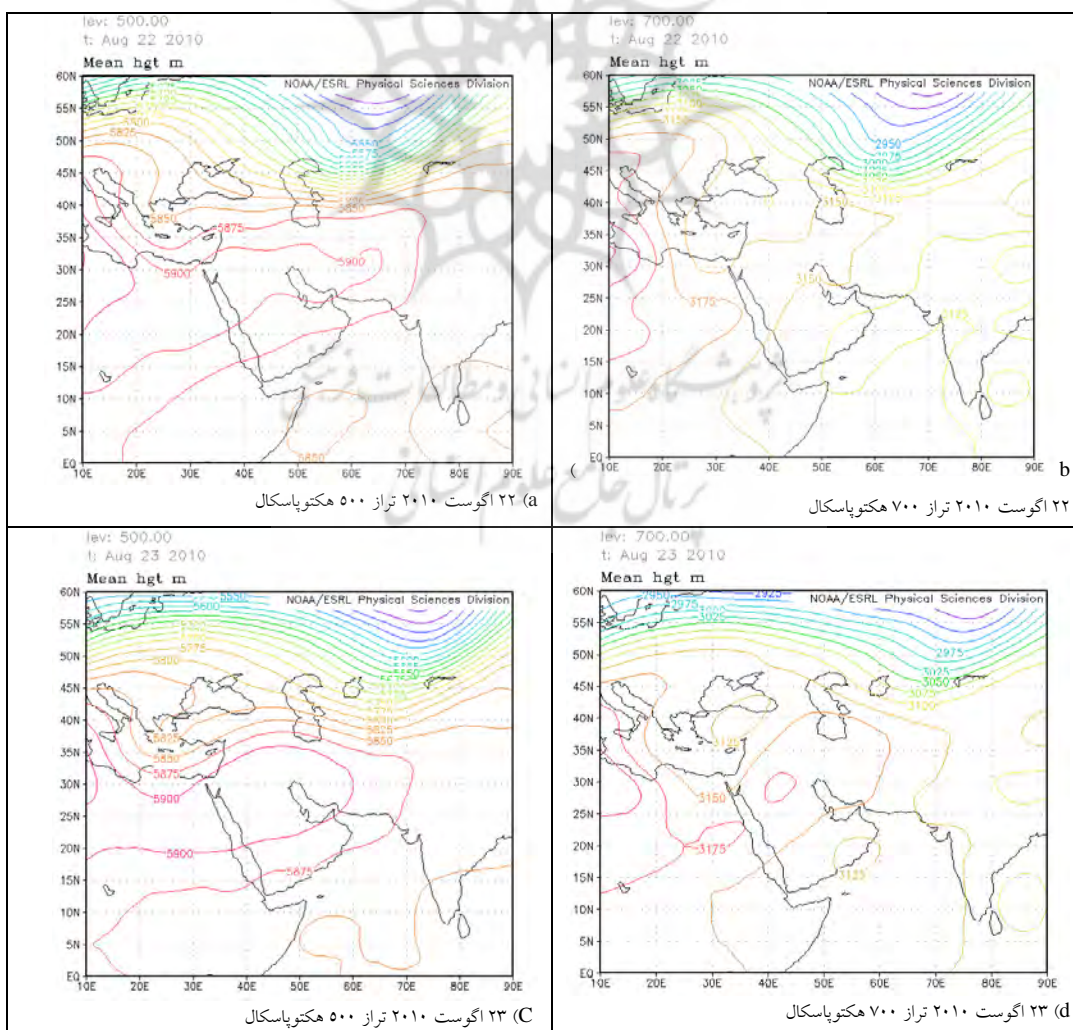
شکل ۱) a تا e نقشه‌های هم ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال منطقه را در تاریخ‌های سوم، چهارم و پنجم آگوست سال ۲۰۱۰ نشان می‌دهد. نقشه‌های مذکور بیانگر حاکمیت سامانه پرفشار جنب حاره بر منطقه خاور میانه می‌باشد. در تاریخ ۲۰۱۰/۰۸/۰۳ با استقرار یک سامانه پراارتفاع بر روی ایران و شهر رشت هوای پایداری را در منطقه غالب نموده است. همان‌گونه که از نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (تراز میانی جو) مشاهده می‌شود یک موج عمیق از سمت آفریقا و شبه جزیره عربستان تا شمال شرق ایران گسترش پیدا کرده و این موج بوسیله دو ریح یا پشته که یکی در شمال دریای خزر مستقر بود و دیگری در شرق ایران بلوکه شده و همین امر سبب پایداری هوا و ایجاد هوای گرم در منطقه شده است. آنچه که از نقشه‌های تراز ۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال دیده می‌شود وجود جریان نصف‌النهاری هوا از آفریقا و شبه جزیره عربستان و حرکت هوای گرم به سمت نواحی داخلی ایران می‌باشد که خط هم ارتفاع ۵۸۳۵ ژئوپتانسیل متر از نواحی جنوبی و غرب ایران عبور می‌کند. همچنین استقرار هسته پراارتفاع در شمال دریای خزر و گسترش آن تا نواحی جنوبی دریای خزر باعث بلوکه و عمیق شدن سیستم پراارتفاع در منطقه و شهر رشت می‌باشد که هوای گرم و پایداری را در منطقه رقم زده است. این روند در روزهای چهارم و پنجم آگوست ۲۰۱۰ در منطقه ادامه داشته و استقرار این سیستم سبب پایداری هوا در این روزها شده است. در روز پنجم آگوست ۲۰۱۰ با عمیق‌تر شدن جریانات جنوبی، خط هم ارتفاع ۵۸۶۵ ژئوپتانسیل متر درست در مرکز ایران قرار گرفته و جریان هوای گرم در سطح نیز باعث گرم‌تر شدن هوا در این روز گردیده است.



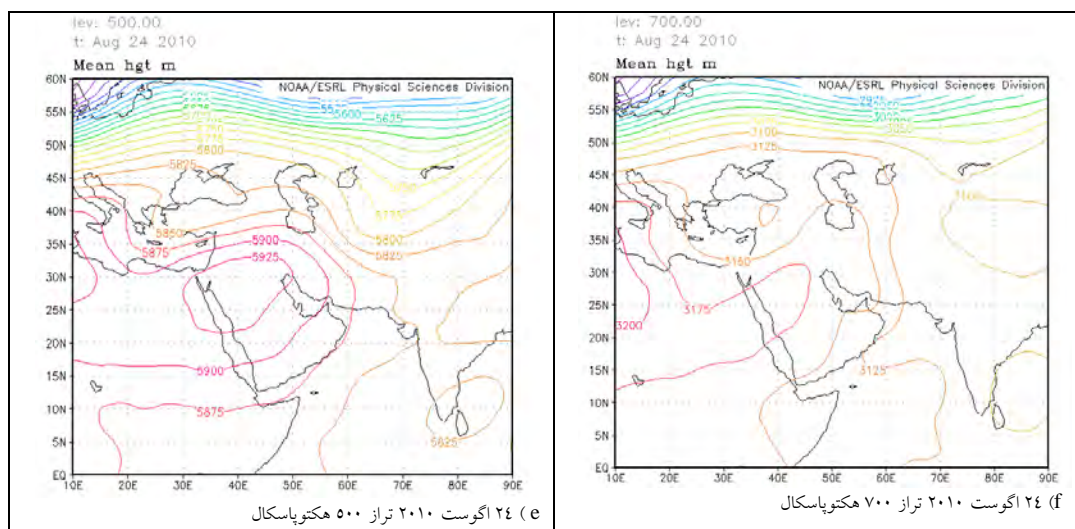
شکل ۳. نقشه هم ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال در روزهای ۳، ۴ و ۵ اگوست ۲۰۱۰

منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۸

شکل ۴) تا e نقشه های هم ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال منطقه را در تاریخ های ۲۲، ۲۳ و ۲۴ آگوست سال ۲۰۱۰ با حاکمیت یک سامانه کم ارتفاع در منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد. بر خلاف شکل ۳) که جریانات هوا به سمت ایران و منطقه مورد مطالعه نصف النهاری بوده و هوای گرم جنوبی را به عرضهای بالاتر هدایت می نمود؛ در شکل ۴ همان گونه که مشاهده می شود جریان هوا به سمت کشور و شهر رشت مداری می باشد. در روز ۲۲ آگوست ۲۰۱۰ با عقب نشینی سامانه پرفشار جنب حاره به سمت عرضهای پایین تر، راه برای نفوذ توده هوای غربی به داخل کشور باز شد. در این روز ناوه ای عمیق در شمال شرق دریای خزر تشکیل شد. مرکز این ناوه در عرض جغرافیایی ۷۰ درجه شمالی واقع شده و محور آن نیز تا شمال شرق کشور کشیده شده است. با حرکت هوا در سطح زمین و همراهی آن با جریانات میانی که خط هم ارتفاع ۵۸۷۵ ژئوپتانسیل متر آن از نواحی جنوبی دریای خزر می گذرد و حمل رطوبت از مدیترانه و دریای سیاه به منطقه و همراهی رطوبت موجود در منطقه، بستر برای ایجاد ناپایداری و ریزش جوی در این روز فراهم شده است. به طوری که در این روز بارش بیش از ۲۰ میلیمتر را در شهر رشت شاهد بوده ایم (جدول ۱). به دلیل اختلاف فشار در این روز سرعت باد افزایش یافته و همان گونه که از جدول مشاهده می شود میانگین سرعت باد در این روز به ۱/۶۳ نات می رسد.







شکل ۴. نقشه هم ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال در روزهای ۲۲، ۲۳ و ۲۴ اگوست ۲۰۱۰

منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۸

با حاکمیت سامانه های پراارتفاع در یک منطقه و پایداری هوا انتظار می رود که شدت جزیره گرمایی در آن منطقه افزایش یابد. در این مرحله به منظور تأثیر حاکمیت سیستم های فشار جوی بر جزیره گرمایی شهر رشت و تأثیر آن بر عناصر اقلیمی در روزهای مورد بررسی، داده های سطح زمین با حاکمیت سیستم های سطح بالا مورد بررسی قرار می گیرد. در تاریخ های ۳، ۴ و ۵ اگوست ۲۰۱۰ با استقرار سامانه پراارتفاع جنب حاره بر منطقه و گسترش آن تا عرضهای جغرافیایی بالاتر شاهد پایداری هوا و افزایش شدت جزیره گرمایی در شهر رشت بوده ایم. بر عکس در روزهای ۲۲، ۲۳ و ۲۴ اگوست ۲۰۱۰ با استقرار یک سامانه کم ارتفاع در منطقه و نفوذ جریانات غربی شاهد ناپایداری هوا و عدم تشکیل جزیره حرارتی در شهر رشت را شاهد بوده ایم (شکل های ۳ و ۴).

جدول ۱. عناصر اقلیمی شهر رشت در روزهای با حاکمیت سیستم پراارتفاع و تشکیل جزیره حرارتی در شهر رشت و همچنین روزهای با حاکمیت سیستم کم ارتفاع وعدم تشکیل جزیره حرارتی در شهر رشت را نشان می دهد. مقایسه آمار جدول بیانگر تفاوت آشکاری بین عناصر اقلیمی در شهر رشت در روزهای همراه با تشکیل جزیره حرارتی و نیز روزهای بدون جزیره حرارتی در این شهر می باشد. اولین تفاوت آشکار در دمای هوا می باشد بطوریکه حداکثر دمای شهر رشت در روزهای همراه با حاکمیت سیستم پرفشار و تشکیل جزیره حرارتی بین ۳۴ تا ۳۵ درجه سانتیگراد در نوسان بوده است. در حالی که در روزهای همراه با حاکمیت سیستم کم ارتفاع حداکثر دمای شهر رشت بین ۲۴/۶ تا ۲۸/۶ درجه سانتیگراد در نوسان بوده است. هم زمان با افزایش دما میزان ساعات آفتابی و تبخیر نیز در روزهایی که سیستم پراارتفاع در شهر رشت حاکمیت داشته، افزایش چشم گیری نسبت به روزهای با حاکمیت سیستم کم ارتفاع داشته است. در روزهای سوم تا پنجم اگوست ۲۰۱۰ ساعت آفتابی شهر رشت از ۱۱/۵ تا ۱۲ ساعت و تبخیر نیز بین ۶/۲ تا ۹/۵ میلیمتر در نوسان بوده است. در حالیکه در روزهای ۲۲ تا ۲۴ اگوست ۲۰۱۰ میزان ساعات آفتابی بین صفر تا ۰/۸ و تبخیر نیز بین ۱/۲ تا ۵ میلیمتر در نوسان بوده است. از جمله پارامترهای دیگر که در تشکیل جزیره حرارتی یک شهر نقش دارد سرعت باد می باشد. در تاریخ ۵ اگوست ۲۰۱۰ هم زمان با

شدت جزیره حرارتی در شهر رشت میانگین سرعت باد به  $0/62$  نات می رسد در حالیکه سرعت باد در روز ۲۲ اگوست ۲۰۱۰ در وضعیت ناپایداری هوا و اختلاف فشار هوا به  $1/63$  نات رسیده است. در نتیجه استقرار سامانه پراارتفاع بر روی شهر رشت تضادهای دمایی کاهش یافته و همین امر باعث کاهش سرعت باد می گردد که شدت جزیره گرمایی را افزایش می دهد. در حالیکه در شرایط کم ارتفاع اختلافات دمایی باعث صعود و ناپایداری هوا می شود که در پی آن سرعت باد افزایش یافته و شدت جزیره گرمایی نیز کاهش می یابد. رطوبت نیز در وضعیت پایداری و تشکیل جزیره حرارتی بین  $64/4$  درصد تا  $66$  درصد در نوسان بوده در حالیکه در وضعیت ناپایداری و استقرار سیستم کم ارتفاع بین  $86/5$  تا  $94/5$  درصد در نوسان بوده است.

جدول ۱. عناصر اقلیمی شهر رشت در روزهای مورد مطالعه

پارامتر	میانگین دما	میانگین حداکثر دما	میانگین حداقل دما	بارش (mm)	رطوبت (درصد)	سرعت باد KNOTS	پوشش برف	تبخیر (mm)	ساعات آفتابی (h)	تاریخ
	(co)	(co)	(co)							
	۳۴	۱۷/۲	۰/۰	۰/۰	۶۶٪	۰/۸۷	۰/۰	۷/۲	۱۱/۹	۲۰۱۰/۰۸/۰۳
	۳۴/۵	۱۸/۴	۰/۰	۰/۰	۶۴/۴٪	۱/۱۲	۰/۰	۶/۲	۱۲	۲۰۱۰/۰۸/۰۴
	۳۵	۱۸/۲	۰/۰	۰/۰	۶۵/۷	۰/۶۲	۰/۰	۹/۵	۱۱/۵	۲۰۱۰/۰۸/۰۵
	۲۴/۶	۲۱/۴	۲۰/۸	۲۰/۸	۹۴/۵	۱/۶۳	۰/۰	۵	۰/۰	۲۰۱۰/۰۸/۲۲
	۲۶/۲	۲۱	۱۱/۷	۱۱/۷	۸۹/۷	۱/۲۵	۰/۰	۲/۲	۰/۰	۲۰۱۰/۰۸/۲۳
	۲۸/۶	۲۰/۸	۳/۳	۳/۳	۸۶/۵	۰/۵	۰/۰	۱/۲	۰/۸	۲۰۱۰/۰۸/۲۴

منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۸

همچنین به منظور تعیین روند تغییرات در سری زمانی داده های اقلیمی مورد مطالعه شهر رشت از آزمون اسپیرمن استفاده شد. نتایج جدول ۲ حاصل از آزمون نشان می دهد که در بین عناصر دمایی؛ دمای کمینه به شدت روند افزایشی را نشان می دهد. میانگین حداقل دمای ماهانه شهر رشت نشان می دهد که طی دوره مورد مطالعه در ۸ ماه از سال روند دمای کمینه افزایشی بوده به طوریکه در ماههای آوریل، می، ژوئن، جولای، اگوست، اکتبر و همچنین دسامبر در سطح اطمینان ۹۹٪ درصد و در ماه مارس در سطح اطمینان ۹۵٪ درصد روند افزایشی دما معنی دار می باشد. روند سالانه میانگین حداقل دما نیز با سطح اطمینان ۹۹٪ درصد روندی افزایشی می باشد. رطوبت، سرعت باد، تبخیر و ساعات آفتابی از جمله پارامترهای دیگر اقلیمی هستند که به همراه دمای کمینه دارای روند افزایشی هستند. همچنین در جدول ۳. روند ماهانه و سالانه عناصر اقلیمی شهر انزلی آورده شده است. نتایج جدول نشان می دهد به غیر از میانگین حداقل و میانگین دما سایر عناصر اقلیمی شهر انزلی روند قابل ملاحظه ای را در طول دوره مورد مطالعه نشان نمی دهند.

جدول ۲. روند ماهانه و سالانه عناصر اقلیمی مورد مطالعه شهر رشت (۱۹۵۶-۲۰۱۷)

عناصر ماه	میانگین دما	میانگین حداکثر دما	میانگین حداقل دما	بارش	رطوبت	سرعت باد	پوشش برف	تبخیر	ساعات آفتابی
ژانویه	-	-	-	-	-	**	-	-	*
فوریه	-	-	-	-	-	*	-	-	*
مارس	*	*	*	-	-	-	-	-	**
آوریل	-	-	**	-	**	*	-	-	-
می	-	**	**	*	**	*	-	-	**

**	**	-	-	**	-	**	-	-	ژوئن
*	*	-	-	**	-	**	-	-	ژوئیه
**	**	-	**	**	-	**	**	-	اگوست
-	*	-	**	**	-	-	-	-	سپتامبر
-	-	-	**	**	-	**	-	-	اکتبر
*	-	-	*	**	-	-	-	-	نوامبر
**	-	-	*	-	-	**	-	-	دسامبر
**	**	-	**	**	-	**	-	-	سالانه

\*\* روند افزایشی در سطح اعتماد ۹۹٪

\* روند افزایشی در سطح اعتماد ۹۵٪ - بدون روند

منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۸

جدول ۳. روند ماهانه و سالانه عناصر اقلیمی مورد مطالعه شهر انزلی (۲۰۱۷-۱۹۵۶)

عناصر	میانگین دما	میانگین حداکثر دما	میانگین حداقل دما	بارش	رطوبت	سرعت باد	پوشش برف	تبخیر ساعات آفتابی	ماه
-	-	**	-	-	-	-	-	**	ژانویه
-	-	*	-	-	-	-	-	-	فوریه
**	-	**	*	*	-	-	-	*	مارس
-	-	**	*	-	-	-	-	-	آوریل
-	-	**	**	**	-	-	-	-	می
**	-	**	-	-	-	-	-	**	ژوئن
*	-	**	-	-	-	-	-	*	جولای
**	-	**	-	-	-	-	-	-	اگوست
**	-	**	-	-	-	-	-	-	سپتامبر
*	-	**	-	-	-	-	-	-	اکتبر
-	-	**	-	-	-	-	**	*	نوامبر
-	-	**	-	-	-	-	-	*	دسامبر
-	-	**	*	-	-	-	-	-	سالانه

منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۸

### نتیجه گیری و دستاورد علمی پژوهشی

با توجه به نقش و اهمیت پدیده جزیره گرمایی در عوامل مختلف زیستی، در تحقیق حاضر به بررسی تأثیر الگوهای همدیدی جو بر شدت جزیره گرمایی شهر رشت و تأثیر آن روی عناصر اقلیمی این شهر پرداخته شد. در ابتدا آمار ایستگاه سینوپتیک رشت بصورت روزانه از آرشیو سازمان هواشناسی و داده های جو بالا از وب سایت مرکز ملی پژوهش جوی ایالات متحده برای ترسیم نقشه های هم ارتفاع ژئوپتانسیل اخذ گردید. همچنین به منظور بررسی تأثیر پدیده جزیره گرمایی بر روی عناصر اقلیمی در بلند مدت از آمار ایستگاه سینوپتیک رشت طی بازه زمانی ۱۹۵۶ تا ۲۰۱۷ استفاده شد. تشکیل بانک اطلاعاتی در Excel و همسان سازی داده ها، آنالیز داده ها و تعیین روند هر یک از عناصر مذکور در نرم افزار Spss صورت گرفت. به منظور تأثیر پذیری شدت جزیره گرمایی شهر رشت از الگوهای همدیدی جو و تأثیر آن بر عناصر اقلیمی، ۶ روز از سال ۲۰۱۰ انتخاب شد و شرایط سطح زمین با تراز بالای جو در سطح ۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که در زمان حاکمیت سیستم پراترفاع در منطقه و شهر رشت به علت پایداری و سکون هوا شدت جزیره گرمایی افزایش می یابد و در زمان

حاکمیت سیستم کم ارتفاع و ناپایداری هوا عکس این حالت اتفاق می‌افتد. پس از مقایسه عناصر اقلیمی شهر رشت در زمان حاکمیت سامانه های پرارتفاع و کم ارتفاع در این شهر مشخص شد که عناصر اقلیمی به شدت تحت تأثیر الگوهای یاد شده تغییر می‌یابد. به طوری که اختلاف بیش از ۱۱/۵ درجه سانتیگراد در حداکثر دمای هوا بین روزهای ۵ اگوست ۲۰۱۰ با ۲۲ اگوست ۲۰۱۰ و همچنین اختلاف حدود ۲۹٪ درصدی رطوبت و ۱۱/۵ ساعت آفتابی در همان روز نشان از شدت جزیره گرمایی شهر رشت در روز ۵ اگوست ۲۰۱۰ با حاکمیت سامانه کم ارتفاع دارد. از دیگر اختلاف عناصر اقلیمی در روزهای یاد شده اختلاف ۱۲ ساعت آفتابی، ۸/۳ ملیمتر تبخیر، ۳۰٪ رطوبت و ۱/۱ متر بر ثانیه باد را می‌توان نام برد که شدت جزیره گرمایی در شهر رشت را دامنه زده است. صحت نتایج با یافته های محققین دیگر ( عزیز و دیگران، ۱۳۹۲: ۵۵ ) و همچنین شمسی پور و همکاران ( ۱۳۹۱ ) مورد بررسی و تأیید قرار گرفت. همچنین روند تغییرات سری زمانی داده های اقلیمی مورد مطالعه شهر رشت با استفاده از آزمون اسپیرمن آشکارسازی شد و نتایج نشان داد که در بین عناصر دمایی، دمای کمینه به شدت روند افزایشی را نشان می‌دهد. رطوبت، سرعت باد، تبخیر و ساعات آفتابی از جمله پارامترهای دیگر اقلیمی هستند که به همراه دمای کمینه دارای روند افزایشی هستند. در حالی که در شهر انزلی به استثنای حداقل و میانگین دما، سایر عناصر تغییرات محسوسی را در طی دوره مورد مطالعه نشان نمی‌دهند. مهمترین عامل دماهای کمینه یا همان دمای شبانه را می‌توان رشد و توسعه شهری در نتیجه افزایش جمعیت و آزاد شدن گرمای دست ساز بشر می‌توان دانست که شدت جزیره گرمایی در شهرهای بزرگ و رو به توسعه مانند رشت را دامن زده است. در پایان با توجه به یافته های تحقیق پیشنهادهای زیر به منظور برنامه ریزی بهتر جهت کنترل و کاهش اثرات جزیره گرمایی در شهر رشت ارائه می‌گردد.

- استفاده منطقی از برنامه های سبز برای توسعه پایدار شهری

- با توجه به همجواری شهر رشت با منطقه آزاد انزلی و واردات خودروهای منطقه آزاد، استفاده از خودروهای هیبریدی به جای خودروهای بنزینی جهت کاهش آلودگی و حرارت در سطح شهر رشت

- انتقال صنایع آلاینده و حرارت زا به مناطق خارج از شهر و مکانیابی صنایع حاشیه شهر با توجه به جهت باد غالب برای جلوگیری از انتقال آلودگی به شهر

- بهره گیری از عنصر آب در طراحی محیط شهری مانند ایجاد دریاچه های مصنوعی جهت کاهش درجه حرارت

- افزایش سطح پوشش گیاهی و درخت کاری و همچنین ایجاد پارکها و فضای سبز با پراکندگی مناسب در سطح شهر

- ایجاد و نصب بام سبز در ساختمانها

- استفاده از کف و سقف سرد برای کاهش دمای هوا

## منابع

بهنیا، ع. شکری، س. ۱۳۹۰، تأثیر پدیده جزیره گرمایی بر تغییر اقلیم محلی در کلان شهر اهواز، علوم مهندسی آبیاری ( مجله کشاورزی )، شماره ۱، ص ۳۵-۴۳.

- شمسی پور، ع، مهدیان، م، حسین پور؛ ز. ۱۳۹۱. واکاوی تغییرات مکانی هسته ی جزیره ی گرمایی شهر تهران. پژوهشهای جغرافیای طبیعی، شماره ۳. صفحه ۱۲۷.
- صادقی نیا، ع. علیجانی، ب. رضاییان، پ. خالدی، ش ( ۱۳۹۲ )، کاربرد تکنیک های خودهمبستگی فضایی در تحلیل جزیره حرارتی شهر تهران، مجله تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۳۰، ص ۶۷-۹۰.
- رمضانی، ب. دوخت محمد، م. ۱۳۸۹، شناخت محدوده مکانی تشکیل جزیره گرمایی در شهر رشت، مجله پژوهش و برنامه ریزی شهری، شماره اول، ص ۶۴-۴۹.
- عزیزی، ق. شمسی پور، ع. مهدیان، م. میری، م. ۱۳۹۲، تأثیرپذیری شدت جزیره گرمایی شهری تهران از الگوهای همدیدی جو، مجله محیط شناسی، شماره ۴، صفحه ۶۶-۵۵.
- علوی پناه، ک. رضایی، ع. آزادی، س. ازغندی، ح ( ۱۳۹۵ )، بررسی سطوح غیرقابل نفوذ و شاخص تفاضل پوشش گیاهی نرمال شده به عنوان پارامترهای نمایشگر جزایر حرارتی شهری با استفاده از تصاویر ماهواره ای، مجله جغرافیا و برنامه ریزی، شماره ۵۵، ص ۲۰۷-۱۸۳
- هاشمی، ه. نورایی صفت، ا. کریمی، س. نظری، س ( ۱۳۹۴ ) تحلیل روند توسعه جزیره حرارتی شهری در رابطه باتغییر کاربری اراضی/پوشش با استفاده از سری زمانی تصاویر لندست، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، شماره سوم، ص ۲۸-۱۵.
- موسوی بایگی، م. اشرف، ب. فربد حسینی، ع. میتن آبادی، ا. ( ۱۳۹۱ )، بررسی جزیره حرارتی شهر مشهد با استفاده از تصاویر ماهواره ای و نظریه فرکتال، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره اول، ص ۴۹-۳۵.
- Abbas Mohajerani, Jason Bakaric, Tristan Jeffrey-Bailey, July 2017, The urban heat island effect, its causes, and mitigation, with reference to the thermal properties of asphalt concrete, Journal of Environmental Management, Volume 197, Pages 522-538
- Yamamoto, Y. 2006. Measures to Mitigate Urban Heat Islands. Quarterly Review, vol.18.
- Jiaqi Chen, Hao Wang, Hongzhou Zhu, February 2017, Analytical approach for evaluating temperature field of thermal modified asphalt pavement and urban heat island effect, Volume 113, Pages 739-748
- E. Enríquez, V. Fuertes, M.J. Cabrera, J. Seores, J.F. Fernández, June 2017, New strategy to mitigate urban heat island effect: Energy saving by combining high albedo and low thermal diffusivity in glass ceramic materials, Solar Energy, Volume 149, Pages 114-124
- Jiong Wang, Wanlu Ouyang, February 2017, Attenuating the surface Urban Heat Island within the Local Thermal Zones through land surface modification, Journal of Environmental Management, Volume 187, Pages 239-252
- Song, Y; & Wu, C. ( 2016 ). Examining the impact of urban biophysical composition and neighboring environment on surface urban heat island effect. Advances in Space Research, 57 ( 1 ) , 96- 109
- Daniel Jato ( 2019 ), Spatiotemporal statistical analysis of the Urban Heat Island effect in a Mediterranean region, Sustainable Cities and Society, Volume 46, Pages 101.
- Noushig Kaloustian, Hassán Bitar, Youssef Diab, 2016, Urban Heat Island and Urban Planning in Beirut, Procedia Engineering, Volume 169, Pages 72-79
- Mojca Nastran, Milan Kobal, Klemen Eler ( 2019 ), Urban heat islands in relation to green land use in European cities, Urban Forestry & Urban Greening, Volume 37, Pages 33-41
- Dan Constantinescu, Sorin Cheval, Gabriela Caracaş, Alexandru Dumitrescu, September 2016, Effective monitoring and warning of Urban Heat Island effect on the indoor thermal risk in Bucharest (Romania) , Energy and Buildings, Volume 127, Pages 452-468