

# ارزیابی تغییر پذیری فضایی - زمانی جزایر حرارتی در ارتباط با کاربری‌های شهری مطالعه موردی: شهر ارومیه

سعید ملکی<sup>۱</sup>

علی شجاعیان<sup>۲</sup>

قاسم فرهمند<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۱۲/۲۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۰۸/۱۷

\*\*\*\*\*

## چکیده

رشد جمعیت و توسعه شهرنشینی از عوامل مؤثر بر افزایش دمای هوا در نواحی شهری هستند که موجب ایجاد جزیره حرارتی بر روی این مناطق در مقایسه با محیط اطراف می‌شوند و اثرات ناشی از آن می‌تواند نقشی اساسی و مهم در کیفیت هوا داشته و به تبع آن، سلامت عمومی ایفا نماید. این پدیده به‌ویژه در شهرهای بزرگ بیشتر مشهود است. هدف این تحقیق، پی بردن به تفاوت دمایی مناطق مختلف شهر ارومیه و حاشیه اطراف آن به‌منظور شناخت محدوده تشکیل جزیره گرمایی در شهر ارومیه می‌باشد. عرصه مطالعاتی پژوهش حاضر شهر ارومیه است و برای انجام این تحقیق، از آمار روزانه در ایستگاه سینوپتیک شهر ارومیه و همچنین ۹ ایستگاه سنجش دمایی در داخل شهر استفاده شده است. نتایج حاصل از مقایسه داده‌های دماسنج‌های نصب شده نشان می‌دهد که اختلاف دمایی معادل  $4/2$  الی  $9/6$  درجه سلسیوس بین مرکز جزیره گرمایی با نواحی اطراف شهر وجود دارد به‌طوری که ایستگاه میدان ولایت فقیه بادمای  $29/41$  درجه سلسیوس در مقایسه با هشت ایستگاه دیگر، بیشترین دما را به خود اختصاص و در واقع، مرکز جزیره گرمایی را تشکیل داده است. در همان حال ایستگاه مرکز تعویض پلاک خودرو ارومیه با دمای حداکثر  $22/77$  سلسیوس خنک‌ترین ایستگاه در مقایسه با دیگر ایستگاه‌ها می‌باشد که نشان دهنده اختلاف گرمایی  $6/64$  سلسیوس در سطح شهر است. شدت جزیره گرمایی بافاصله گرفتن از مرکز شهر کاهش می‌یابد؛ به بیان دقیق‌تر بررسی‌ها نمایان گر این است که با توجه به تنوع پراکندگی کاربری‌ها در سطح شهر، قسمت مرکزی شهر به علت برخوردار بودن از بالاترین سطح ساخت و ساز شهری و حجم بالای تردد و ترافیک شهری، دارای بالاترین میانگین دمایی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: جزیره گرمایی، تغییرات مکانی، زمین آمار، Kriging، شهر ارومیه

\*\*\*\*\*

۱- دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز arshad92geo@gmail.com

۲- عضو هیأت علمی گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز (نویسنده مسئول) farahmand.geo@gmail.com

مقدمه

گرمایی مادون قرمز منعکس می‌کند، این سطوح ۷۰ تا ۷۵ درجه فارنهایت از هوای اطراف خود گرم‌تر می‌شوند. E سطوح شهری که نسبتاً از پوشش گیاهی و خصوصی درختان بری است و عامل سایه دار شدن و سرد شدن هوای اطراف خود از طریق تبخیر و تعرق می‌شوند (Frumkin, 2002: 17). اثر جزیره گرمایی شهری به افزایش دمای هر محدوده‌ی انسان‌ساخت در مقابل سطوح اطراف اشاره دارد. در نواحی شهری این پدیده، به افزایش دمای شهرها در مقابل نواحی روستایی و حومه شهری اشاره می‌کند (Yamamoto, 2006: 75). در بسیاری از شهرها همواره، دمای مناطق شهری نسبت به حومه بیشتر است که این مقدار در ارتباط با زمان و مکان تغییر می‌کند. گزیده علل این اختلاف دما عبارت است از: افزایش گرمای انسان‌ساخت آزاد شده (ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی)، تغییر در پوشش سطحی اراضی (که از بین بردن پوشش گیاهی و ایجاد سطوح غیرقابل نفوذ و استفاده از مصالحی مانند، آسفالت و بتن که ظرفیت گرمایی بالایی دارند، سبب کاهش تبخیر، تعرق و آزاد سازی آرام انرژی جذب شده می‌شوند). هندسه شهری، افزایش مساحت شهری و لایه‌ی آلودگی روی شهر که با جذب قسمتی از تابش موج بلند ساطع شده از سطح شهر و انتشار دوباره‌ی قسمتی از آن به سطح زمین جزیره گرمایی را تقویت می‌کنند (عزیزی، ۱۳۸۳: ۲۴۲). وجود جزایر گرمایی، افزون بر تغییرات دمایی، سبب تغییرات در فرآیندهای زمینی مانند: شکفتن زودتر گیاهان شهری و طولانی‌تر شدن فصل رشد نیز می‌شود (کویانی، ۱۳۸۷: ۲۳۹). علاوه بر آن، جزایر گرمایی الگوهای باد را در شهرها و اطراف دچار تغییر می‌کنند، نسیم حومه در شهرهایی که در سرزمین هموار قرار گرفته‌اند، پدیده غالب است (علوی پناه، ۱۳۸۷: ۲۸۶). این تغییرات در الگوی بادهای سبب پیامدهای بسیار مهم و خطرناکی از جمله انتقال آلودگی هوا و ذرات پراکنده‌ی سمی از شهرها به حومه و برهم زدن آسایش افراد درون شهر است، به همین دلیل جزایر گرمایی هم

طی دهه‌های اخیر، افزایش جمعیت، رشد سریع صنعتی شدن، افزایش آلودگی هوا در ترازهای پایین جو و آثار جزیره گرمایی، سبب تغییرات قابل ملاحظه‌ای در وضع هوا و اقلیم محلی شهرهای بزرگ شده است. آزاد شدن انرژی گرمایی زیاد، افزایش گازهای گلخانه‌ای و همچنین تغییر کاربری زمین از عوامل اصلی تغییر اقلیم محلی در شهرهاست (صادقی حسینی و همکاران، ۱۳۸۴: ۶۰). گرمایش شهری یکی از شناخته شده‌ترین اشکال دست‌کاری محلی اقلیم به دست بشر است، بدین نحو که تغییرات کاربری پوشش زمین در مناطق شهری می‌تواند منجر به افزایش دما در مناطق شهری نسبت به دمای هوای مناطق روستایی پیرامون شود. این پدیده به شکل جزایر گرمایی شهری کمی شده و بیش از ۱۵۰ سال است که در شهرهای مختلف جهان مطالعه و ثبت می‌شود (Streuter, 2003: 282). واژه جزیره گرمایی برای اولین بار حدود یک قرن قبل و در سال ۱۸۱۹ توسط هاوارد مطرح شد. (سولک، ۲۰۰۴: ۱۰) پس از آن پژوهش‌های متعددی در شهرهای بزرگ و صنعتی جهان انجام گرفت که نتایج آن‌ها بیانگر این است که شهر نشینی موجب ایجاد تغییرات قابل ملاحظه بر روی پارامترهای هواشناسی و ویژگی‌های سطح، زمین شده و به تبع آن تغییرات زیادی در وضع هوا و اقلیم محلی به وجود آورده است. چند دلیل برای جزیره گرمایی وجود دارد. علت اصلی افزایش گرمای شبانه در ساختمان‌ها در شب‌های صاف، وابسته به مواد سطحی و تبخیر و تعرق در مناطق شهری است که عموماً ناشی از آسفالت و سیمان است که در مناطق شهری استفاده شده است (اوکه، ۱۹۸۲). به بیانی دیگر در روزهای گرم یک ناحیه شهر ۶ الی ۸ درجه فارنهایت گرم‌تر از نواحی اطراف خود است. مفهومی که به‌عنوان جزیره گرمایی شناخته شده است. جزیره حرارتی در نتیجه دو عامل شکل می‌گیرد:

E سطوح تیره همانند جاده‌ها و سقف بام‌ها که تابش خورشید را به‌شدت جذب کرده و آن را به‌صورت اشعه‌های

1- Heat island

2- Solecke

É شناسایی محدوده تشکیل جزیره گرمایی در سطح شهر ارومیه

Ê مشخص نمودن تغییرات زمانی و فضایی جزایر حرارتی با توجه به نوع کاربری و اقلیم حاکم بر این منطقه.

با توجه به ماهیت و موضوع پژوهش، تحقیقات متعددی در این راستا و اهمیت تأثیرات جزایر گرمایی بر روی محیط زیست انسان بخصوص مناطق شهری صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان در بین مطالعات خارجی به مانابه<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۱) اشاره کرد که مطالعاتی در خصوص تغییرات میانگین دمای سطحی در مقیاس محلی و جهانی انجام دادند. آن‌ها افزایش ۰/۰۱ درجه سلسیوس در هر سال برای میانگین دما در بعضی از دهه‌ها را به تغییرات النینو ربط دادند. ولزکو<sup>۴</sup> (۲۰۰۶) با تحلیل تفاوت دمای هوای شهر ساحلی سن ژوان<sup>۵</sup> در پورتوریکو<sup>۶</sup> و اطراف آن نشان داد جزیره حرارتی این منطقه از ۴۰ سال گذشته با سرعت ۰/۰۶ درجه سلسیوس در سال و در مجموع ۴۰ سال ۲/۴ درجه سلسیوس افزایش یافته است. استروکر<sup>۷</sup> (۲۰۰۲) در مطالعه‌ای تحت عنوان نقش ماهواره‌ها در اندازه‌گیری رشد جزیره گرمایی در شهر هوستون، نقشه‌های حرارت سطح مربوط به دو دوره زمانی از داده‌های AVHRR را استخراج کرد و به مدل‌سازی UHI به صورت سطح قوسی دو بعدی قرار گرفته بر یک پس زمینه مسطح روستایی پرداخت.

این مطالعه نشان داد که شدت UHI به صورت معکوس با دمای مناطق روستایی همبستگی نشان می‌دهد. همچنین از بین مطالعات داخلی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: شمسی پور (۱۳۹۱) در پژوهشی تحت عنوان واکاوای تغییرات مکانی هسته‌ی جزیره گرمایی شهر تهران، تغییرات موقعیت مکانی جزیره گرمایی شهر را با استفاده از منحنی‌های هم دما بررسی کرده و نشان می‌دهد که در تمامی روزها میانگین دمای محدوده شهر تهران بیشتر از

اکنون از عوامل ایجاد نگرانی در مورد سلامت افراد به شمار می‌روند (فرومکین<sup>۱</sup>، ۲۰۰۲: ۲۰۱). اثرات جزیره گرمایی شهر در نیمه شب می‌تواند در طول یک موج گرمایی؛ مضر باشد و آن زمانی است که در نواحی اطراف روستایی و مناطق وسیع سرمایی قابل مشاهده باشد (کلارک، ۱۹۷۲). از طرفی، جزیره گرمایی مستقیماً روی سلامتی حیات وحش شهری نیز تأثیر می‌گذارد. در ایالات متحده آمریکا در حدود هزار حیوان در هر سال به علت افزایش دما می‌میرند و بیش از این تعداد، بر اثر ترکیبات مضر هوای شهری از بین می‌روند (چانگ و همکاران، ۱۹۹۶).

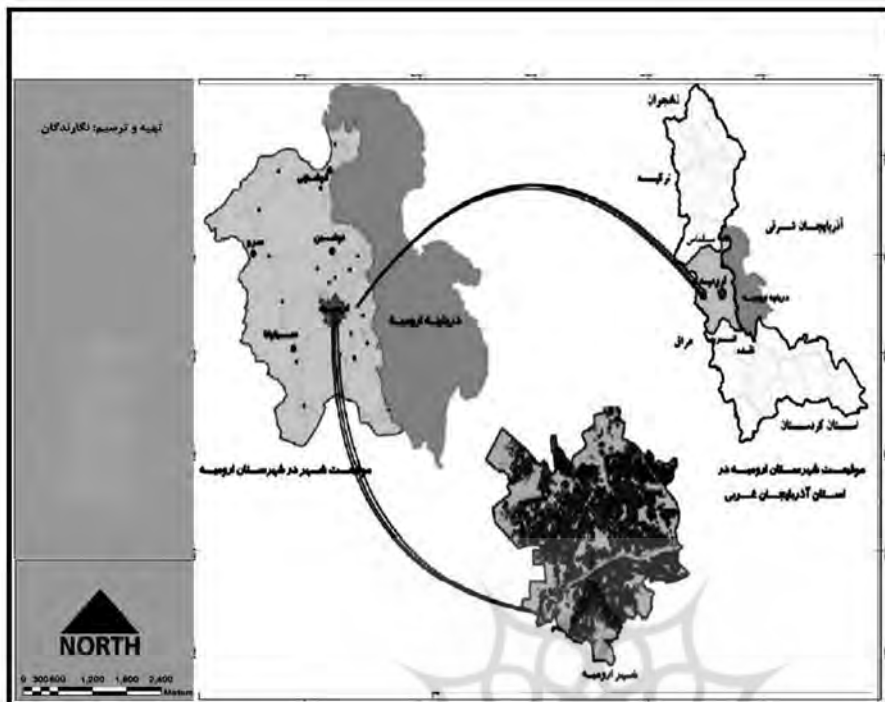
مرور ادبیات تحقیق در پژوهش‌ها و مطالعاتی که در سایر کشورهای جهان انجام شده است نشان از وجود رابطه بین پراکنش افقی شهر با توسعه کم تراکم و تغییر اقلیم وجود دارد.

به عنوان مثال، کوترا<sup>۲</sup> و همکارانش معتقدند تراکم‌های پایین‌تر شهری می‌تواند تأثیراتی بر اقلیم محلی از قبیل بالا رفتن درجه حرارت داشته باشند. بارزتر از همه این تحقیقات نتایج پژوهش هس و فرامکین می‌باشد که معتقدند پدیده گسترش افقی بی‌رویه یا اسپرال شهری به رخداد افزایش گرما کمک می‌کند. شهرهای با سطوح بالای رشد و گسترش فضایی، تعداد روزهایی که درجه حرارت بسیار بالایی دارند دو برابر است زمانی که با شهرهایی مقایسه می‌شوند که الگوی فشرده‌تری دارند (زنگنه شهرکی، ۱۳۹۰: ۲۱۰).

با توجه به آنچه ذکر شد شهر ارومیه نیز از این قاعده مستثنا نبوده و با توجه به رشد و گسترش افقی سریع آن (افزایش محدوده‌ی شهر ارومیه از مساحتی نزدیک به ۳۰۰ هکتار تا پیش از آغاز سده‌ی ۱۳۰۰ ه. ش به مساحتی بالغ بر ۸۵۷۷ هکتار در سال ۱۳۹۰ ه. ش) در چند دهه گذشته احتمال تشکیل جزیره گرمایی در این شهر وجود دارد. در این راستا مطالعه حاضر با توجه به موضوع آن در راستای دست‌یابی به دو هدف ذیل انجام گرفته است:

3- manabe  
4- Velazquez  
5- San Juan  
6- Puerto Rico  
7- Streutker

1- Frumkin  
2- cutter



نگاره ۱: موقعیت جغرافیایی شهر ارومیه و محدوده مورد مطالعه  
 منبع: ترسیم نگارندگان، ۱۳۹۴

### قلمرو مورد مطالعه

شهرستان ارومیه یکی از شهرستان‌های چهارده‌گانه استان آذربایجان غربی است که در قسمت میانی استان قرار گرفته است. شهرستان ارومیه از شمال به شهرستان سلماس، از جنوب به شهرستان نقده و مهاباد، از شرق به دریاچه ارومیه و از غرب به مرز ایران و ترکیه محدود می‌شود. شهر ارومیه مرکز شهرستان و نیز مرکز استان آذربایجان غربی است که در فاصله ۱۸ کیلومتری دریاچه ارومیه، در مختصات ۴۵ درجه و ۴ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۷ درجه و ۳۳ دقیقه عرض شمالی از مبدأ خط استوا در داخل جلگه‌ای به طول ۷۰ کیلومتر و به عرض ۳۰ کیلومتر قرار گرفته است. این شهر در آخرین سرشماری ارائه شده از سوی مرکز آمار ایران دارای جمعیتی بالغ بر ۶۸۰۰۰۰ نفر می‌باشد که در مجموع در چهار منطقه از مجموعه مناطق این شهر گسترده شده‌اند (طرح جامع ارومیه، ۱۳۹۲: ۱).

### روش‌شناسی و متغیرهای پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف گذاری کاربردی بوده و از

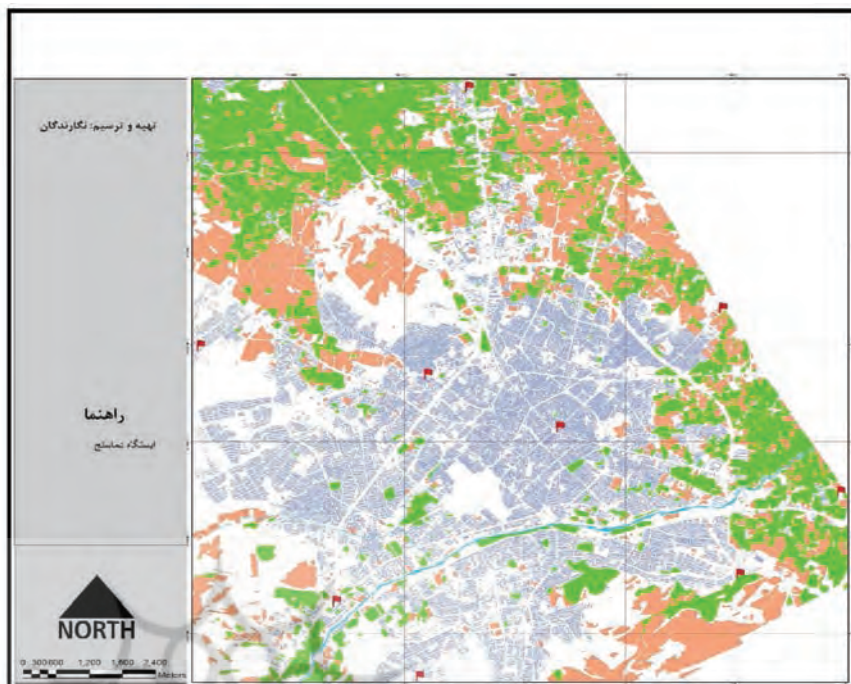
دمای ثبت شده در حومه آن است.

معروف نژاد (۱۳۹۰) در پژوهشی با عنوان تأثیر کاربری‌های شهری در ایجاد جزایر حرارتی، در خصوص تأثیر کاربری‌های شهری در ایجاد جزایر شهر اهواز، تلاش کرده است تا با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای روشی برای تعیین دمای سطحی مناطق موجود در محدوده طرح جامع شهر اهواز ارائه کند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که منطقه ۸ شهرداری اهواز به دلیل واقع شدن کارخانجات متعدد و لوله‌سازی شرکت ملی نفت بالاترین دمای سطحی را به خود اختصاص می‌دهد.

رمضانی (۱۳۸۹) در پژوهش دیگری تحت عنوان شناخت محدوده مکانی تشکیل جزیره گرمایی در شهر رشت، به شناخت تفاوت دمایی مناطق مختلف شهر رشت با استفاده از آمارهای سینوپتیک می‌پردازد و نشان می‌دهد اختلاف دمایی معادل ۵ تا ۶/۴ درجه سلسیوس بین مرکز جزیره گرمایی با نواحی اطراف در شرایط حداقل دمایی و اختلاف دمایی معادل ۳ الی ۵/۶ درجه سانتی‌گراد در شرایط دمایی بیشینه وجود دارد.

نگاره ۲: موقعیت حسگرهای دما در سطح شهر ارومیه

منبع: ترسیم نگارندگان، ۱۳۹۴



جدول ۱: متوسط درجه حرارت در سال‌های (۱۳۷۲ الی ۱۳۹۲)

منطقه	شرح	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
متوسط درجه حرارت	۱۳۷۶-۱۳۷۲	۱۴/۲	۹/۷	۲/۶	۰/۶	۱/۲	۴/۵	۸/۴	۱۳/۳	۱۸/۸	۲۱/۹	۲۳/۴	۱۹/۹
	۱۳۸۲-۱۳۷۷	۱۶/۱	۱۰/۱	۳/۷	۱/۴	۳/۲	۵/۴	۸/۹	۱۴/۲	۱۹/۱	۲۴/۲	۲۵/۶	۲۲/۳
	۱۳۹۲-۱۳۸۷	۱۷/۱	۱۳/۲	۲/۱	-۱/۱	۳/۶	۵/۷	۱۰/۹	۱۲/۶	۱۹/۳	۲۴/۴	۲۶/۹	۲۲/۴

منبع: اداره کل هواشناسی استان آذربایجان غربی شهرستان ارومیه سال ۱۳۹۲

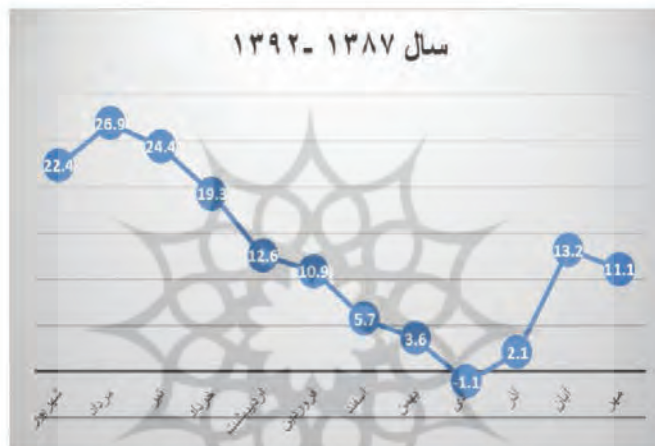
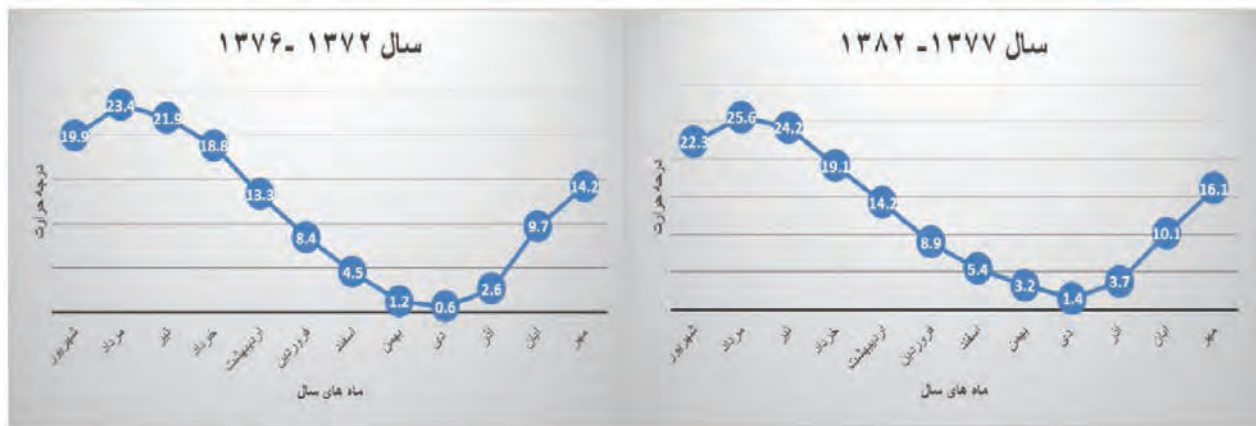
به یادآوری است که دوره آماری برداشت موردنظر از ۱ اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۴ لغایت ۳۱ تیر ماه سال ۱۳۹۴ و الگوی بازخوانی آن به صورت روزانه بوده و خروجی آن به صورت هفته‌های اول تا چهارم هر ماه (روزهای ۷، ۱۵، ۲۲ و ۲۹ همراه) می‌باشد. نگاره ۲ محل نصب حسگر دمای خشک در سطح شهر ارومیه را نشان می‌دهد.

بر اساس نقشه، وضعیت ایستگاه‌های دماسنج در سطح شهر ارومیه به شرح زیر است:

(ایستگاه شماره ۱: پل قویون)، (ایستگاه شماره ۲: بهداری)، (ایستگاه شماره ۳: شهرک بنیاد شهید)، (ایستگاه شماره ۴: شهرک ایثار)، (ایستگاه شماره ۵: میدان ولایت

لحاظ شیوه گردآوری داده‌ها به صورت میدانی - تحلیلی بوده است. جهت دست یابی به هدف نهایی پژوهش نخست به بررسی آمارهای هواشناسی ایستگاه سینوپتیک هواشناسی شهر ارومیه پرداخته شد. سپس به بررسی مناطق مختلف شهر از نظر دمایی با توجه به ۹ ایستگاه دایر شده داخل شهر و حومه اقدام شد.

آمار ۹ ایستگاه دایر شده در سطح شهر با نصب حسگر دمای خشک در ارتفاع ۱/۸۰ cm از سطح زمین با همکاری شهرداری ارومیه به صورت حداقل و حداکثر روزانه در دو ساعت (۷:۳۰ صبح و ۱۷:۳۰ بعدازظهر) در فرم‌هایی به صورت ساعتی، روزانه و ماهانه تنظیم شد. لازم



نمودار ۱: متوسط دما شهر ارومیه در سال‌های (۱۳۷۲، ۱۳۸۲، ۱۳۹۲)

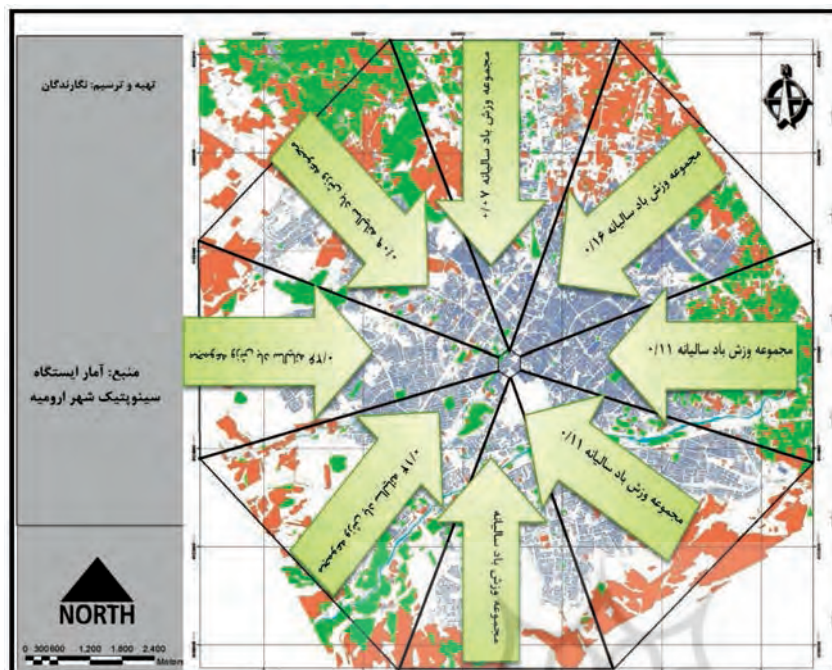
### یافته‌ها و بحث

طبق آمارهای موجود در اداره هواشناسی استان، شهر ارومیه در یک روند ۲۰ ساله شاهد افزایش محسوس دما بخصوص در ماه‌های گرم سال بوده است که جزئیات دقیق‌تر آن در جداول مربوطه ارائه شده است.

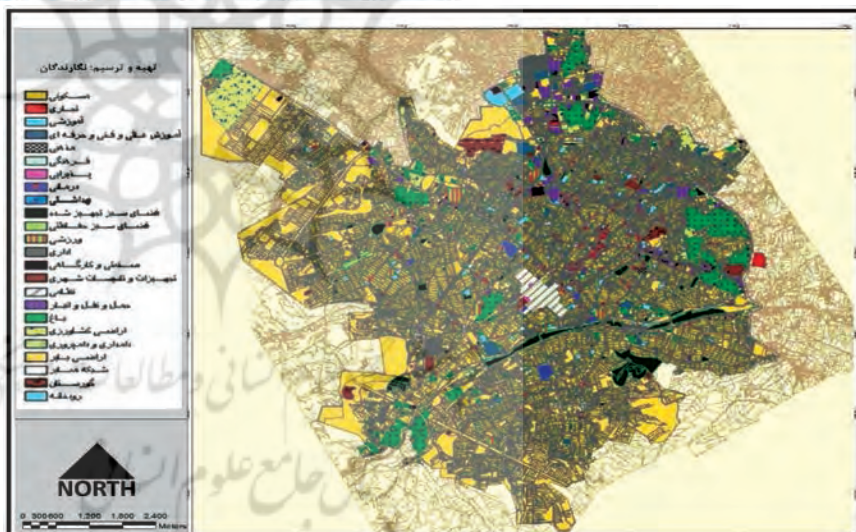
در اولین نگاه آنچه که از آمارهای موجود می‌توان به دست آورد افزایش محسوس دما در ماه‌ها گرم تابستان در یک دوره ۲۰ ساله می‌باشد به طوری که متوسط دما در سال ۱۳۷۲، از بالاترین نقطه (۲۳/۴ سلسیوس) به (۲۶/۹ سلسیوس) در مرداد ماه سال ۱۳۹۲ رسیده است. بدین معنی که در طی یک دوره زمانی، متوسط درجه حرارت در گرم‌ترین ماه سال در شهر ارومیه نزدیک به ۳/۵ سلسیوس افزایش پیدا کرده است. در ادامه برای مشخص نمودن محدوده جزایر حرارتی از آمارهای به دست آمده از

فقیه)، (ایستگاه شماره ۶: امام زاده)، (ایستگاه شماره ۷: شهرک شهرداری)، (ایستگاه شماره ۸: گل‌مان خانه)، (ایستگاه شماره ۹: مرکز تعویض پلاک خودرو). شایان ذکر است که داده‌های آماری هر ۹ ایستگاه به صورت خام وارد نرم افزار Excel شد و پس از میانگین‌گیری هفتگی، با استفاده از زمین‌آمار<sup>۱</sup> و جعبه ابزار Geo statistical analyst در نرم افزار Arc GIS، نقشه هم‌دمایی و جهت مسیر جزیره گرمایی در ماه‌های مشخص شده ارزیابی گردید.

۱. در روش Geo statistical نقطه مجهول با استفاده از ترکیب خطی از نقاط مرجع (که در همسایگی آن قرار دارد) به دست می‌آید. تفاوت ماتریس وزنی که در این روش تهیه می‌شود با ماتریس وزنی که در روش IDW استفاده می‌شود، در این است که در ماتریس وزن IDW فقط فاصله مؤثر است ولی در این ماتریس علاوه بر فاصله، روند موجود در نقاط یا همان همبستگی مکانی بین داده‌ها را نیز در نظر می‌گیریم.



نگاره ۳: میزان و جهت وزش باد در سطح شهر ارومیه  
 منبع: آمار ایستگاه سینوپتیک شهر ارومیه، ۱۳۹۳

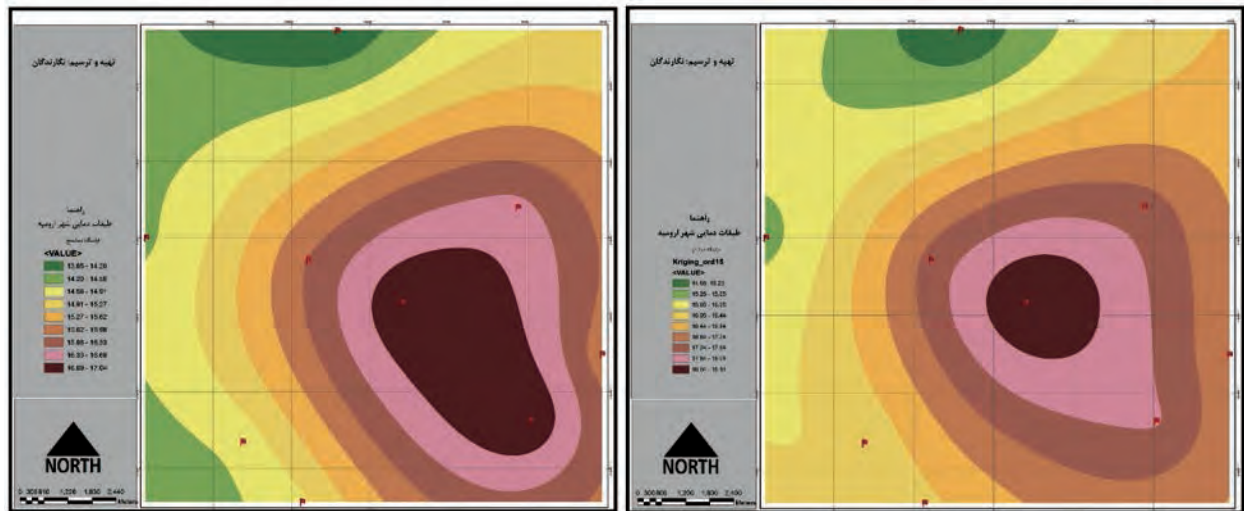


نگاره ۴: وضعیت انواع کاربری‌های شهری در شهر ارومیه  
 منبع: طرح جامع شهر ارومیه، ۱۳۹۲

جزیره گرمایی معرفی کرد. با این وجود در تاریخ ذکر شده ایستگاه مرکز تعویض پلاک خودرو واقع در شمال شهر با دمای  $17/6$  سلسیوس خنک‌ترین نقطه شهر می‌باشد. طبق نگاره (۵)، در هفته اول اردیبهشت کانون جزیره گرمایی شهر ارومیه، ۲ ایستگاه میدان ولایت فقیه بوده و تحت تأثیر جهت بادهای غالب و همچنین نزدیکی صنایع به ایستگاه شهرک شهرداری، دامنه جزیره گرمایی به این ایستگاه نیز کشیده شده است.

ایستگاه ثبت دما در سطح شهر و همچنین میزان تأثیر باد و نوع کاربری‌ها استفاده شد.

بررسی کمینه و بیشینه دما در ۷ و ۱۵ اردیبهشت ماه ۱۳۹۴ آمارهای به دست آمده از ایستگاه‌های محلی ثبت دما در سطح شهر ارومیه نشان می‌دهد که ایستگاه (میدان ولایت فقیه) واقع در جنوب شرقی شهر ارومیه با دمای  $21/8$  سلسیوس در مقایسه با ده ایستگاه دیگر بیشترین دما را به خود اختصاص و در واقع می‌توان آن را به عنوان کانون



نگاره ۵: تغییرات فضایی - زمانی جزیره گرمایی شهر ارومیه در دو هفته اول اردیبهشت ماه

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۴

جدول ۲: وضعیت دمای شهر ارومیه در هفته ۱ و ۲ اردیبهشت ماه

ایستگاه ماه	ساعات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
		۱۱/۳	۱۱/۲	۱۱/۱	۱۲/۷	۱۳/۴	۱۲/۴	۱۳/۹	۱۳/۱	۱۳/۸
۷ اردیبهشت	۱۷:۳۰	۱۸/۴	۱۸/۲	۱۷/۹	۱۹/۳	۲۰/۶	۱۹/۱	۲۰/۲	۱۹/۸	۱۶/۹
۱۵ اردیبهشت	۰۷:۳۰	۱۳/۷	۱۳/۵	۱۲/۹	۱۴/۵	۱۵/۱	۱۳/۹	۱۴/۶	۱۴/۴	۱۲/۱
	۱۷:۳۰	۱۸/۸	۱۸/۷	۱۸/۱	۲۰/۳	۲۱/۸	۱۹/۹	۲۰/۸	۲۰/۵	۱۷/۶

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۴

در حالی که ناحیه غرب و شمال شهر به علت وجود فضاهای سبز و ناحیه کشاورزی و وجود ارتفاعات شامل مناطقی با دمای کم می‌باشند.

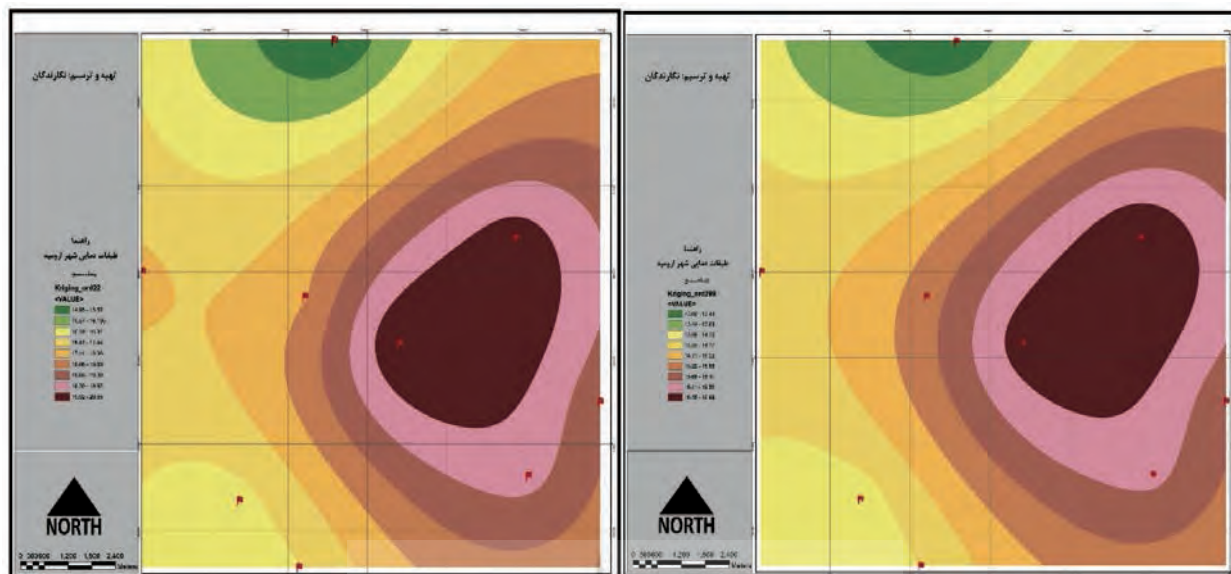
ایستگاه میدان ولایت فقیه در داخل شهر بوده و کمینه دما در تاریخ مشابه متعلق به ایستگاه (مرکز تعویض پلاک) با ۱۵/۴ سلسیوس بوده که نشان گر اختلاف دمایی ۸ سلسیوس بین مناطق مختلف شهر ارومیه است.

آنچه از نگاره (۶) می‌توان برداشت نمود گسترش محدوده گرمایی به سمت غرب شهر از هفته سوم به هفته چهارم می‌باشد. به بیان دقیق‌تر در هفته سوم ایستگاه (شهرک ایثار) در کمربند زرد دمایی قرار دارد که در هفته چهارم به کمربند تیره‌تر کشیده شده و نشان از انتقال گرما به سمت غرب شهر طی ایام ذکر شده بوده است. با

بررسی کمینه و بیشینه دما در ۲۲ و ۲۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۴

آمارهای برداشت شده در هفته سوم و چهارم اردیبهشت ماه حاکی از بیشینه دما در ایستگاه (میدان ولایت فقیه) می‌باشد. بنا بر جدول شماره (۳) بیشینه دمای شهر ارومیه دو هفته آخر اردیبهشت ماه با ۲۳/۴ سلسیوس متعلق به





نگاره ۶: تغییرات فضایی - زمانی جزیره گرمایی شهر ارومیه در دو هفته آخر اردیبهشت ماه

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۴

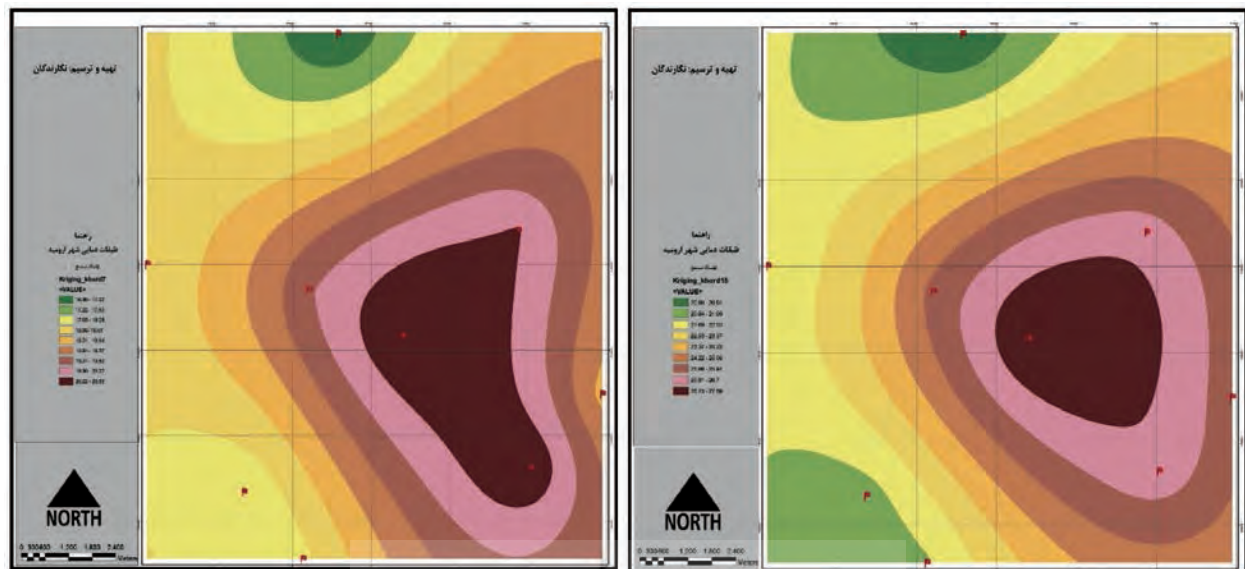
جدول ۳: وضعیت دمای شهر ارومیه در هفته ۳ و ۴ اردیبهشت ماه

ایستگاه	ساعات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
		ماه								
۲۲ اردیبهشت	۰۷:۳۰	۱۳/۹	۱۳/۶	۱۴/۶	۱۵/۱	۱۷/۷	۱۵/۹	۱۶/۸	۱۷/۵	۱۲/۲
	۱۷:۳۰	۱۹/۹	۱۹/۷	۲۰/۵	۲۰/۹	۲۳/۴	۲۱/۷	۲۲/۳	۲۳/۱	۱۷/۷
۲۹ اردیبهشت	۰۷:۳۰	۱۱/۹	۱۱/۶	۱۲/۱	۱۳/۱	۱۴/۶	۱۳/۳	۱۳/۷	۱۴/۹	۱۰/۶
	۱۷:۳۰	۱۶/۸	۱۶/۶	۱۷/۲	۱۷/۸	۱۹	۱۸/۲	۱۸/۸	۱۹/۱	۱۵/۴

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۴

این وجود در تمام دو هفته آخر اردیبهشت ماه دو ایستگاه (میدان ولایت فقیه و گلستان خانه) دارای بیشینه دما بوده و ایستگاه (مرکز تعویض پلاک) دارای کمینه دما و خنک‌ترین ایستگاه شهر بوده است. (۴)، حداکثر میانگین دمایی در دو هفته آغازین خرداد ماه مربوط به ایستگاه (میدان ولایت فقیه) با ۲۹/۸ سلسیوس بوده در حالی که ایستگاه (مرکز تعویض پلاک) با ۲۰/۲ سلسیوس خنک‌ترین ایستگاه سطح شهر ارومیه با اختلاف دمایی ۹/۶ درجه سانتی‌گراد بوده است.

بررسی کمینه و بیشینه دما در ۷ و ۱۵ خرداد ماه ۱۳۹۴ نتیجه آمارهای برداشت شده در ماه دوم پژوهش حاکی از روند صعودی و گرم شدن سطح شهر می‌باشد به طوری که میانگین بیشینه دمایی در سطح شهر به بیش از ۲۴ درجه سانتی‌گراد رسیده است. به بیان دقیق‌تر طبق جدول شماره (۷) می‌توان به طور واضح برداشت نمود محدود شدن کانون جزیره گرمایی از هفته اول خرداد ماه نسبت به هفته دوم این ماه می‌باشد. به بیان دقیق‌تر در هفته اول خرداد ماه سه ایستگاه (گلستان خانه، میدان ولایت فقیه و شهرک شهرداری) کانون اصلی جزیره گرمایی را



نگاره ۷: تغییرات فضایی - زمانی جزیره گرمایی شهر ارومیه در دو هفته اول خرداد ماه

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۴

جدول ۴: وضعیت دمای شهر ارومیه در هفته ۱ و ۲ خردادماه

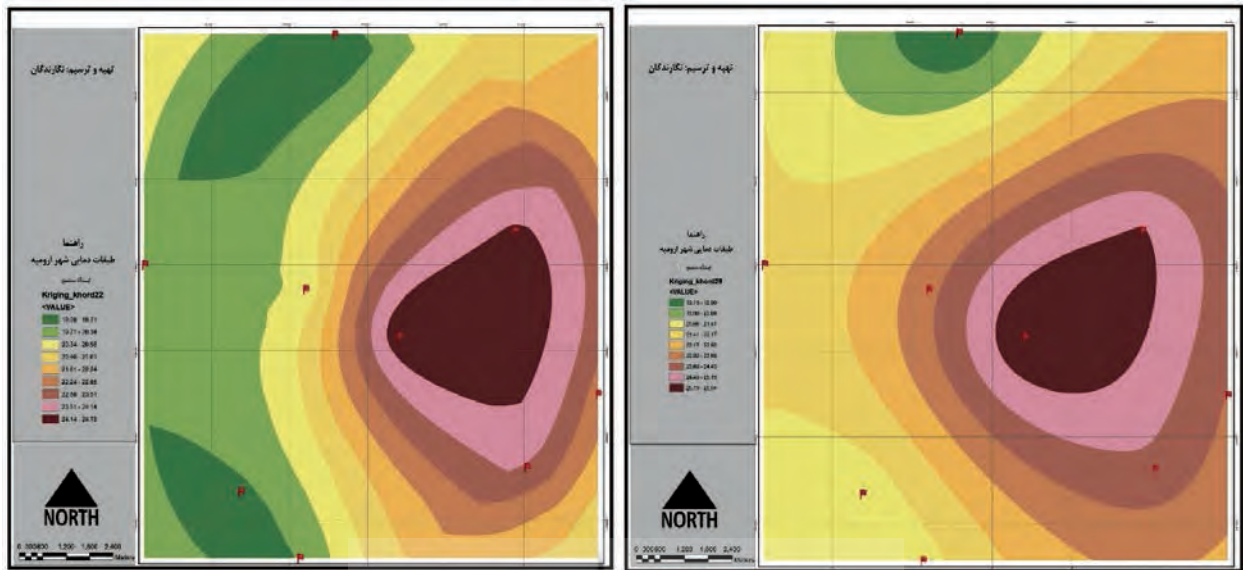
ایستگاه	ساعات	ماه								
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۷ خرداد	۰۷:۳۰	۱۴/۸	۱۴/۵	۱۴/۹	۱۶/۶	۱۷/۱	۱۵/۴	۱۷/۲	۱۶/۸	۱۳/۴
	۱۷:۳۰	۲۱/۲	۲۱	۲۱/۴	۲۲/۹	۲۴/۲	۲۲/۲	۲۴/۱	۲۳/۷	۲۰/۲
۱۵ خرداد	۰۷:۳۰	۱۹/۱	۱۸/۸	۱۹/۳	۲۳/۳	۲۵/۴	۲۴/۲	۲۴/۸	۲۴/۶	۱۷/۶
	۱۷:۳۰	۲۴/۱	۲۳/۹	۲۴/۳	۲۷/۳	۲۹/۸	۲۶/۶	۲۸/۲	۲۸/۱	۲۲/۴

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۴

شکل داده‌اند در حالی که طی مدت یک هفته کشیدگی به بیان دقیق‌تر طی بررسی‌های انجام گرفته دمای هوای نقشه جزیره گرمایی کمتر شده و محدوده این پدیده از سه ایستگاه به یک ایستگاه (میدان ولایت فقیه) کاهش پیدا کرده است. یکی دیگر از نکات قابل توجه قرار گرفتن دو ایستگاه (بهداری و پل قویون) در کمر بند دمایی سبز رنگ در هفته دوم خرداد ماه می‌باشد؛ که می‌تواند مدلول دلایلی از قبیل: تغییرات جوی هفتگی، بارش و مسیر جهت باد باشد.

بررسی کمینه و بیشینه دما در ۲۲ و ۲۹ خرداد ماه ۱۳۹۴  
 بیشینه و کمینه دما در دو هفته آخر خرداد ماه خبر از کمتر شدن گرمای سطح شهر نسبت به دو هفته اول این ماه می‌دهد. تأثیر شرایط جوی بر روی جزیره گرمایی بوده است. همان

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (ص ۱۹۳)  
 ارزیابی تغییرپذیری فضایی - زمانی جزایر حرارتی ... / ۱۹۳



نگاره ۸: تغییرات فضایی - زمانی جزیره گرمایی شهر ارومیه در دو هفته آخر خرداد ماه

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۴

جدول ۵: وضعیت دمای شهر ارومیه در هفته ۳ و ۴ خردادماه

ایستگاه	ساعات	ماه								
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۲۲ خرداد	۰۷:۳۰	۱۶/۹	۱۶/۷	۱۷/۱	۱۷/۴	۲۲/۹	۲۰/۸	۲۱/۶	۲۲/۳	۱۵/۹
	۱۷:۳۰	۲۲/۶	۲۲/۵	۲۳/۳	۲۳/۶	۲۶/۴	۲۴/۴	۲۵/۳	۲۶/۲	۲۰/۸
۲۹ خرداد	۰۷:۳۰	۱۸/۷	۱۸/۴	۱۹/۱	۲۱/۲	۲۳/۷	۲۱/۴	۲۱/۹	۲۲/۸	۱۶/۹
	۱۷:۳۰	۲۳/۶	۲۳/۵	۲۳/۹	۲۵/۷	۲۸/۲	۲۵/۹	۲۶/۶	۲۷/۷	۲۱/۴

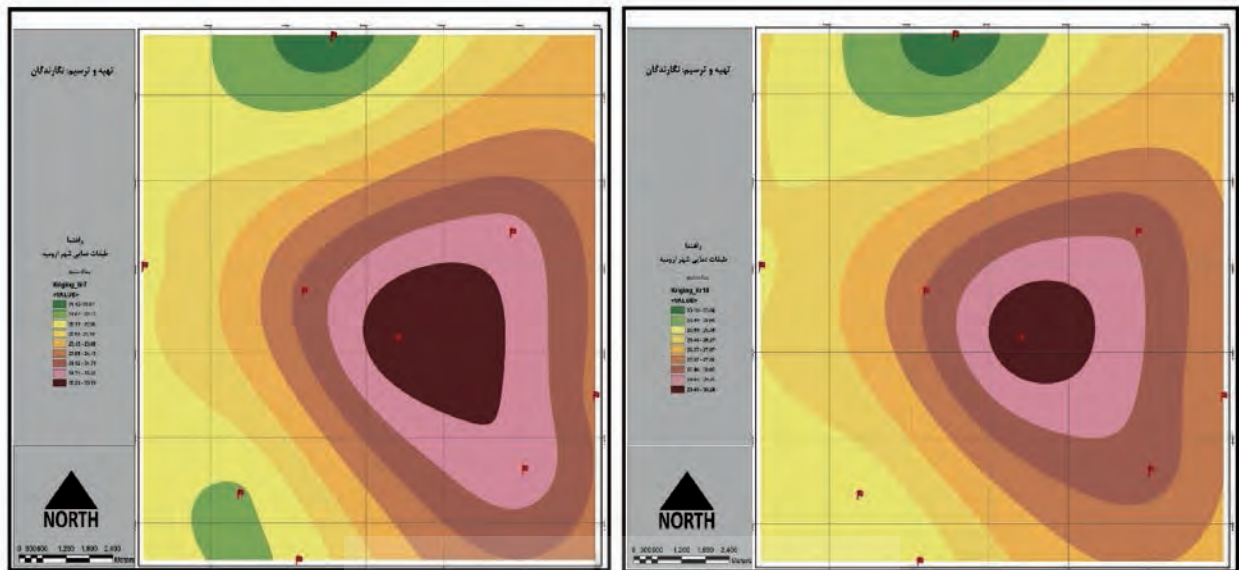
منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۴

زمان معلوم (دو هفته اول تیر ماه) حاکی از افزایش دما در کل سطح شهر می‌باشد به طوری که بیشینه دمای سطح شهر به بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد ( ایستگاه میدان ولایت فقیه با ۳۲/۲ سلسیوس) رسیده است در حالی که کمینه دما در مدت معین مربوط به ایستگاه (مرکز تعویض پلاک) با ۲۳/۵ سلسیوس بوده است. این آمار حاکی از اختلاف فاحش ۹ سلسیوس بین ایستگاه‌های مختلف سطح شهر ارومیه در یک مدت زمان معین می‌باشد.

طبق نگاره شماره (۹) محدوده جزیره گرمایی در هفته اول تیر ماه شامل ایستگاه میدان ولایت فقیه بوده است. کشیدگی منحنی‌های دمایی در سطح شهر حاکی از تأثیرات

طور که در نگاره ۸ دیده می‌شود هفته سوم خرداد ماه نشان‌گر حاکم بودن جوی متغیر در این هفته بوده به طوری که تمام قسمت شمال تا جنوب غربی شهر ارومیه شامل ایستگاه‌های (مرکز تعویض پلاک، شهرک بنیاد شهید، پل قویون، بهداری) در کمربند سبز دمایی قرار گرفته و نشان از خنک‌تر شدن این قسمت از شهر نسبت به دو هفته گذشته دارد. از طرف دیگر محدوده جزیره گرمایی شامل دو ایستگاه (میدان ولایت فقیه و گلمان‌خانه) بوده و شرایط بسته‌تری را به خود گرفته است.

بررسی کمینه و بیشینه دما در ۷ و ۱۵ تیر ماه ۱۳۹۴  
 آمارهای منتج از ۹ ایستگاه سطح شهر ارومیه طی مدت



نگاره ۹: تغییرات فضایی - زمانی جزیره گرمایی شهر ارومیه در دو هفته اول تیر ماه

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۴

جدول ۶: وضعیت دمای شهر ارومیه در هفته ۱ و ۲ تیرماه

ایستگاه	ساعات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
		ماه	تیر	تیر	تیر	تیر	تیر	تیر	تیر	تیر
۷	۰۷:۳۰	۱۴/۸	۱۴/۵	۱۴/۹	۱۶/۶	۱۷/۱	۱۵/۴	۱۷/۲	۱۶/۸	۱۳/۴
۷	۱۷:۳۰	۲۱/۲	۲۱	۲۱/۴	۲۲/۹	۲۴/۲	۲۲/۲	۲۴/۱	۲۳/۷	۲۰/۲
۱۵	۰۷:۳۰	۱۹/۱	۱۸/۸	۱۹/۳	۲۳/۳	۲۵/۴	۲۴/۲	۲۴/۸	۲۴/۶	۱۷/۶
۱۵	۱۷:۳۰	۲۴/۱	۲۳/۹	۲۴/۳	۲۷/۳	۲۹/۸	۲۶/۶	۲۸/۲	۲۸/۱	۲۲/۴

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۴

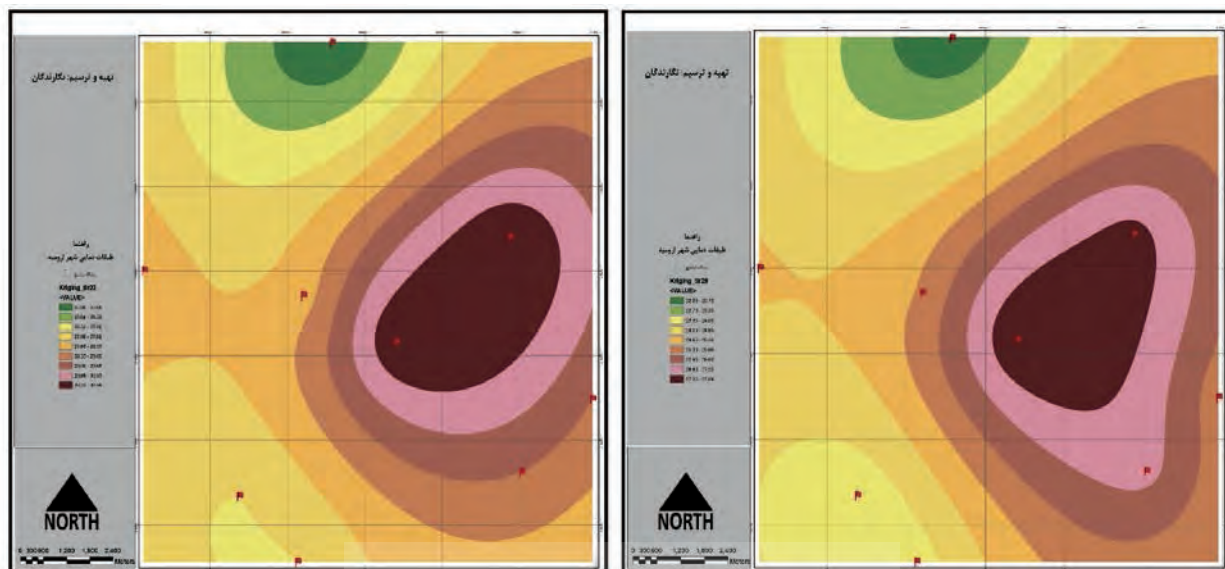
شهر ارومیه را و ایستگاه (مرکز تعویض پلاک) با درجه گرمایی ۲۴/۲ سلسیوس کمینه دمایی شهر ارومیه را به خود اختصاص داده است.

روندی که در تمام طول مدت زمان برداشت آمار تکرار شده است با این تفاوت که اختلاف دمایی بین دو ایستگاه از ۴/۲ سلسیوس شروع شده و تا ۹/۶ سلسیوس ادامه پیدا کرده است.

آنچه که از نگاره (۱۰) می‌توان برداشت نمود در درجه اول کشیده شدن محدوده شمال شرقی شهر ارومیه به داخل محدوده جزیره گرمایی در دو هفته آخر تیر ماه می‌باشد. به

جوی (بادهای شمال و شمال غرب) بر روی این قسمت از شهر می‌باشد به طوری که کشیدگی منحنی دمایی نوک جزیره گرمایی را به طرف ایستگاه شهرک شهرداری برده است. اما در هفته دوم محدوده جزیره گرمایی بسته‌تر شده و فقط شامل ایستگاه میدان ولایت فقیه می‌باشد که می‌تواند ناشی از تأثیر بادهای وزیده شده از سمت جنوب غرب باشد.

بررسی کمینه و بیشینه دما در ۲۲ و ۲۹ تیر ماه ۱۳۹۴ بر اساس جدول شماره (۷) ایستگاه میدان ولایت فقیه در طی مدت زمان جاری با ۳۳/۱ سلسیوس بیشینه دمایی



نگاره ۱۰: تغییرات فضایی - زمانی جزیره گرمایی شهر ارومیه در دو هفته آخر تیر ماه

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۴

جدول ۷: وضعیت دمای شهر ارومیه در هفته ۳ و ۴ تیرماه

ایستگاه	ساعات	ماه								
		۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
تیر ۲۲	۰۷:۳۰	۱۵/۹	۲۲/۳	۲۱/۶	۲۰/۸	۲۲/۹	۱۷/۴	۱۷/۱	۱۶/۷	۱۶/۹
	۱۷:۳۰	۲۰/۸	۲۶/۲	۲۵/۳	۲۴/۴	۲۶/۴	۲۳/۶	۲۳/۳	۲۲/۵	۲۲/۶
تیر ۲۹	۰۷:۳۰	۱۶/۹	۲۲/۸	۲۱/۹	۲۱/۴	۲۳/۷	۲۱/۲	۱۹/۱	۱۸/۴	۱۸/۷
	۱۷:۳۰	۲۱/۴	۲۷/۷	۲۶/۶	۲۵/۹	۲۸/۲	۲۵/۷	۲۳/۹	۲۳/۵	۲۳/۶

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۴

### نتیجه‌گیری

رشد سریع شهرنشینی و افزایش جمعیت شهر ارومیه سبب تغییرات قابل ملاحظه‌ای در وضعیت کالبدی و طبیعی شهر شده است. این افزایش و گسترش روند شهرنشینی بر بعضی از کمیت‌های هواشناختی نیز تأثیر گذاشته است به طوری که بررسی‌های انجام گرفته حاکی از روند فزاینده دمای کمینه شهر ارومیه طی دوره بیست ساله در همه ماه‌های سال نسبت به ایستگاه‌های مجاور می‌باشد. با این وجود مشخص نمودن محدوده جزیره گرمایی شهر ارومیه نیازمند مطالعات دقیق‌تر می‌باشد. در پژوهش حاضر بررسی

بیان دقیق‌تر جریان‌ات جوی در هفته‌های آغازین تیر ماه بر گسترش محدوده جزیره گرمایی تأثیر گذاشته است و باعث گشته منحنی جزیره گرمایی از سمت جنوب شرقی به شمال شرقی شهر کشیده شده و ایستگاه گل‌مان خانه را به داخل کانون جزیره گرمایی بکشاند. امری که در هفته چهارم تیر ماه نیز تکرار شده است و باعث شده همچنان دو ایستگاه (میدان ولایت فقیه و گل‌مان خانه) کانون جزیره گرمایی شهر ارومیه را تشکیل دهند. این در حالی است که همچنان ایستگاه (مرکز تعویض پلاک خودرو) خنک‌ترین ایستگاه شهر بوده و در کمربند سبز دمایی شهر قرار گیرد.

جزیره گرمایی می‌شود. کلان شهر ارومیه در اکثر زمان‌ها تحت تأثیر بادهای غربی و شمال شرقی قرار دارد پس از آن بادهایی که از جهت جنوب شرقی و جنوب شهر می‌وزند بیشترین تأثیر را بر روی شهر ارومیه دارند. نگاره شماره ۳ منتج از آمارهای منتشر شده از ایستگاه سینوپتیک شهر ارومیه نشانگر این واقعیت است که حدود ۰/۴۹ درصد میزان بادهای وزیده شده از سمت غرب و ۰/۲۸ درصد میزان بادهای وزیده در سال از سمت شرق شهر می‌باشد. این بدین معنی است که بادهای غربی و شمال شرقی و شرق ارومیه بر منحنی جزیره گرمایی موجود در قسمت مرکزی شهر تأثیر مطلق می‌گذارد، بادهای شمال و شمال شرقی در مسیر خود دود و آلاینده‌های ایجاد شده توسط کارخانه‌ها و کارگاه‌های صنعتی را به داخل شهر کشانده و در برخورد با نسیمی که از سمت غرب شهر می‌وزد باعث کشیدگی منحنی طبقه حرارتی و دما به سمت جنوب و جنوب شرقی شهر می‌شود، پس می‌توان چنین نتیجه گرفت که در آینده نه چندان دور قسمت‌های جنوب شهر بیشتر در خطر آلوده شدن به مواد سمی قرار دارد. امری که در جریان مطالعات و مدت زمان پژوهش به‌وضوح قابل مشاهده بوده است (نگاره‌های ۵ و ۷). همچنین یادآوری این نکته ضروری می‌باشد که دست یابی به نتایج دقیق‌تر و بهتر در رابطه با الگوی جزایر گرمایی، نیازمند بررسی الگوهای دمایی در دوره زمانی بیشتری می‌باشد.

### منابع و مأخذ

- ۱- بهزاد فر، مصطفی (۱۳۸۴)، در جستجوی هویت شهری ارومیه، وزارت مسکن و شهرسازی سازمان ملی زمین و مسکن، تهران.
- ۲- رضانی، محمد؛ بهمن، مریم‌دخت (۱۳۸۹). شناخت محدوده مکانی تشکیل جزیره گرمایی در شهر رشت، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال اول، شماره ۱.
- ۳- زنگنه شهرکی، سعید (۱۳۹۰)، تحلیل اثرات اجتماعی-اقتصادی و زیست محیطی گسترش افقی شهر و چگونگی

نقشه هم‌دمایی میانگین حداکثر دما در ماه‌های (اردیبهشت، خرداد، تیر) سال ۱۳۹۴؛ نشان می‌دهد که ایستگاه میدان ولایت فقیه با دمای ۲۹/۴۱ سلسیوس در مقایسه با هشت ایستگاه دیگر، بیشترین دما را به خود اختصاص و در واقع، مرکز جزیره گرمایی را تشکیل داده است. در همان حال ایستگاه مرکز تعویض پلاک خودرو ارومیه با دمای حداکثر ۲۲/۷۷ سلسیوس خنک‌ترین ایستگاه در مقایسه با دیگر ایستگاه‌ها می‌باشد که نشان دهنده اختلاف گرمایی ۶/۶۴ سلسیوس در سطح شهر است.

براساس نقشه بالا شدت جزیره گرمایی با فاصله گرفتن از مرکز شهر کاهش می‌یابد. به بیان دقیق‌تر نگاره (۴) نمایان گر این است که با توجه به تنوع پراکندگی کاربری‌ها در سطح شهر، قسمت مرکزی شهر به علت برخورداری بودن از بالاترین سطح ساخت و ساز شهری و حجم بالای تردد و ترافیک شهری، دارای بالاترین میانگین دمایی می‌باشد. ایستگاه شمالی شهر (مرکز تعویض پلاک خودرو) به علت داشتن فضای سبز زیاد از جمله باغات و زمین‌های کشاورزی دارای پایین‌ترین میانگین دمایی است پس می‌توان نتیجه گرفت که بین کاربری پوشش گیاهی و دمای سطحی در مناطق شهری ارومیه رابطه‌ی عکس وجود دارد. اما مهم‌ترین نتیجه‌ای که از نقشه‌های بالا می‌توان به دست آورد کشیدگی منحنی حداکثر دما به سمت‌های شرق و جنوب شرقی می‌باشد. دلایل بالا بودن میانگین دمایی در ایستگاه شهرک شهرداری و ایستگاه گل‌مان خانه را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد:

- ۱- وجود ۰/۹۰ از کاربری‌های صنعتی، کارگاهی و کارخانجات در حواشی این ایستگاه‌ها
- ۲- جریان باد؛ با توجه به اینکه باد مؤثرترین مانع در برابر تشکیل جزایر گرمایی است؛ تلفیق میدان باد با الگوی تغییرات مکانی جزیره گرمایی، نتایج قابل توجهی را به نمایش می‌گذارد که دلیلی بر تأثیر زیاد باد بر کیفیت شکل‌گیری جزیره گرمایی است. باد با انتقال ذرات معلق و گازهای موجود در جو شهری باعث کشیدگی منحنی

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سیر)  
ارزیابی تغییرپذیری فضایی - زمانی جزایر حرارتی ... / ۱۹۷

- 15- Oke, T.R. 1982, The basis of the urban heat island, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society 108, pp 1-24.
- 16- Streutker, d. r 2002. A remote sensing study of urban heat of Houston, TX. Int. J. Remote sensing, 23: 2595-2608.
- 17- Streutker, d. r 2003. Satellite-measured growth of the urban heat island of Houston, TX. Remote sensing of environment, 85: 282-289.
- 18- Velazquez, V. Caselles, C., Coll. 2006. Comparison of Thermal Infrared Emissivity's Retrieved With the Two-Lid Box and the TES Methods With Laboratory Spectra. Geoscience and Remote Sensing, IEEE, Vol. 47, No. 4, pp. 1012-1021.
- 19- Yamamoto, Y., 2006, Measures to Mitigate Urban Heat Islands, Quarterly Review, Vol.18,PP.65-83.
- 20- www. Esri.com

به کارگیری سیاست‌های رشد هوشمند شهری (مورد: شهر یزد)، رساله دکتری در دانشگاه تهران به راهنمایی دکتر فرانک سیف‌الدینی.

۴- شمسی‌پور، مهدیان، حسن‌پور؛ علی‌اکبر، مجتبی، زینب (۱۳۹۱). واکاوی تغییرات مکانی هسته‌ی جزیره‌ی گرمایی شهر تهران، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۳.

۵- صادقی حسینی، اکبری بیدختی، رنجبر سعادت‌آبادی؛ علیرضا، عباسعلی، عباس (۱۳۸۴). آثار جزیره گرمایی و شهرنشینی روی وضع هوایی و اقلیم محلی در کلان شهر تهران بر اساس داده‌های مهرآباد و ورامین، فصلنامه محیط شناسی، شماره ۳۹.

۶- عزیزی، قاسم (۱۳۸۳). تغییر اقلیم، چاپ اول، نشر قومس، تهران.

۷- علوی پناه، سید کاظم (۱۳۸۷). سنجش از دور حرارتی و کاربرد آن در علوم زمین، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

۸- کاویانی، محمدرضا (۱۳۸۶). میکرو کليماتولوژی، چاپ اول، انتشارات سمت، تهران.

۹- مهندسان مشاور طرح و آمایش (۱۳۹۲). طرح جامع شهر ارومیه.

۱۰- نوری، سید علی (۱۳۹۳). تحلیل‌های زمین آماری در Arc GIS، چاپ ایده گستر، تهران.

11- Chang S.A, Jr.K.E.Kunkel, B.C.Reinke, 1996, Impact and responses to the 1995 heat wave: A call to action, bulletin of the American Meteorological Society 77, pp 1497-1506.

12- Clark, J.F.1972, Some effects of the urban structure on heat mortality, Environment of research 5, pp 93-104.

13- Frumkin, H., 2002, Urban Sprawl and Public Health, Public Health Report, Department of Environmental and Occupational Health, Rollins School of Public Health of Emory University, Atlanta.

14- Manabe, B. S. T. R. Knutson, R. J. Stouffer, and T. L. Del worth. 2001, exploring natural and anthropogenic variation of climate. Q. J. R. Meteor. Soc, 127, 1-24.



پروپوزیشن گاہ علوم انسانی و مطالعات فرہنگی  
پرتال جامع علوم انسانی