

## شکل‌گیری جزیره حرارتی و اثر آن بر تغییرپذیری دما در شهر بابل

یدالله یوسفی\*

۱. استادیار، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۶/۲۹

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۷/۰۱/۱۸

### چکیده

شکل‌گیری جزیره حرارتی شهر بابل مورد توجه این پژوهش است. این پدیده از مهم‌ترین خطرهای محیط‌زیستی بوده و بر کیفیت زندگی و تقاضای انرژی تأثیرگذار است. داده‌های مورد استفاده از طریق دستگاه‌های خودکار ثبت دما در دو نقطه شهری و حومه به میزان ۳۵۲ روز بافاصله زمانی یک ساعت برداشت شد. بررسی ساعتی اختلاف دمایی شهر و حومه با استفاده از روش شدت جزیره حرارتی (Oke) انجام گرفت. برای بررسی اثر بر رفتار دمایی از شاخص‌های جایگزین تغییرپذیری روزبه‌روز دما DTD و تفاضل میان تغییرات روزبه‌روز  $\Delta DTD$  برای نشان دادن جزیره حرارتی استفاده شد. یافته‌ها نشان دادند، جزیره حرارتی بابل در دماهای کمینه به صورت مشخص وجود دارد. در حالی که دماهای بیشینه تفاوت‌های دمایی مشخصی میان شهر و حومه وجود ندارد. از لحاظ زمانی نیز در هنگام شب و دوره سرد سال این پدیده با شدت بیشتری وجود دارد. DTD میانگین دمای روزانه و کمینه در شهر بیش از حومه بوده اما این شاخص برای دمای بیشینه تفاوتی در دو محیط ندارد. میزان  $\Delta DTD$  شهر بیش از حومه است. با توجه به این بررسی جزیره حرارتی در شهر بابل ایجاد می‌شود و این حالت در دماهای کمینه خود را به شکل مشخص تر نشان می‌دهد و بر تغییرپذیری دما نیز مؤثر است.

### کلیدواژه

بابل، جزیره حرارتی، دمای کمینه، روز به‌روز، شهر.

### ۱. مقدمه

مشکل جهانی در اکثر کشورهای در حال توسعه است. انتظار می‌رود تا سال ۲۰۳۰ تمرکز جمعیت شهرنشین به حدود ۸۴ درصد در کشورهای توسعه‌یافته برسد (Ojeh et al., 2016). امروزه یکی از آثار مهم مورد توجه شهر، تغییر ویژگی‌های محیطی است. شهرها با تغییراتی که در سطح زمین ایجاد می‌کنند، باعث ایجاد تغییرات در دما، رطوبت و باد در محیط می‌شوند (Jin et al., 2005). گاه گرمای شهرها عامل شکفتن و به گل نشستن زود هنگام گیاهان و درختان و طولانی شدن فصل رشد و جذب بعضی از پرندگان است (کاوایانی، ۱۳۸۰). شهرها میزان سپیدایی<sup>۱</sup> و تابش از سطح زمین<sup>۲</sup> را کاهش می‌دهند (T.R.Oke, 2002). به دلیل ایجاد تغییر در موازنه تابش در شهرها یکی از پیامدهای

شهرنشینی و شهرها تأثیرات بسیاری بر زندگی انسان دارند. در واقع شهرنشینی تغییر جمعیت روستایی به شکل شهری و افزایش درصد شهرنشینان است. رشد شهرنشینی در حال حاضر به شکلی است که بیش از نیمی از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند. این در حالی است که این میزان در ۵۰ سال گذشته ۳۰ درصد و در ۱۵۰ سال گذشته ۱۰ درصد بوده است. در بسیاری از موارد، شهرنشینی به نفع بشر بوده و سطح زندگی انسان را افزایش می‌دهد (Elmqvist et al., 2013). تغییرات ناشی از شهرنشینی پیامدهای منفی بسیار مهمی بر ویژگی‌های محیطی، اجتماعی و اقتصادی نیز دارد. رشد سریع شهرنشینی یک

اختلاف‌های دمایی میان شهر و حومه برخی پژوهش‌ها نشان دادند، رفتار دمایی روزبه‌روز<sup>۳</sup> مناطق شهری با محیط‌های غیرشهری نیز متفاوت است (Gough & Hu 2016). به دلیل آثار آسیب‌رسان پدیده جزیره حرارتی همواره بشر به دنبال راه حلی برای کاهش میزان شدت جزیره حرارتی است. برخی پژوهشگران افزایش سطوح دارای مواد با قابلیت برگشت انرژی خورشید و سطوح سبز را برای کاهش آثار آن پیشنهاد کردند (Solecki et al, 2005).

عمده پژوهش‌های انجام‌شده درباره جزیره حرارتی در کلان‌شهرهای کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه انجام گرفته است. (Kim & Baik, 2005) با بررسی شرایط دما در نقاط مختلف شهر سئول به جزیره حرارتی با شدت بیش از ۲ درجه سانتی‌گراد و با میزان بیشتر در هنگام شب دست یافتند. (Brandsma & Wolters, 2012) با بررسی جزیره حرارتی شهر آترخت<sup>۴</sup> هلند دریافتند، شکل‌گیری جزیره حرارتی در این شهر متأثر از ابرناکی، جهت و سرعت باد است. (Lehoczky et al. 2017) با بررسی شهر والنسیا به اختلاف دمایی بیش از ۲ درجه دمای هوا و سطح زمین شهر در تابستان دست یافتند. در ایران نیز شکل‌گیری جزیره حرارتی در برخی از کلان‌شهرها بررسی شد. رنجبر سعادت‌آبادی و همکاران (۱۳۸۴) (ب) با بررسی مقایسه‌ای میان شهر تهران و ورامین اشاره کردند، تهران به دلیل شکل‌گیری جزیره حرارتی دارای دمای بالاتری نسبت به ورامین است. رمضان‌ی و دخت محمد (۱۳۸۹) با بررسی شرایط دمایی در شهر رشت با استفاده از ۹ ایستگاه موقت و ۲ ایستگاه سینوپتیک موجود به شکل‌گیری جزیره حرارتی در رشت با شدت بیشتر برای دماهای کمینه دست یافتند. شمسی‌پور و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی وضعیت جزیره حرارتی در شهر تهران حداقل ایستگاه‌های بهمین، آزادی و بازار را محل تشکیل جزیره حرارتی دانستند. بررسی یوسفی و همکاران (۱۳۹۶) در دوره گرم سال در شهر بابل به اختلاف دمای میانگین به میزان ۱ درجه سانتی‌گراد اشاره دارد. کریمی فیروزجایی و همکاران

توسعه آن‌ها تغییر در ویژگی‌های دمایی است. شناخته‌شده‌ترین اثر شهر بر شرایط جوی پدیده جزیره حرارتی است. اثر محیط شهری بر جو و لایه مرزی به صورت جزیره حرارتی با سطحی مجزا با شار گرمایی بیشتر مشخص می‌شود (رنجبر سعادت‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۴ (الف)). گرمایش بناها، آلودگی هوا و استفاده از مصالح به رنگ تیره از دلایل ایجاد جزیره حرارتی است (علی‌جانی و همکاران، ۱۳۹۶). عمده‌تأثیرها با کاهش میزان پوشش گیاهی و تبخیر نسبت به محیط اطراف خود گرم‌تر خواهند شد (Ningrum, 2018).

اثر جزیره حرارتی نخست در دهه ۱۸۳۰ در لندن و به دنبال آن در دیگر شهرهای اروپایی و در ادامه در شهرهای بزرگی همچون شیکاگو و نیویورک مشاهده شد (Yamamoto, 2005). تمایل به شهرنشینی همچنان در جوامع مختلف در حال افزایش است و این افزایش جمعیت بر افزایش اندازه و شدت جزیره حرارتی اثر خواهد داشت. جزیره حرارتی می‌تواند باعث افزایش استرس‌های گرمایی و آلودگی هوا نیز شود (Balogun et al. 2010). در جهان امروز این پدیده، یکی از مهم‌ترین خطرهای محیط‌زیستی محسوب شده که بر کیفیت زندگی تأثیر می‌گذارد. جزیره حرارتی یکی از عوامل بسیار مهم در افزایش تقاضای انرژی برای سرمایش در بناها به شمار می‌رود (Shahmohamadi et al., 2013). در جهان امروز که پدیده گرمایش جهانی یکی از معضلات بسیار مهم برای انرژی به شمار می‌آید، اگر جزیره حرارتی نیز به آن افزوده شود وضعیت بسیار بدی در آینده ایجاد خواهد کرد. یکی از ویژگی‌های بسیار مهم جزیره حرارتی این است که این پدیده در دماهای کمینه و دوره سرد سال به خوبی خود را نشان می‌دهد. به شکلی که شهرها عمده‌تأثیر دماهای کمینه بیشتری از محیط‌های حومه خود دارند و اختلاف دمای شهر با حومه در روزهای سرد سال بیشتر است. به عبارت بهتر اختلاف دماهای کمینه شهر با روستا یا حومه بیشتر و مشخص‌تر است (Oke, 2002). علاوه بر

قابل توجه بابل در دهه‌های گذشته دارد. این افزایش جمعیت در دهه‌های گذشته باعث افزایش ساخت‌وسازهای بی‌رویه و بی‌برنامه، تغییر در مدل فیزیکی شهر و گسترش آن در جهت‌های مختلف شده است (کریمی فیروزجائی و همکاران، ۱۳۹۶). طی سه دهه اخیر شهر بابل پس از شهر ساری بیشترین میزان توسعه فیزیکی را در استان مازندران داشته است (نصیری و همکاران، ۱۳۹۵).

روش‌های مختلفی برای شناخت جزیره حرارتی وجود دارد که این روش‌ها به‌طور معمول شامل استفاده از داده‌های اقلیمی برداشت‌شده از محیط، تصاویر ماهواره‌ای یا مدل‌سازی ریاضی است (Azevedo et al. 2016). در این پژوهش از داده‌های برداشت‌شده به‌صورت میدانی استفاده شده است. به دلیل نبود ایستگاه هواشناسی در شهر بابل از دو دستگاه مجهز به ثبت‌کننده خودکار<sup>۵</sup> از نوع (MIC USB-Data Logger, Taiwan 98583) ساخت کشور تایوان با قابلیت ثبت داده‌های دما و رطوبت نسبی در فواصل زمانی متفاوت استفاده شد (Error! Reference source not found).



شکل ۴ دیتالاگر (MIC 98583 USB-Data Logger, Taiwan) مورد استفاده برای ثبت داده‌های دما و رطوبت نسبی در بابل

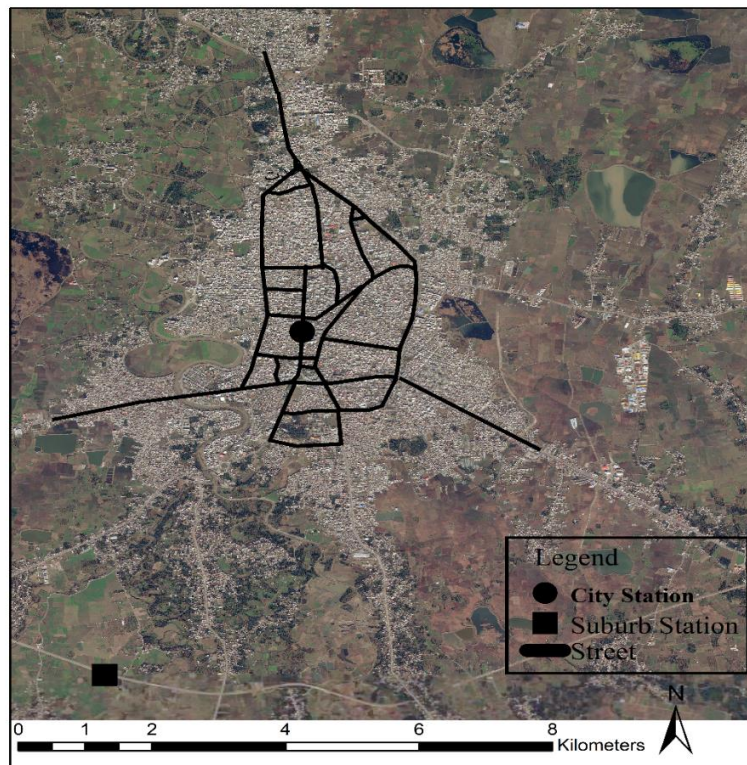
این دستگاه‌ها دقتی در حد دهم درجه دارند. دستگاه‌ها نخست توسط نماینده شرکت سازنده کالیبره شدند. برای اطمینان از صحت داده‌های ثبت‌شده به مدت چند شبانه‌روز در ایستگاه سینوپتیک بابلسر در کنار سنجنده‌های آن قرار داده شد و مشخص شد داده‌های آن‌ها تفاوت قابل ملاحظه‌ای با همدیگر و نیز با داده‌های ثبت شده ایستگاه بابلسر ندارند. بعد از صحت‌سنجی، دستگاه‌ها در محیط شهر و حومه آن نصب شدند (شکل ۵).

(۱۳۹۶) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای دریافتند، مناطق ساخته‌شده در شهر بابل به‌شدت افزایش یافته و در مرکز شهر و راه‌های خروجی شدت جزیره حرارتی بیشتر بوده است.

شهر بابل، دومین شهر پرجمعیت استان مازندران از سال ۱۳۳۵ همانند اغلب شهرهای ایران با افزایش سریع جمعیت روبه‌رو بوده و به یکی از شهرهای مهاجرپذیر این استان تبدیل شد. پیامدهای فضایی رشد صعودی جمعیت این شهر، قبل از هر چیز به‌صورت گسترش بی‌رویه شهر و اضافه شدن بی‌برنامه محله‌های جدید به محدوده شهر و تغییر تراکم و بافت کالبدی شهر ظاهر شد. با گسترش بی‌رویه این شهر در حال حاضر به‌عنوان شهر میانی یا متوسط مقیاس محسوب می‌شود و ایجاد جزیره حرارتی در آن دور از انتظار نیست. هدف این تحقیق، بررسی شکل‌گیری جزیره حرارتی و تفاوت تغییرات گام‌به‌گام دما در شهر بابل در مقایسه با حومه آن است. به این منظور با نصب دمانگارهای خودکار در دو محیط متفاوت با توان تفکیک زمانی بالا این پدیده واکاوی شد. نتایج این تحقیق می‌تواند برای برنامه‌ریزان شهری، سازمان حفاظت محیط‌زیست، بخش فضای سبز و عمران شهرداری و دیگر ارگان‌های ذی‌ربط استفاده شود. شناخت مشخص‌ترین زمان تشکیل جزیره حرارتی در شبانه‌روز در بابل و نیز بررسی بهترین زمان در بین ماه‌های مختلف سال مورد توجه است.

## ۲. داده‌ها و روش کار

این بررسی روی شهر بابل در استان مازندران انجام گرفت (Error! Error! Reference source not found.) مساحت شهر بابل برابر با ۳۰۵۲ هکتار است. این شهر بر اساس تقسیمات شهرداری به ۱۲ منطقه شهری تقسیم شده است (علوی و همکاران، ۱۳۹۶). افزایش جمعیت ۳۶۱۹۴ نفری در سال ۱۳۳۵ به ۳۵۶۷۸۱ در سال ۱۳۹۴ نشان از رشد فیزیکی



شکل ۵. موقعیت مکانی بابل و ایستگاه‌های ثبت داده‌های هواشناسی در آن

آبان (22 October 2015) تا ۱ دی‌ماه ۱۳۹۴ (22 November 2015) داده‌های ثبت‌شده در حین انتقال به رایانه همراه از بین رفتند. در نهایت ۷۷۶۲ داده ساعتی برداشت شد.

برای نشان دادن میزان شدت جزیره حرارتی از روش مرسوم در این زمینه استفاده شد. اختلاف میان دمای مراکز شهری و مناطق روستایی اطراف آن ( $\Delta T_{u-r}$ ) بیان‌کننده شدت جزیره حرارتی است (Oke 2002). منابع عنوان می‌دارند، گاه میزان شدت جزیره حرارتی در برخی از شهرها به بیش از ۱۰ درجه سانتی‌گراد نیز خواهد رسید (Tam et al. 2015).

در ادامه این پژوهش به بررسی تغییر روز به‌روز دما در دو مکان شهری و حومه برای نشان دادن تفاوت‌های مکانی پرداخت. برای این هدف از دو روش تلفیقی ۱. تغییر روز به‌روز دما (DTD)<sup>۱</sup> و ۲. تفاوت تغییرپذیری روز به‌روز

مکان نخست در مرکز شهر که دارای تراکم بالای جمعیت و ترافیک زیاد در روز است، به‌عنوان ایستگاه شهری انتخاب شد. مکان دوم به‌عنوان فضای حومه در بخش جنوبی شهر در انتهای روستای نجارکلا و در فاصله افقی ۶۳۵۰ متری از ایستگاه شهری واقع شده است. ایستگاه شهری دارای ارتفاع ۲ متری و حومه نیز در ۷ متری از سطح آب‌های آزاد قرار دارند. حس‌گرها در جعبه‌ای چوبی با قابلیت عبور هوا که به‌صورت همسان ساخته شدند، قرار داده شد. جعبه‌های پایش در ارتفاع حدود ۲ متری از سطح زمین قرار گرفتند.

دستگاه‌ها در تاریخ ۱۴/۴/۱۳۹۴ (7 May 2015) شروع به ثبت داده در این دو محیط کردند و به مدت ۳۵۲ روز تا تاریخ ۳۱/۳/۱۳۹۵ (20 June 2016) در محیط، ثبت داده‌های دما و رطوبت نسبی با گام زمانی یک ساعت را انجام دادند. در این بین به دلیل مشکلات فنی در فاصله ۱

کمینه روزانه ( $DTD_{(min)}$ ) است. مقادیر مثبت آن بیانگر تغییرات بیشتر دما در روز و مقادیر منفی بیانگر تغییرات بیشتر دما در شب هنگام است. این شاخص معیاری برای تشخیص و تمایز شهر از روستا و افزایش شهرنشینی پیشنهاد شده است. در مناطق شهری عمدتاً میزان  $\Delta DTD$  بیش از مناطق روستایی است (Tam et al., 2015).

### ۳. یافته‌های پژوهش

برای شناخت رفتار دمایی شهر و حومه داده‌های دما به شکل ساعتی برای این دو محیط استخراج شد. داده‌های استخراج‌شده از این دو محیط نشان داد، در فاصله ساعت‌های میان حدود ۹ تا ۱۳ شدت جزیره حرارتی به کمترین میزان خود می‌رسد. با فاصله گرفتن از این زمان به سمت شب دمای شهر دارای میزان بیشتری نسبت به حومه است. از زمان غروب خورشید اختلاف دمایی میان شهر با حومه به تدریج افزایش یافته و تا هنگام صبح ادامه می‌یابد. از هنگام صبح این اختلاف میان شهر و حومه کاهش یافته و تا حوالی ظهر این رفتار ادامه پیدا خواهد کرد. (Error! Reference source not found.)

دمای بیشینه با دمای کمینه  $\Delta DTD$  استفاده شد.

تغییرپذیری روزبه‌روز دما نخست توسط (Karl et al, 1995) برای مقاصد اقلیمی به کار برده شد و در ادامه توسط (Gough, 2008) توسعه یافت. تغییر روز به‌روز دما بر اساس رابطه زیر استوار است (Wu et al. 2016):

$$DTD = \sum |t_i - t_{i-1}| / (n - 1) \quad (1)$$

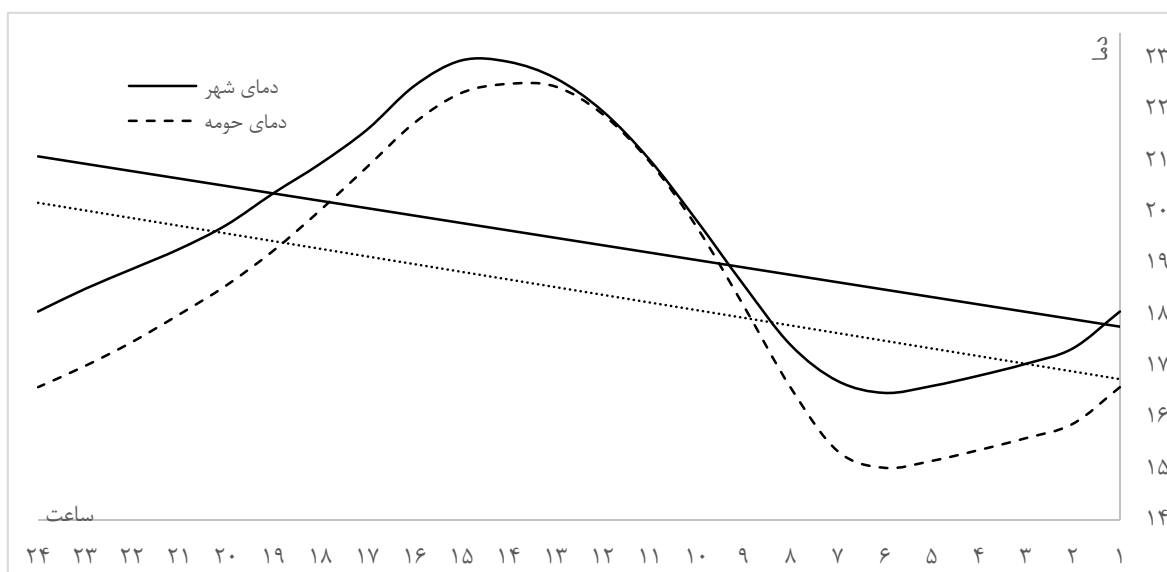
در این معادله  $\sum |t_i - t_{i-1}|$  مجموع قدر مطلق تفاضل دمای دو روز مجاور (هر زمان با زمان قبل از آن) برای مدت‌زمان معین (مثلاً ماهانه) و  $n$  تعداد کل داده‌هاست. این شاخص روشی جدید در شناسایی جزیره حرارتی شهری است (Tam et al. 2015).

پس از به‌دست آوردن  $DTD$  (اختلاف دمای روزبه‌روز) با رابطه بالا، تفاوت اختلاف روزبه‌روز دمای بیشینه و کمینه به‌عنوان شاخص  $\Delta DTD$  به شکل زیر بررسی شد (Gough & Hu, 2016).

$$\Delta DTD \quad (2)$$

$$= DTD(t_{max}) - DTD(t_{min})$$

این معادله نشان‌دهنده تفاضل میان تغییرات روزبه‌روز دمای بیشینه روزانه ( $DTD_{(max)}$ ) با تغییرات روزبه‌روز دمای



شکل ۶. تغییرات و تفاوت‌های دمایی ساعتی شهر بابل و حومه در کل دوره مورد بررسی

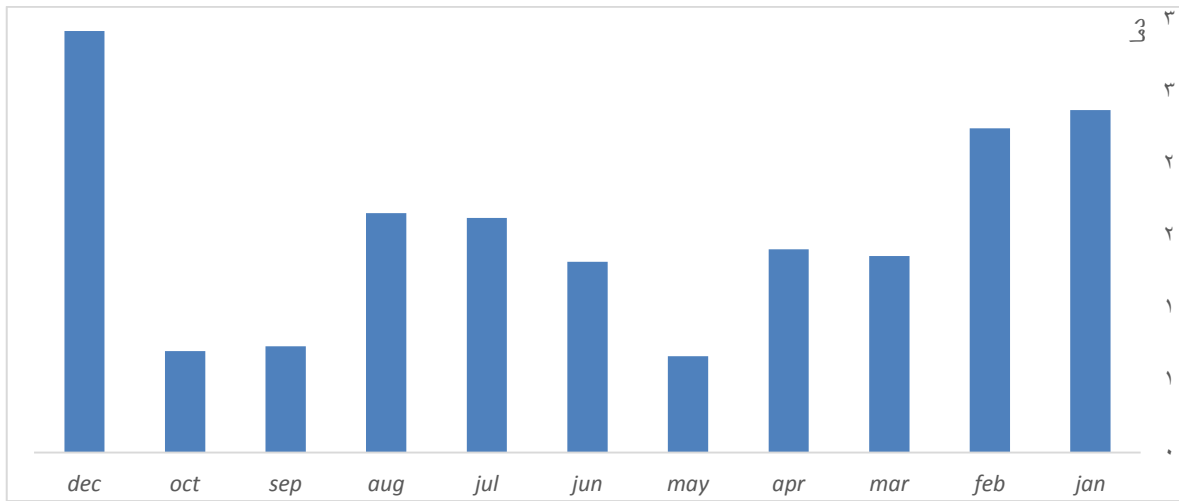
میان شهر و حومه در ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه نسبت به ماه‌های دیگر بیشتر و مشخص‌تر است. در این ماه‌ها میزان اختلاف میانگین کمینه‌های دو نقطه شهری و غیرشهری به بیش از ۲/۵ درجه سانتی‌گراد رسیده است. این در حالی است که بیشینه دمایی دو نقطه مورد بررسی دارای اختلاف‌های چشمگیری نیستند و در برخی ماه‌ها این شاخص‌ها در حومه بیش از شهر است (Error! Reference source not found).

با توجه به مشهود بودن اختلاف میانگین کمینه‌های دمایی شدت جزیره حرارتی با این پارامتر محاسبه شد. شدت در همه ماه‌ها نشان داد اختلاف میان شهر و حومه مثبت است (شکل 7). به دلیل از دست رفتن بیشتر داده‌های ماه نوامبر و کم بودن تعداد داده‌های این ماه، میزان شدت به بیش از ۳ درجه سانتی‌گراد رسید که این میزان قابل استناد برای یک ماه نبوده و در نمودار میزان آن نمایش داده نشد.

با توجه به داده‌های استخراج شده دما به صورت ساعتی از دو محیط متفاوت نتایج جالبی به دست آمد. به طور کلی میانگین دما در محیط شهری در دوره بررسی شده حدود ۱۹/۵ درجه سانتی‌گراد و در حومه شهر این میزان ۱۸/۵ درجه است. از لحاظ دمایی اغلب شاخص‌های دمایی (به جز دمای بیشینه) در محیط شهری نسبت به حومه دارای میزان بیشتری است. اختلاف کمینه‌های شهر و حومه در مقایسه با دیگر شاخص‌های دمایی بیشتر است. بررسی ساعتی داده‌ها نشان داد، دمای ایستگاه شهری از هنگام اوایل شب از ساعت ۱۹ اختلاف مشخصی با دمای حومه دارد. شیب کاهش دما در حومه بیشتر از داخل شهر است. کمترین اختلاف دمایی میان دو محیط شهر و حومه حوالی ساعت ۱۱ صبح وجود دارد. به عبارت بهتر اثر شهر بر دما در این زمان به کمترین میزان خود می‌رسد. شدت جزیره حرارتی مربوط به میانگین کمینه شهر با حومه در کل دوره مورد بررسی ۱/۷ درجه سانتی‌گراد است. علاوه بر این در دوره سرد سال اندازه اختلاف‌های دمایی

جدول 1. مقایسه دمایی شهر بابل با حومه به صورت ماهانه

ماه	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	کل دوره
میانگین شهر	۰/۵	۱۰/۷	۱۴	۱۷/۴	۲۲/۴	۲۶	۲۸/۸	۲۸/۸	۲۶/۳	۲۴/۹	۱۳/۸	۱۰/۲	۱۹/۵
میانگین حومه	۱/۲	۹/۵	۱۳/۱	۱۶/۷	۲۲/۱	۲۵/۲	۲۷/۷	۲۷/۹	۲۵/۳	۲۴/۱	۱۲/۳	۸/۷	۱۸/۵
بیشینه شهر	۲۳/۸	۲۵/۸	۲۹/۶	۴۱/۲	۳۲/۶	۳۶/۴	۳۸/۷	۴۰/۷	۳۶/۶	۳۳/۸	۲۱/۱	۲۰/۴	۳۱/۷
بیشینه حومه	۲۷/۸	۲۶/۵	۲۹/۲	۳۹/۴	۳۳/۱	۳۵/۲	۳۹/۵	۳۸/۲	۳۵/۶	۳۲/۲	۲۱/۵	۲۱	۳۱/۶
میانگین بیشینه شهر	۱۴/۲	۱۴/۹	۱۸/۲	۲۲/۵	۲۶/۲	۳۰/۴	۳۳/۵	۳۳/۳	۳۱/۵	۲۹	۱۸/۶	۱۳/۹	۲۳/۸
میانگین بیشینه حومه	۱۴/۵	۱۴/۸	۱۷/۶	۲۲/۳	۲۶/۷	۳۰	۳۲/۹	۳۲/۶	۲۹/۶	۲۷/۶	۱۸/۶	۱۳/۹	۲۳/۴
کمینه شهر	۲	۲/۳	۶/۵	۸/۱	۱۶/۱	۱۷/۴	۱۹	۲۰/۹	۱۸/۲	۱۶/۷	۷/۷	۳/۸	۲
کمینه حومه	-۰/۸	-۰/۳	۴/۸	۶/۶	۱۴/۸	۱۵/۸	۱۷/۹	۲۰/۶	۱۷/۲	۱۵/۹	۴	۱/۱	-۰/۸
میانگین کمینه شهر	۷/۶	۷/۷	۱۱	۱۳/۹	۱۹/۴	۲۲/۴	۲۴/۸	۲۵/۱	۲۲/۴	۲۱/۹	۱۰/۲	۷/۴	۱۶/۱
میانگین کمینه حومه	۵/۲	۵/۴	۹/۷	۱۲/۵	۱۸/۷	۲۱	۲۳/۲	۲۳/۵	۲۱/۶	۲۱/۲	۶/۸	۴/۵	۱۴/۴



شکل 7. شدت جزیره حرارتی در ماه‌های مختلف

جدول 2. تغییرپذیری دما در شهر و حومه بابل

پارامتر	شهر	حومه
DTD دمای روزانه	۱/۳۶	۱/۳۲
DTD دمای بیشینه	۲/۹	۲/۹
DTD دمای کمینه	۱/۳۲	۱/۴۷
$\Delta DTD$	۱/۶	۱/۴

دمای بالاتر شهر ظرفیت گرمایی هوای آن بالاتر رفته از این رو رطوبت نسبی کمتری نسبت به محیط حومه دارد.

#### ۴. نتیجه‌گیری

بررسی حاضر با اتکا بر داده‌های برداشت‌شده زمینی در دو نقطه شهری و حومه در بابل به بررسی ساعتی تفاوت‌های دمایی برای رسیدن به رفتار جزیره حرارتی پرداخته است. جزیره حرارتی تنها منحصر به میزان دمای هوای بیشتر در شهر نسبت به محیط پیرامونی نیست. این پدیده بدون شک بر تغییرپذیری دما نیز مؤثر خواهد بود. با توجه به منابع موجود این پدیده در دماهای کمینه به شکل روشن‌تر خود را نشان می‌دهد. یافته‌های بررسی دمایی در بابل نیز نشان داد، میزان دمای کمینه در همه ماه‌ها چه به صورت میانگین یا مطلق در شهر بیش از حومه بوده و این در حالی است

در ادامه برای مقایسه رفتار دمایی در دو نقطه انتخابی میزان DTD دماهای میانگین کمینه و بیشینه روزانه محاسبه شد. بررسی نشان داد، DTD میانگین دمای روزانه و دمای کمینه شهر بیش از حومه بوده اما این شاخص برای دمای بیشینه تفاوت چندانی در دو محیط ندارد. بررسی نشان داد، میزان  $\Delta DTD$  شهر بیش از حومه است.  
(Error! Reference source not found.)

بررسی میزان رطوبت شهر با حومه نیز نشان داد نقطه شهری به طور میانگین دارای ۷۰ درصد و حومه نیز دارای حدود ۷۳ درصد رطوبت نسبی است. بیشترین اختلاف رطوبت میان شهر و حومه در هنگام صبح که حومه دارای دمای کمتری نسبت به شهر است، وجود دارد. میزان رطوبت نسبی کمتر در شهر نیز به دلیل دمای بیشتر آن است. به دلیل

اختلاف دمایی میان شهر و حومه مشاهده شده در بابل در نتیجه اثر شهر بر دماست و به عبارت بهتر جزیره حرارتی در این شهر شکل گرفته و این حالت در دماهای کمینه خود را به شکل مشخص تر نشان داده است. نتیجه این بررسی مشخص می‌کند پدیده جزیره حرارتی منحصر به کلان‌شهرها نیست و در شهرهای متوسط نیز تشکیل می‌شود. نکته دیگر این‌که جزیره حرارتی، تغییرپذیری دمایی شهر بابل را نیز متفاوت با محیط اطراف آن کرده است. این افزایش دمای شهری می‌تواند در میزان مصرف انرژی برای سرمایش در دوره گرم سال و نیز کاهش مصرف انرژی برای گرمایش در دوره سرد سال مؤثر باشد. همچنین محیط شهری بابل می‌تواند، استرس‌های دمایی ناشی از دمای بالای بیشتر و استرس‌های دمایی کمتر، ناشی از دمای پایین را نسبت به محیط غیرشهری پیرامون خود ایجاد نماید. از طرفی با توجه به رشد روزافزون جمعیت شهری در مقایسه با جمعیت غیرشهری و توسعه فیزیکی شهرها این مسئله حائز اهمیت بیشتری است. از این‌رو در مدیریت شهری در بابل لازم است نخست اقداماتی برای جلوگیری از گسترش بی‌رویه شهر انجام گرفته و در ادامه تمهیداتی برای توسعه فضاهای سبز برای کاهش میزان دما در شهر اندیشیده شود.

### یادداشت‌ها

1. albedo
2. emissivity
3. day to day
4. Utrecht
5. Data Logger
6. urban
7. rural
8. day to day temperature variation
9. difference between day to day variability of daily maximum temperature ( $DTD_{(max)}$ ) and day to day variability of daily minimum temperature ( $DTD_{(min)}$ )

که دمای بیشینه نقطه شهری در برخی از موارد کمتر از حومه بوده است. در دوره بررسی شده، در شهر کمینه دما از ۲ درجه سانتی‌گراد پایین تر نرفته و در حومه شهر کمترین دمای ثبت شده ۰/۸- است. بیشترین شدت جزیره حرارتی، به صورت ماهانه در ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه (دوره سرد سال) در میانگین کمینه‌های شهر و حومه وجود دارد. بررسی تغییرپذیری روزبه‌روز دماها نیز نشان داد، میزان شاخص  $\Delta DTD$  که شاخصی جایگزین و جدید در شناخت پدیده جزیره حرارتی است، در حومه کمتر از شهر است. به‌طورکلی تغییرپذیری دمای کمینه شهر کمتر از حومه است. از آنجاکه محیط ساخته‌شده میزان سپیدایی و بازتابش از زمین را کاهش داده و نیز به‌طورمعمول دارای رطوبت کمتر و ظرفیت گرمایی و انرژی رسیده به سطح بیشتری است از این‌رو گرمای محسوس بیشتری در میان فضای ساخته‌شده ذخیره خواهد شد. این گرمای ذخیره‌شده در شب به محیط پس داده خواهد شد. در نتیجه تغییرپذیری دمای کمینه در شهر کمتر خواهد شد. امروزه مناطق در حومه شهرها به‌ویژه در استان مازندران تغییرات زیادی در حال رخ دادن است. مهاجرت بسیاری از روستاییان و پرجمعیت‌تر شدن مناطق نزدیک به شهر و ساخت بناهای موسوم به خانه دوم در مناطق حومه‌ای و روستایی اطراف شهرها و نیز تغییر الگوهای ساخت‌وساز روستاها (که شباهت زیادی با شهر دارند) در صورتی که با این روند فزاینده خود ادامه یابد، وضع موجود بررسی شده را تغییر خواهد داد و بدون شک میزان تغییرپذیری دمایی حومه امروزی به وضعیت شهری نزدیک و نزدیک‌تر خواهد شد. در نتیجه در آینده نه چندان دور، منطقه حومه این‌گونه شهرها را باید در فاصله دورتر از مرکز شهر و در مناطق کمتر دستکاری شده جستجو کرد. به عبارت ساده‌تر شهرها در حال بلعیدن محیط اطراف خود هستند. با توجه به یافته‌های بحث موجود می‌توان عنوان کرد

### منابع

رمضانی، ب. و دخت محمد، س. م. ۱۳۸۹. شناخت محدوده مکانی رشت تشکیل جزیره گرمایی در شهر. مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۱: ۴۹-۶۴.



- رنجبر سعادت‌آبادی، ع.، علی‌اکبری بیدختی، ع. و صادقی حسینی، س.ع. ۱۳۸۴. مطالعه موردی جزیره گرمایی تهران و شبیه‌سازی عددی آن. فیزیک زمین و فضا، ۳۱: ۶۳-۷۸.
- رنجبر سعادت‌آبادی، ع.، علی‌اکبری بیدختی، ع. و صادقی حسینی، س.ع. ۱۳۸۴. آثار جزیره گرمایی و شهرنشینی روی وضع هوا و اقلیم محلی در کلان‌شهر تهران بر اساس داده ورامین. محیط‌شناسی، ۳۹: ۵۹-۶۸.
- شمسی‌پور، ع.ا.، مهدیان ماهفروزی، م.، اخوان، ه. و حسین پور، ز. ۱۳۹۱. واکاوی جزیره حرارتی شهر تهران. مجله محیط‌شناسی، ۴(۳۸): ۴۵-۵۶.
- علوی، س.ع.، شاکری منصور، ا. و گروسی، ع. ۱۳۹۶. تحلیل فضایی عوامل شکل‌گیری خزش شهری در شهر بابل. فصل‌نامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، ۹: ۶۶-۸۸.
- علیجانی، ب.، طولابی نژاد، م. و صیادی، ف. ۱۳۹۶. محاسبه شدت جزیره حرارتی بر اساس هندسه شهری مورد مطالعه: محله کوچه باغ شهر تبریز. نشریه تحلیلی فضایی مخاطرات محیطی، ۴(۳): ۹۹-۱۱۲.
- کاویانی، م. ۱۳۸۰. میکروکلیماتولوژی. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).
- کریمی فیروزجایی، م.، کیاورز، م. و علوی پناه، س.ک. ۱۳۹۶. پایش و پیش‌بینی شدت جزیره حرارتی شهر بابل با توجه به گسترش شهری و تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی ۱۳۶۴-۱۳۹۴.
- نصیری هندخاله، ا.، حسینی فر، س.م. و احمدی، ع. ۱۳۹۵. تأثیر مهاجرت بر توسعه شهری با استفاده از مدل SWOT، مورد مطالعه: شهر بابل. دو فصلنامه پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، ۱۷(۲): ۵۵-۶۶.
- یوسفی، ی.، کاردل، ف.، رورده، ه. و محتسبی خلعتبری، م. ۱۳۹۶. بررسی پدیده جزیره حرارتی و اثر آن بر تغییرپذیری روز به‌روز دمای تابستان شهر بابل. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۳(۴۹): ۴۹۱-۵۰۱.
- Azevedo, J. A., Chapman, L. and Muller, C.L. 2016. Quantifying the daytime and night-time urban heat Island in Birmingham, UK: A comparison of satellite derived land surface temperature and high resolution air temperature observations. *Remote Sensing*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/rs8020153>
- Balogun, A. A., Balogun, I. A. and Adeyewa, Z.D. 2010. Comparisons of urban and rural heat stress conditions in a hot-humid tropical city. *Global Health Action*, 3(1), 5614. <https://doi.org/10.3402/gha.v3i0.5614>
- Brandsma, T. and Wolters, D. 2012. Measurement and statistical modeling of the urban heat island of the city of Utrecht (Netherlands). *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 51(6), 1046-1060. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-11-0206.1>
- Elmqvist, T., Fragkias, M., Goodness, J., Güneralp, B., Marcotullio, P. J., McDonald, R. I. and et al. 2013. *Regional Assessment of Asia. Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment*. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7088-1\\_33](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7088-1_33)
- Gough, W. A. 2008. Theoretical considerations of day-to-day temperature variability applied to Toronto and Calgary, Canada data. *Theoretical and Applied Climatology*, 94(1-2), 97-105. <https://doi.org/10.1007/s00704-007-0346-9>
- Gough, W. A. and Hu, Y. 2016. Day-to-day temperature variability for four urban areas in China. *Urban Climate*, 17, 80-88. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2016.06.002>
- Jin, M., Dickinson, R. E. and Zhang, D. L. 2005. The footprint of urban areas on global climate as characterized by MODIS. *Journal of Climate*, 18(10), 1551-1565. <https://doi.org/10.1175/JCLI3334.1>
- Karl, T. R., Knight, R. W. and Plummer, N. 1995. Trends in High Frequency Climate Variability in the Twentieth Century. *Nature*, 377(September 1995), 217-220. <https://doi.org/10.1038/377217a0>
- Kim, Y.-H. and Baik, J.-J. 2005. Spatial and Temporal Structure of the Urban Heat Island in Seoul. *Journal of Applied Meteorology*, 44(5), 591-605. <https://doi.org/10.1175/JAM2226.1>
- Lehoczky, A., Sobrino, J., Skoković, D. and Aguilar, E. 2017. The Urban Heat Island Effect in the City of Valencia: A Case Study for Hot Summer Days. *Urban Science*, 1(1), 9. <https://doi.org/10.3390/urbansci1010009>

- Ningrum, W. 2018. Urban Heat Island towards Urban Climate Urban Heat Island towards Urban Climate. *IOP Conference Series*, 0–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/118/1/012048>
- Ojeh, V., Balogun, A. and Okhimamhe, A. 2016. Urban-Rural Temperature Differences in Lagos. *Climate*, 4(2), 29. <https://doi.org/10.3390/cli4020029>
- Shahmohamadi, P., Sodoudi, S. and Cubasch, U. 2013. Mitigation of urban heat island effects as an environmental phenomena in Tehran metropolitan area: the way to move forward sustainability. *Caspian Journal of Applied Sciences Research*, 2(9), 126–135.
- Solecki, W., Rosenzweig, C. and Parshall, L. 2005. Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey. *Environmental Hazards*. <https://doi.org/10.1016/j.hazards.2004.12.002>
- T.R.Oke. 2002. *Boundary Layer Climates* (2nd ed.). Taylor & Francis e-Library,.
- Tam, B. Y., Gough, W. A. and Mohsin, T. 2015. The impact of urbanization and the urban heat island effect on day to day temperature variation. *Urban Climate*, 12, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2014.12.004>
- Wu, F. T., Fu, C., Qian, Y., Gao, Y. and Wang, S.Y. 2016. High-frequency daily temperature variability in China and its relationship to large-scale circulation. *International Journal of Climatology*. <https://doi.org/10.1002/joc.4722>
- Yamamoto, Y. 2005. Measures to Mitigate Urban Heat Islands. *Environmental and Energy Research Unit. Quaterly Review*, 18, 65–83.