

مطالعه‌ی دمای سطح زمین شهر تبریز در رابطه با کاربری اراضی با استفاده از تصویر لندست ۸

محمدعلی کوشش وطن^۱، اکبر اصغری زمانی^{۲*}

۱. دانشجوی دکتری گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۲. دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۶

چکیده

اطلاعات مقاله

در فرایند شهری شدن، برنامه‌ریزی مطلوب استفاده از اراضی بسیار مهم است. چرا که نحوه‌ی استفاده از اراضی تأثیرات قابل توجهی را در رژیم دمایی شهر دارد. در این راستا، هدف پژوهش حاضر مطالعه‌ی دمای سطح زمین در رابطه با کاربری اراضی بود. داده‌های پژوهش شامل شیپ فایل کاربری اراضی و تصویر روز ماهواره لندست ۸ در مسیر ۱۶۸ و ردیف ۳۲ به تاریخ ۱۳۹۹/۰۴/۰۷ می‌باشد. جهت استخراج دمای سطح زمین از نرم‌افزار ArcMap استفاده شد. همچنین، برای بررسی تفاوت در میانگین دما بین کاربری‌های مختلف از آزمون کروسکال - والیس در نرم‌افزار SPSS بهره گرفته شد. نتایج نشان داد که میانگین دمای شهر تبریز برابر با ۲۸/۴۱ درجه سانتی‌گراد و انحراف معیار ۴/۶۲ می‌باشد. همچنین، حداقل دمای آن برابر با ۱۳/۵۵ درجه سانتی‌گراد و بیش‌ترین دمای آن نیز آن برابر با ۳۹/۲۹ درجه سانتی‌گراد است. نتایج پژوهش به تفکیک کاربری‌های مختلف نشان داد که فرودگاه شهر تبریز با میانگین دمای ۳۳/۸۱ درجه سانتی‌گراد (انحراف معیار ۱/۸۱) دارای بیش‌ترین میانگین دمایی نسبت به سایر کاربری‌ها می‌باشد. در ادامه، به ترتیب کاربری‌های نظامی با میانگین دمای ۳۲/۲۲ درجه سانتی‌گراد (انحراف معیار ۲/۵۲)، اراضی بایر با میانگین دمای ۳۰/۵۷ درجه سانتی‌گراد (انحراف معیار ۳/۱۵)، کاربری صنعتی با میانگین دمای ۳۰/۵۱ درجه سانتی‌گراد (انحراف معیار ۲/۷۱)، رودخانه با میانگین دمای ۳۰/۰۷ درجه سانتی‌گراد (انحراف معیار ۲/۵۳)، فضای سبز با میانگین دمای ۲۹/۸۸ درجه سانتی‌گراد (انحراف معیار ۲/۹۴)، اراضی در حال ساخت با میانگین دمای ۲۵/۶۲ درجه سانتی‌گراد (انحراف معیار ۳/۲۲) و اراضی ساخته شده با میانگین دمای ۲۳/۶۱ درجه سانتی‌گراد (انحراف معیار ۳/۹۱) قرار دارند. همچنین، تفاوت دمای سطح زمین بین کاربری‌های مختلف در سطح ۰/۰۰۰ معنی‌دار گردید که نشان از وجود تفاوت بین دمای کلاسه‌های مختلف کاربری دارد. بر اساس مقایسه‌ها مشخص گردید که به جز میانگین دمای فضای سبز و رودخانه، بین میانگین دمای تمام کاربری‌ها به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

کلید واژه‌ها: سنجش از دور حرارتی، تحلیل آماری، ماهواره‌ی لندست.

دوره ۲، شماره ۳، بهار ۱۴۰۰

ص. ۴۹-۵۸

DOR: 20.1001.1.27173747.1400.2.1.4.0

مقدمه

شهری شدن لجام‌گسیخته در کنار گرمایش جهانی یکی از مهم‌ترین عواملی است که باعث تغییرات غیرطبیعی در الگوی دمایی شهرها شده است. در راستای شهری شدن سریع و بی‌برنامه، پوشش طبیعی اراضی به اراضی ساخته شده با موادی همچون آسفالت، سنگ و آجر تغییر می‌یابد (Mathew et al, 2016: 3). یکی از پیامدهای این مساله، شکل‌گیری پدیده‌ی جزایر حرارتی شهری^۱ می‌باشد. این پدیده در سال ۱۸۳۳ توسط لوک هوارد^۲ معرفی شده است که به‌طور عمده توسط تغییر سطح زمین ایجاد شده به‌وسیله‌ی سطوح غیرقابل نفوذ ایجاد می‌شود (Kolokotroni et al, 2006: 384). به‌موجب این پدیده، مناطق شهری گرم‌تر از محیط روستایی اطراف خود می‌شوند (Govind & Ramesh, 2020: 650; Liu & Zhang, 2011: 1537). بنابراین، دمای سطح زمین در بین کاربری‌های مختلف بر اساس میزان انرژی تابشی از سطح زمین متفاوت خواهد بود (Das & Angadi, 2020: 22). بدین امر، سطح زمین در مقیاس‌های مختلف مکانی و زمانی بر آب‌وهوا تأثیر می‌گذارد (Brunsell, 2006: 200).

دمای سطح زمین یکی از پارامترهای مهم کنترل فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی زمین است. بدین مهم، اهمیت ویژه‌ای را در مطالعه اقلیم شهری دارا می‌باشد. به‌طوری‌که باعث تغییر در دمای هوای پایین‌ترین لایه‌های اتمسفر شهر می‌گردد (Voogt & Oke, 2011: 370; Pu et al, 2006: 2003). تغییر در رژیم دمایی محیط، شرایط طبیعی و سلامت انسانی را به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهد. بدین‌جهت مقوله دمای سطح زمین در رابطه با کاربری و پوشش اراضی در پژوهش‌های مختلفی مورد توجه واقع شده است.

با توجه به موارد مطرح شده و اینکه بخش اعظمی از جمعیت جهان در نواحی شهری سکونت داشته و انتظار می‌رود در سال ۲۰۳۰ حدود ۶۰ درصد جمعیت جهان در این نواحی سکونت داشته باشند، مطالعه‌ی دمای سطح زمین اهمیت فراوانی به خود خواهد گرفت (Mishra et al, 2015: 2). در راستای موارد مطرح شده هدف پژوهش حاضر مطالعه دمای سطح زمین در رابطه با کاربری اراضی است تا تفاوت دمای سطح زمین را در بین کاربری‌های مختلف شهر تبریز بررسی نماید.

پیشینه‌ی پژوهش

در راستای پژوهش حاضر، مطالعات زیادی صورت گرفته است که بدین شرح می‌باشد: نتایج مطالعه امیری و همکاران (۱۳۸۶) تفاوت میان دمای سطح زمین میان کاربری‌های مختلف در شهر تبریز را به سال‌های ۱۹۹۸، ۱۹۸۹ و ۲۰۰۱ نشان می‌دهد. به‌طوری‌که پهنه‌های آبی در سه دوره مورد پژوهش خنک‌ترین و کلاس اراضی ساخته شده شامل کاربری‌های مسکونی، صنعتی و راه گرم‌ترین کلاس کاربری بوده است. نتایج پژوهش فیضی زاده و بلاشک^۳ (۲۰۱۳) تفاوت دمای سطح زمین را میان کلاس‌های کاربری اراضی شهر تبریز به تاریخ ۴ تیرماه ۱۳۹۰ آشکار نموده است. به‌طوری‌که حداقل و حداکثر دما در کاربری صنعتی برابر با ۲۱/۸۱ و ۳۰/۳۴ درجه سانتی‌گراد، حداقل و حداکثر دما در اراضی ساخته شده برابر با ۲۱/۱۴ و ۲۷/۶۸ درجه سانتی‌گراد، حداقل و حداکثر دما در بازار تبریز برابر با ۲۲/۶۷ و ۲۵/۷۶ درجه سانتی‌گراد، حداقل و حداکثر دما در اراضی در حال ساخت برابر با ۱۹/۴۷ و ۲۹/۵۲ درجه سانتی‌گراد، حداقل و حداکثر دما در فرودگاه شهر برابر با ۱۸/۸۴ و ۲۸/۶۱ درجه سانتی‌گراد، حداقل و حداکثر دما در اراضی بایر برابر با ۱۸/۰۱ و ۲۸/۴۷ درجه سانتی‌گراد، حداقل و حداکثر دما در فضای سبز برابر با ۱۷/۱ و ۲۱/۹ درجه سانتی‌گراد و حداقل و حداکثر دما در پهنه‌های آبی و رودخانه برابر با ۸/۵۷ و ۱۲/۲۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. نتایج مطالعه علوی‌پناه و همکاران (۱۳۹۴) تفاوت دمایی را بین کلاس‌های مختلف کاربری نشان می‌دهد. به‌طوری‌که پهنه‌های آبی دارای کم‌ترین میانگین دما و اراضی بایر دارای بیشترین میانگین دما می‌باشد. نتایج پژوهش بوکائی و همکاران (۲۰۱۶) تفاوت دمایی را میان کاربری اراضی شهر تهران نشان می‌دهد. به‌طوری‌که پهنه‌های آبی دارای کم‌ترین میانگین دما و اراضی بایر دارای بیشترین میانگین دما می‌باشد. نتایج مطالعه پیرنظر و همکاران (۱۳۹۷) نشان می‌دهد که پهنه‌های آبی و فضای سبز به ترتیب خنک‌ترین طبقه اراضی در شهر تهران می‌باشند. نتایج پژوهش گویند و رامش^۴ (۲۰۲۰) اثر بالای ۰/۹۴ کاربری اراضی را در دمای سطح زمین بنگال هند نشان داده است. نتایج مطالعه داس و انقدی^۵ (۲۰۲۰) وجود تفاوت دمای سطح زمین میان

^۱Urban Heat Island

^۲Luke Howard

^۳Blaschke

^۴Govind & Ramesh

^۵. Das & Angadi

مطالعه‌ی دمای سطح زمین شهر تبریز / کوشش وطن و زمانی

کاربری‌های مختلف بنگال غربی هند را نشان می‌دهد. به طوری که بیش‌ترین میانگین دما متعلق به اراضی ساخته شده و کم‌ترین میانگین دما متعلق به پهنه‌های آبی می‌باشد.

بررسی پیشینه‌ی پژوهش نشان می‌دهد که مطالعه‌ی دمای سطح زمین در رابطه با کاربری اراضی موضوع جدیدی نمی‌باشد. همچنین در شهر تبریز نیز مورد مطالعه واقع شده است. اما این مقوله در شهر تبریز به حالت آمار توصیفی بررسی گردیده است. تفاوت پژوهش حاضر از پژوهش‌های فوق بررسی تفاوت در میانگین دمایی شهر تبریز با استفاده از آزمون آماری می‌باشد. همچنین پژوهش امیری و همکاران (۱۳۸۶) برای سال‌های ۱۹۸۹، ۱۹۹۸ و ۲۰۰۱ و پژوهش فیضی زاده و بلاشک (۲۰۱۳) به تاریخ ۴ تیرماه ۱۳۹۰ برای شهر تبریز صورت گرفته است. اما پژوهش حاضر به بررسی تفاوت دمایی در شهر تبریز به تاریخ ۱۳۹۹/۰۴/۰۷ پرداخته است

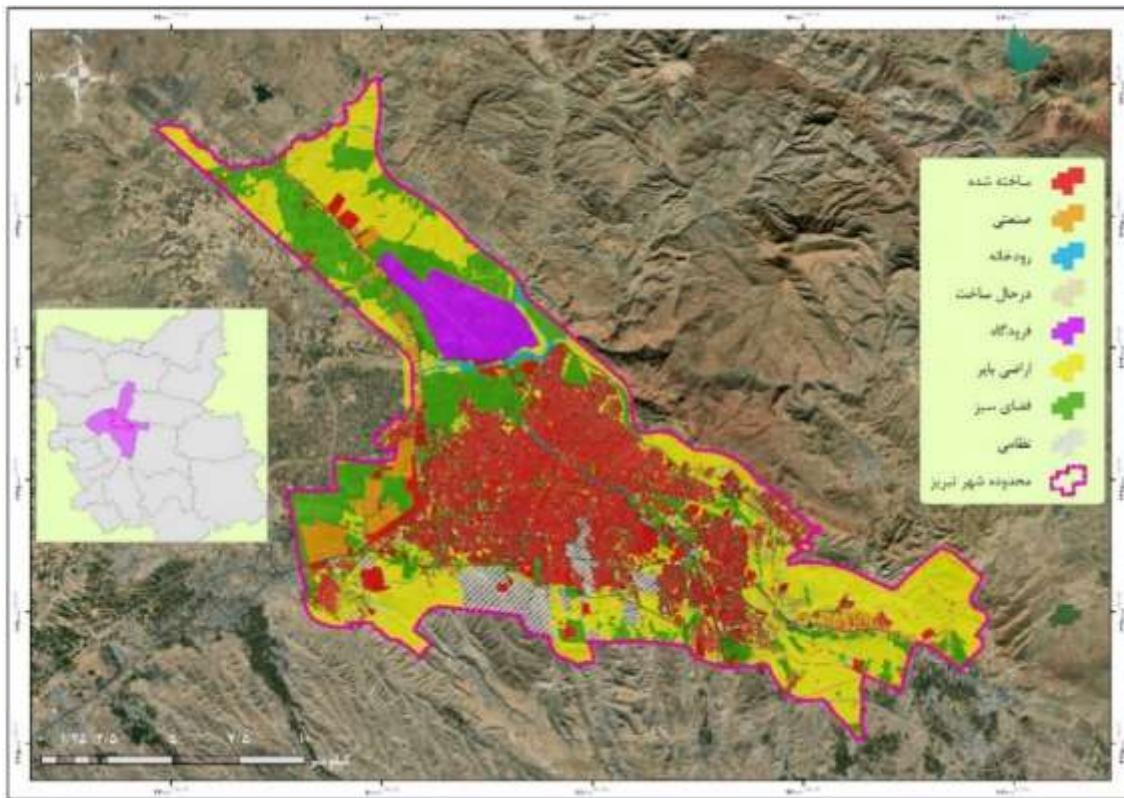
روش پژوهش

پژوهش حاضر کاربردی بوده و به لحاظ روش توصیفی - تحلیلی است. داده‌های پژوهش شامل شیپ فایل کاربری اراضی طرح جامع شهر تبریز (شکل ۱) و تصویر روز ماهواره لندست ۸ در مسیر ۱۶۸ و ردیف ۳۲ به تاریخ ۱۳۹۹/۰۴/۰۷ می‌باشد که از سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا^۱ تهیه گردید. جهت استخراج دمای سطح زمین از نرم‌افزار ArcMap استفاده شد. همچنین، برای بررسی تفاوت در میانگین دما بین کاربری‌های مختلف نیز از نرم‌افزار SPSS بهره گرفته شد. در پژوهش حاضر کاربری اراضی به‌عنوان متغیر مستقل و دمای سطح زمین نیز به‌عنوان متغیر وابسته می‌باشد. در ادامه نحوه استخراج دمای سطح زمین شرح داده شده است.

محدوده‌ی مورد مطالعه

شهر تبریز در شمال غرب ایران با وسعتی حدود ۲۴۵۰۰ هکتار در موقعیت جغرافیایی ۲۳°، ۴۵'، ۱۱'، ۴۶° طول شرقی و ۳۸°، ۹'، ۱' عرض شمالی با ارتفاع متوسط حدود ۱۳۴۰ متر در جلگه‌ای به نام جلگه تبریز واقع شده است (اصغری زمانی، ۱۳۷۹: ۱۴۶). این شهر بر اساس آخرین تقسیمات کشوری دارای ۲ بخش مرکزی و خسرو شهر و ۶ دهستان به نام‌های آجی‌چای، میدان چای، اسپیران، سرد صحرا، لاهیجان و تازه کند می‌باشد. تبریز از شمال به شهرستان ورزقان، از شمال غربی و غرب به شهرستان شبستر، از شمال شرقی به شهرستان هریس، از شرق به شهرستان بستان‌آباد، و از جنوب به شهرستان اسکو محدود شده است. شهرستان تبریز از دو ناحیه کوهستانی و دشتی تشکیل شده است. ارتفاع از سطح دریای آن در مناطق دشت ۱۳۱۰ متر و در مناطق کوهستانی بالغ بر ۲۱۰۰ متر می‌باشد. این شهر از شمال و جنوب، توسط کوه‌های عینالی و سهند احاطه شده است (اداره‌ی امور منابع آب شهر تبریز، ۱۳۹۰: ۱). شکل (۱) موقعیت محدوده‌ی مورد مطالعه و کاربری اراضی آن را نمایش می‌دهد که در ۸ طبقه دسته‌بندی شده است. بر اساس دسته‌بندی صورت گرفته در پژوهش حاضر از کل مساحت شهر تبریز ۳۴/۶۳ درصد متعلق به اراضی ساخته شده، ۴/۰۹ درصد متعلق به کاربری صنعتی، ۰/۸۹ درصد متعلق به رودخانه، در حال ساخت ۱/۱۷ درصد، ۴/۵۳ درصد متعلق به فرودگاه، ۳۱/۹۷ درصد متعلق به اراضی بایر، ۱۹/۰۲ درصد متعلق به فضای سبز و ۳/۷ درصد متعلق به کاربری نظامی می‌باشد (یافته‌های پژوهش).

¹. The United States Geological Survey



شکل ۱. موقعیت محدوده‌ی مورد مطالعه و کاربری اراضی آن

محاسبه‌ی دمای سطح زمین

دمای درخشندگی^۱

جهت برآورد دمای درخشندگی از اطلاعات باند حرارتی سنجنده TIRS استفاده می‌شود (فیروزجانی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۲۸). با استفاده از باند مذکور، عدد رقومی^۲ به تابش طیفی^۳ تبدیل می‌گردد. بدین امر، برای تصاویر لندست ۸ از رابطه (۱) استفاده شد. در این رابطه L_{λ} معرف انرژی ثبت شده در سنجنده $[W/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)]$ ، M_L معرف ضریب تبدیل ضربی (از متادیتا استخراج می‌گردد)، Q_{cal} معرف ارزش رقومی تصویر خام حرارتی و A_L معرف ضریب تبدیل جمعی (از متادیتا استخراج می‌شود) می‌باشد (Li et al, 2004: 524; Latif, 2014: 3842; Li & Jiang, 2018: 7; U.S. Geological Survey, 2019: 54).

$$L_{\lambda} = M_L \times Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

داده‌های باند حرارتی را می‌توان از تابش طیفی در سنسور^۴ به دمای درخشندگی در سنسور^۵ تبدیل نمود. دمای درخشندگی در سنسور فرض می‌نماید که سطح زمین جسمی سیاه بوده (میزان انتشار طیفی^۶ آن برابر با ۱ است) و دارای اثرات جوی جذب و انتشار در طول مسیر می‌باشد. جهت انجام تبدیل مذکور، از رابطه (۲) استفاده می‌شود (Chander et al, 2009: 900). در این رابطه BT معرف دمای درخشندگی ماهواره، k_1 و k_2 معرف ثابت حرارتی می‌باشد (از متادیتا استخراج می‌گردد) و L_{λ} نیز معرف رادیانس طیفی لایه بالای اتمسفر است (Bokaie et al, 2016: 96; Khorchani et al, 2018: 8; Sekertekin&Bonafoni, 2020: 6).

1. Brightness Temperatures

2. Digital Number

3. Spectral Radiance

4. at-sensor Spectral Radiance

5. at-sensor Brightness Temperature

6. Spectral Emissivity

مطالعه‌ی دمای سطح زمین شهر تبریز / کوشش وطن و زمانی

$$BT = \frac{k_2}{\ln\left(\frac{k_1}{L_\lambda} + 1\right)} - 273.15 \quad (2)$$

توان انتشار^۱

جهت استخراج این شاخص، ابتدا نیاز به برآورد شاخص پوشش گیاهی می‌باشد که بدین امر از رابطه (۳) استفاده شده است. در این راستا برای تصویر لندست ۸ از باندهای ۴ (RED) و ۵ (NIR) استفاده گردید (Amiri et al, 2004: 436; Sobrino et al, 2004: 436; Carlson & Ripley, 1997: 241; al, 2009: 2607). به لحاظ تئوریک، حد بالا و پایین شاخص پوشش گیاهی بین +۱ و -۱ می‌باشد. مقادیر بالای آن نشان‌دهنده‌ی پوشش گیاهی متراکم و مقادیر پایین آن مربوط به آب، ابر و برف می‌باشد (Bokaie et al, 2016: 97; Das & Angadi, 2020: 14).

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (3)$$

در ادامه شاخص نسبت پوشش گیاهی^۲ از رابطه (۴) برآورد شد. نسبت پوشش گیاهی را می‌توان با مقادیر حداقل و حداکثر پوشش گیاهی برآورد نمود (Das & Angadi, 2020: 12). در این رابطه P_v معرف نسبت پوشش گیاهی است (Sobrino et al, 2004: 436, (Sekertekin & Bonafoni, 2020: 9; Das & Angadi, 2020: 12).

$$P_v = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} + NDVI_{min}} \right)^2 \quad (4)$$

جهت محاسبه توان انتشار از رابطه (۵) استفاده شد. در این رابطه m برابر با ۰/۰۰۴ و n نیز برابر با ۰/۹۸۶ می‌باشد (Sobrino et al, 2004: 436; Wang et al, 2016: 3; Das & Angadi, 2020: 12).

$$\varepsilon = m \times P_v + n \quad (5)$$

استخراج دمای سطح زمین

در نهایت جهت استخراج دمای سطح زمین از رابطه (۶) استفاده شد.

$$LST = \frac{BT}{1 + \lambda \times \left(\frac{BT}{P}\right) \times \ln(\varepsilon)} \quad (6)$$

در رابطه فوق، BT معرف دمای درخشندگی، λ معرف طول موج تابش ساطع شده (11.475 μm)، P برابر است با $h \times c$ که در اینجا h معرف ثابت پلانک^۳ ($6.626 \times 10^{-34} Js$)، c معرف شدت نور ($2.998 \times 10^8 ms^{-1}$) و s نیز معرف ثابت بولتزمن^۴ ($1.38 \times 10^{-23} JK^{-1}$) است (Artis & Carnahan, 1982: 315; Lu & Weng, 2006: 160; Keikhosravi, 2019: 3; Das & Angadi, 2020: 14).

یافته‌ها و بحث

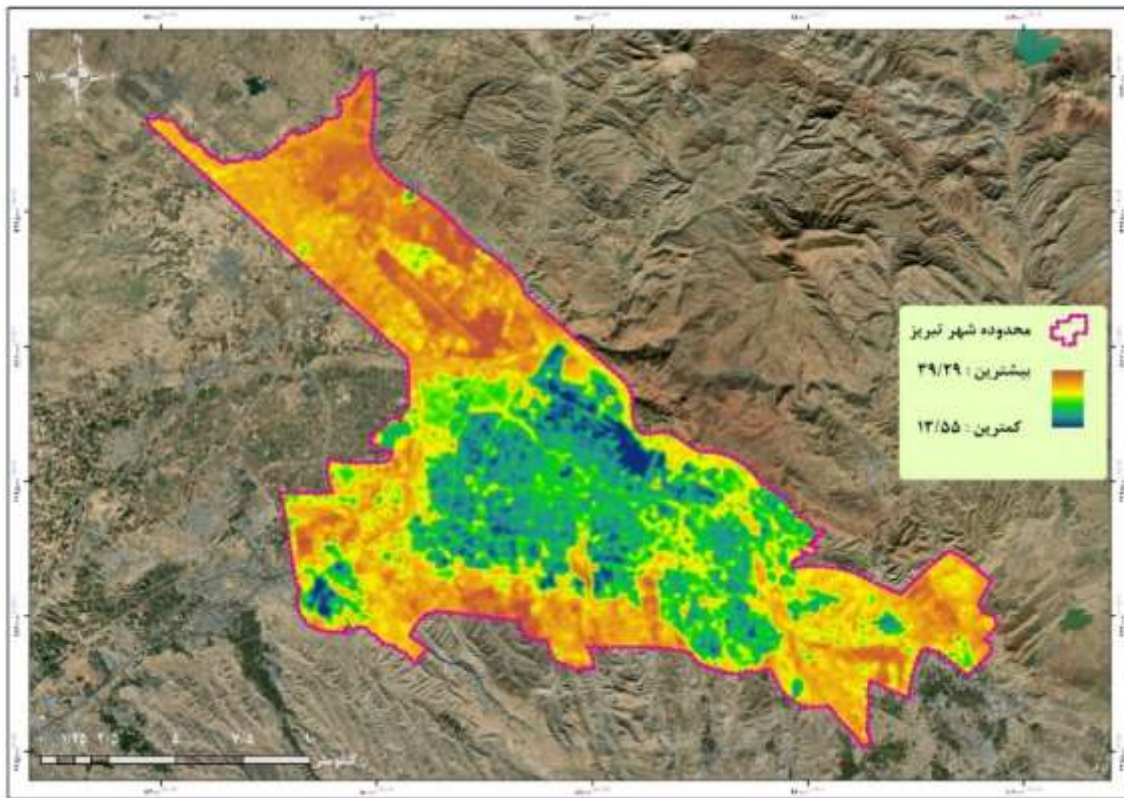
بر اساس تحلیل صورت گرفته بر روی لایه دمای سطح زمین تولید شده، مشخص گردید که میانگین دمای شهر تبریز در تیرماه ۱۳۹۹، برابر با ۲۸/۴۱ درجه سانتی‌گراد و انحراف معیار ۴/۶۲ می‌باشد. همچنین، حداقل دمای آن برابر با ۱۳/۵۵ درجه سانتی‌گراد و بیش‌ترین دمای آن برابر با ۳۹/۲۹ درجه سانتی‌گراد است. شکل (۲) نقشه دمای سطح زمین شهر تبریز را برای تاریخ ۴ تیرماه ۱۳۹۹ نشان می‌دهد.

1. Emissivity

2. Proportion of Vegetation

3. Planck

4. Boltzmann



شکل ۲. نقشه‌ی دمای سطح زمین شهر تبریز

به‌منظور مشخص شدن وضعیت دما در شهر تبریز بر اساس کاربری‌های مختلف، کاربری‌های شهر در ۸ طبقه دسته‌بندی گردید که در جدول (۱) قابل مشاهده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌گردد، اراضی ساخته‌شده با کم‌ترین دمای ۱۳/۵۵ درجه سانتی‌گراد دارای پایین‌ترین حداقل دما میان سایر کاربری‌ها می‌باشد. همچنین، کاربری فرودگاه نیز با کم‌ترین دمای ۲۷/۱۴ درجه سانتی‌گراد دارای بالاترین حداقل دما است. در ادامه، رودخانه با بیش‌ترین دمای ۳۴/۷۸ درجه سانتی‌گراد دارای پایین‌ترین حداکثر دما میان سایر کاربری‌ها می‌باشد. همچنین، کاربری فرودگاه نیز با بیش‌ترین دمای ۳۹/۲۹ درجه سانتی‌گراد دارای بالاترین بیش‌ترین دما است. به لحاظ میانگین دما نیز اراضی ساخته شده با میانگین دمای ۲۳/۶۱ درجه سانتی‌گراد و انحراف معیار ۳/۹۱ دارای کمترین میانگین دمایی نسبت به سایر کاربری‌ها می‌باشد. کاربری فرودگاه نیز با میانگین دمای ۳۳/۸۱ درجه سانتی‌گراد و انحراف معیار ۱/۸۱ دارای بیش‌ترین میانگین دمایی نسبت به سایر کاربری‌های است.

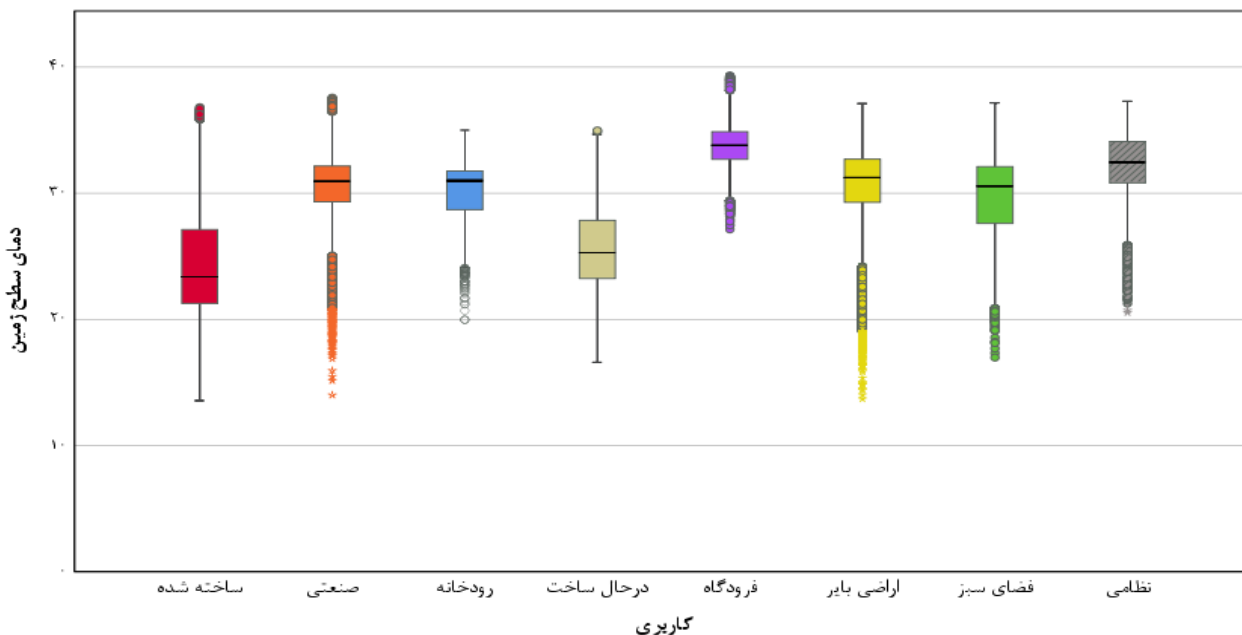
جدول ۱. آمارهای توصیفی دمای سطح زمین شهر تبریز

کاربری	کمترین دما	بیشترین دما	میانگین دما	انحراف معیار دما
ساخته شده	۱۳/۵۵	۳۶/۵۹	۲۳/۶۱	۳/۹۱
صنعتی	۱۴/۳۳	۳۷/۵۶	۳۰/۵۱	۲/۷۱
رودخانه	۱۹/۵۷	۳۴/۷۸	۳۰/۰۷	۲/۵۳
در حال ساخت	۱۴/۵۶	۳۴/۹۶	۲۵/۶۲	۳/۲۲
فرودگاه	۲۷/۱۴	۳۹/۲۹	۳۳/۸۱	۱/۸۱
بایر	۱۴/۲۱	۳۷/۱۱	۳۰/۵۷	۳/۱۵
فضای سبز	۱۶/۹۸	۳۷/۱۵	۲۹/۸۸	۲/۹۴
نظامی	۱۸/۱۳	۳۷/۲۹	۳۲/۲۲	۲/۵۲

در ادامه به بررسی تفاوت در میانگین دمایی بین کاربری‌ها پرداخته شد. همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌گردد، میانگین دمای اراضی ساخته‌شده با همه کاربری‌ها متفاوت به نظر می‌رسد. همچنین، میانگین دمای کاربری صنعتی نیز با اراضی بایر و رودخانه متفاوت

مطالعه‌ی دمای سطح زمین شهر تبریز / کوشش وطن و زمانی

به نظر نمی‌رسد. ولی میانگین دمای این کاربری با میانگین دمای فرودگاه و اراضی ساخته شده، در حال ساخت و فضای سبز متفاوت به نظر می‌آید. همچنین میانگین دمای اراضی در حال ساخت نیز به جز اراضی ساخته شده با سایر کاربری‌ها تفاوت آشکاری را نشان می‌دهد. فرودگاه شهر نیز به صورت کاملاً آشکار دارای میانگین دمای متفاوتی از کل کاربری‌ها می‌باشد. میانگین دمای کاربری نظامی نیز با همه کاربری‌ها متفاوت به نظر می‌رسد. البته لازم به ذکر است که جهت تعیین تفاوت بین میانگین‌ها انحراف معیار داده‌ها نیز بسیار مهم است. بدین امر در ادامه جهت تشخیص دقیق‌تر تفاوت از آزمون آماری نیز در کنار مقایسه نموداری استفاده شده است.



شکل ۳. نمودار جعبه‌ای میانگین دما بر اساس کلاس‌های کاربری

برای بررسی تفاوت در دمای سطح زمین بر اساس کاربری‌های مختلف به جهت عدم نرمال بودن توزیع بین گروهی داده‌های دمای سطح زمین، از آزمون کروسکال - والیس^۱ استفاده شد. این آزمون در جستجوی تفاوت‌ها در امتیازهای متغیر وابسته بین سه گروه یا بیش‌تر از یک متغیر مستقل می‌باشد (Mayers, 2013: 482). این آزمون در سطح ۰/۰۰۰ معنی‌دار گردید که نشان از وجود تفاوت بین دمای کلاس‌های مختلف کاربری دارد. همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌گردد، تمام کاربری‌های به حالت دودویی جهت تشخیص منشأ تفاوت با یکدیگر مقایسه شدند. بر اساس مقایسه‌ها مشخص گردید که به جز میانگین دمای فضای سبز و رودخانه، بین میانگین دمای تمام کاربری‌ها تفاوت معنی‌داری به لحاظ آماری وجود دارد.

جدول ۲. بررسی تفاوت میانگین دمای سطح زمین بین کلاس‌های کاربری

ساخته شده	صنعتی	رودخانه	در حال ساخت	فرودگاه	اراضی بایر	فضای سبز	نظامی
۰/۰۰۰							
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰						
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰					
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰				
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰			
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰		
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

^۱. Kruskal-Wallis

همان‌طور که در جدول (۳) مشاهده می‌گردد فرودگاه شهر تبریز دارای بیش‌ترین میانگین رتبه‌ای ۲۴/۲۴ می‌باشد که نشان‌گر بیش‌تر بودن دمای آن نسبت به سایر کاربری‌ها می‌باشد. همچنین، کم‌ترین میانگین رتبه‌ای نیز متعلق به اراضی ساخته‌شده برابر با ۷۰۶۵۰/۲۵ می‌باشد.

جدول ۳. میانگین رتبه‌ای دمای سطح زمین کلاس‌های کاربری

کاربری	تعداد پیکسل	میانگین رتبه‌ای
ساخته‌شده	۹۶۲۶۷	۷۰۶۵۰/۲۵
صنعتی	۱۱۳۸۱	۱۷۰۳۱۵/۸۷
رودخانه	۲۴۷۰	۱۶۱۵۷۹/۱
در حال ساخت	۳۲۵۴	۸۶۳۰۰/۴۶
فرودگاه	۱۲۵۸۶	۲۴۲۷۰۴/۲۴
اراضی بایر	۸۸۸۷۲	۱۷۵۳۴۶/۲۹
فضای سبز	۵۲۸۸۳	۱۵۹۵۲۳/۶۷
نظامی	۱۰۲۹۸	۲۰۸۹۲۲/۲۲
مجموع	۲۷۸۰۱۱	

نتیجه‌گیری

گسترش بدون برنامه‌ی شهر از عواملی است که باعث ناهنجاری دمایی آن می‌گردد. در فرایند شهری شدن نیز برنامه‌ریزی مطلوب نحوه‌ی استفاده از اراضی بسیار مهم است. چراکه در غیر این صورت تأثیر قابل‌توجهی را در رژیم دمایی شهر خواهد داشت. در این راستا هدف پژوهش حاضر مطالعه‌ی دمای سطح زمین در رابطه با کاربری اراضی است تا تفاوت دمای سطح زمین را در بین کاربری‌های مختلف شهر تبریز بود. بدین امر، تصاویر از لندست ۸ سطح یک برای استخراج دمای سطح زمین شهر تبریز استفاده شد. همچنین، کاربری اراضی شهر تبریز نیز در ۸ کلاس اراضی ساخته‌شده، صنعتی، رودخانه، اراضی در حال ساخت، فرودگاه، اراضی بایر، فضای سبز و نظامی دسته‌بندی گردید.

نتایج حاصل از دمای سطح زمین شهر تبریز نشان می‌دهد که میانگین دمای شهر تبریز در تیرماه ۱۳۹۹، برابر با ۲۸/۴۱ درجه سانتی‌گراد و انحراف معیار ۴/۶۲ می‌باشد. همچنین، حداقل دمای آن برابر با ۱۳/۵۵ درجه سانتی‌گراد و بیش‌ترین دمای آن برابر با ۳۹/۲۹ درجه سانتی‌گراد است.

بر اساس دسته‌بندی کاربری صورت‌گرفته در پژوهش حاضر، اراضی ساخته‌شده با کم‌ترین دمای ۱۳/۵۵ درجه سانتی‌گراد دارای پایین‌ترین حداقل دما میان سایر کاربری‌ها می‌باشد. همچنین، کاربری فرودگاه نیز با کم‌ترین دمای ۲۷/۱۴ درجه سانتی‌گراد دارای بالاترین حداقل دما است. در ادامه، رودخانه با بیش‌ترین دمای ۳۴/۷۸ درجه سانتی‌گراد دارای پایین‌ترین حداکثر دما میان سایر کاربری‌ها می‌باشد. همچنین، کاربری فرودگاه نیز با بیش‌ترین دمای ۳۹/۲۹ درجه سانتی‌گراد دارای بالاترین بیش‌ترین دما است. به لحاظ میانگین دما نیز اراضی ساخته‌شده با میانگین دمای ۲۳/۶۱ درجه سانتی‌گراد و انحراف معیار ۳/۹۱ دارای کم‌ترین میانگین دمایی نسبت به سایر کاربری‌ها می‌باشد. کاربری فرودگاه نیز با میانگین دمای ۳۳/۸۱ درجه سانتی‌گراد و انحراف معیار ۱/۸۱ دارای بیش‌ترین میانگین دمایی نسبت به سایر کاربری‌های است.

بررسی نتایج تفاوت دمای سطح زمین بین کاربری‌های مختلف در سطح ۰/۰۰۰ معنی‌دار گردید که نشان از وجود تفاوت بین دمای کلاس‌های مختلف کاربری دارد. بر اساس مقایسه‌ها مشخص گردید که به جز میانگین دمای فضای سبز و رودخانه، بین میانگین دمای تمام کاربری‌ها تفاوت معنی‌داری به لحاظ آماری وجود دارد. در این راستا، فرودگاه شهر تبریز دارای بیش‌ترین میانگین رتبه‌ای

مطالعه‌ی دمای سطح زمین شهر تبریز / کوشش وطن و زمانی

۲۴/۴۰۴۲۷ می‌باشد که نشان‌گر بیش‌تر بودن دمای آن نسبت به سایر کاربری‌ها می‌باشد. همچنین، کم‌ترین میانگین رتبه‌ای نیز متعلق به اراضی ساخته‌شده برابر با ۷۰۶۵۰/۲۵ می‌باشد.

نتایج پژوهش حاضر به لحاظ وجود تفاوت در میان کاربری‌های مختلف هم‌راستا با نتایج پیشینه‌ی پژوهش می‌باشد. ولی نمی‌توان به لحاظ بیش‌ترین و کم‌ترین دمای کاربری‌ها با پژوهش‌های پیشین مقایسه‌گردد، چراکه دسته‌بندی طبقات کاربری در این پژوهش متفاوت است.

منابع

- اداره‌ی امور منابع آب شهر تبریز (۱۳۹۰)، سیمای منابع آب شهر تبریز.
- اصغری زمانی، اکبر (۱۳۷۹)، پژوهشی در روند حاشیه‌نشینی ایران؛ مطالعه‌ی موردی: شهر تبریز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: دکتر فیروز جمالی. استاد مشاور: دکتر کریم حسین‌زاده دلیر. دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.
- امیری، رضا؛ علی‌محمدی، عباس؛ و علوی‌پناه، سید کاظم (۱۳۸۶)، مطالعه تغییرپذیری فضایی - زمانی حرارت در ارتباط با کاربری/پوشش زمین در منطقه شهری تبریز با استفاده از داده‌های حرارتی و انعکاسی TM و ETM+ لندست، محیط‌شناسی، دوره‌ی ۳۳، شماره‌ی ۴۳، صص ۱۲۰-۱۰۷.
- پیرنظر، مجتبی؛ روستایی، شهرام؛ فیضی‌زاده، بختیار؛ و رئیسی نافچی، فاطمه (۱۳۹۷)، بررسی درجه حرارت سطح زمین و ارتباط آن با کلاس‌های پوشش کاربری زمین‌شهری با استفاده از داده‌های سنجنده لندست ۸، مطالعه موردی شهر تهران، آمایش جغرافیایی فضا، دوره‌ی ۸، شماره‌ی ۲۹، صص ۲۴۱-۲۲۷.
- کریمی فیروزجائی، محمد؛ کیاورز، مجید؛ و علوی پناه، سید کاظم (۱۳۹۶)، پایش و پیش‌بینی شدت جزیره‌ی حرارتی شهر بابل با توجه به گسترش شهری و تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی ۱۳۹۴-۱۳۶۴، مهندسی فناوری اطلاعات مکانی، دوره‌ی ۵، شماره‌ی ۳، صص ۱۵۱-۱۲۳.

- Amiri, R., Alimohammadi, A., AlaviPanah, S. (2009). Spatial-temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and land use/cover in the Tabriz urban area, Iran. *Remote Sensing of Environment*, 113, 2606-2617.
- Artis, D. A., & Carnahan, W. H. (1982). Survey of emissivity variability in thermography of urban areas. *Remote Sensing of Environment*, 12, 313-329.
- Bokaie, M., KheirkhahZarkesh, M., DaneshkarArasteh, P., Hosseini, A. (2016). Assessment of Urban Heat Island Based on the Relationship between Land Surface Temperature and Land Use/Land Cover in Tehran. *Sustainable Cities and Society*, 23, 94-104.
- Brunsell, N. (2006). Characterization of land-surface precipitation feedback regimes with remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 100, 200-211.
- Carlson, T., Ripley, D. (1997). On the Relation between NDVI, Fractional Vegetation Cover, and Leaf Area Index. *Remote Sensing of Environment*, 62, 241-252.
- Chander, G., Markham, B. (2009). Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment*, 113, 893-903.
- Das, S., Angadi, D. P. (2020). Land use-land cover (LULC) transformation and its relation with land surface temperature changes: A case study of Barrackpore Subdivision, West Bengal, India, *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 19, 1-28.
- Feizizadeh, B., Blaschke, T. (2013). Examining Urban Heat Island Relations to Land Use and Air Pollution: Multiple Endmember Spectral Mixture Analysis for Thermal Remote Sensing. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 6, 1-8.

- Govind, N., Gowda, R. (2020). Exploring the relationship between LST and land cover of Bengaluru by concentric ring approach. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 1-25.
- Keikhosravi, G. (2019). The effect of heat waves on the intensification of the heat island of Iran's metropolises (Tehran, Mashhad, Tabriz, Ahvaz). *Urban Climate*, 28, 1-13.
- Khorchani, M., Vicente-Serrano, S., Azorin-Molina, C., Garcia, M., Martín-Hernández, N., Peña-Gallardo, M., Kenawy, A., Domínguez-Castro, F. (2018). Trends in LST over the peninsular Spain as derived from the AVHRR imagery data. *Global and Planetary Change*, 166,
- Kolokotroni, M., Giannitsaris, I., Watkins, R. (2006). The effect of the London urban heat island on building summer cooling demand and night ventilation strategies. *Solar Energy*, 80, 383-392.
- Latif, S. (2014). Land Surface Temperature Retrieval of Landsat-8 Data Using Split Window Algorithm- A Case Study of Ranchi District, *International Journal of Engineering Development and Research*, 2(4), 3840-3849.
- Li, F., Jackson, T., Kustas, W., Schmugge, T., French, A., Cosh, M., Bindlish, R. (2004). Deriving land surface temperature from landsat 5 and 7 during SMEX02/SMACEX. *Remote Sensing of Environment*, 92, 521-534.
- Li, S., Jiang, G. M. (2018). Land Surface Temperature Retrieval From Landsat-8 Data With the Generalized Split-Window Algorithm. *IEEE Access*, 6, 1-15.
- Liu, L., Zhang, Y. (2011). Urban heat island analysis using the landsat TM data and ASTER Data: A case study in Hong Kong. *Remote Sensing*, 3, 1535-1552.
- Lu, D., Weng, Q. (2006). Spectral mixture analysis of ASTER images for examining the relationship between urban thermal features and biophysical descriptors in Indianapolis, Indiana, USA. *Remote Sensing of Environment*, 104, 157-167.
- Mathew, A., Khandelwal, S., Kaul, N. (2016). Spatial and Temporal Variations of Urban Heat Island Effect and the effect of Percentage Impervious Surface Area and Elevation on Land Surface Temperature: Study of Chandigarh City, India. *Sustainable Cities and Society*, 26, 264-277.
- Mayer, A. (2013). *Introduction to Statistics and SPSS in Psychology*, United Kingdom, Pearson.
- Mishra, V., Ganguly, A., Nijssen, B., & Lettenmaier, D. (2015). Changes in observed climate extremes in global urban areas. *Environmental Research Letters*, 10(2), 1-10.
- Pu, R., Gong, P., Michishita, R., Sasagawa, T. (2006). Assessment of Multi-Resolution and Multi-Sensor Data for Urban Surface Temperature Retrieval. *Remote Sensing of Environment*, 104, 211-225.
- Sekertekin, A., Bonafoni, S. (2020). Land Surface Temperature Retrieval from Landsat 5, 7, and 8 over Rural Areas: Assessment of Different Retrieval Algorithms and Emissivity Models and Toolbox Implementation. *Remote Sensing*, 12,
- Sobrino, J., Jimenez-Munoz, J. C., Paolini, L. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment*, 90, 434-440.
- U.S. Geological Survey (2019). *Landsat 8 (L8) Data Users Handbook, Version 5.0*.
- U.S. Geological Survey, https://www.usgs.gov/faqs/does-landsat-level-1-data-processing-include-atmospheric-correction?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products Last seen: 2020/12/23.
- Voogt, J., Oke, T. (2003). Thermal Remote Sensing of Urban Climates. *Remote Sensing of Environment*, 86, 370-384.
- Wang, S., Ma, Q., Ding, H., Liang, H., (2016). Detection of Urban Expansion and Land Surface Temperature Change Using Multi-temporal Landsat Images. *Resources Conservation and Recycling*, 128, 526-534.