Journal of Urban Ecology Researches
Vol 13, No. 4, Series 29, Winter 2022, (53-74)
DOI: 10.30473/GRUP.2020.46858.2373

فصلنامه پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری
سال ۱۳، شماره ۴، پیاپی ۲۹، زمستان ۱۴۰۱، (۵۳-۷۴)

ارزیابی تأثیرات شهرنشینی بر تغییرات فراسنج‌های دمایی (دمای حداقل و حداکثر) در نقاط شهری، پژوهش مورد ی: شمال‌غرب ایران

عبدالله فرجی[۱]، حسین عساکره[۲]، حسین میرموسوی[۳]، *سلماز مطلبی‌زاد[۴]

۱. استادیار،گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
۲. استاد، گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
۳. دانشیار،گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
۴. دانشجوی دکتری، گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۲۲ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۸ /۱۲/۱۰

Evaluation of Urbanization Impacts on Minimum and Maximum Temperature Changes in Urban Areas, Case Study: Northwest of Iran

Abdollah Faraji[1], Hossein Asakereh[2], Hossein Mirmosavi[3], * Solmaz Motallebizad[4]

1. Assistant Professor, Department of Geography, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
2. Professor, Department of Geography, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
3. Associate Professor, Department of Geography, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
4. Ph.D Student, Department of Geography, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

Received: 2019/06/12 **Accepted:** 2020/02/29

مقاله علمی

چکیده

هدف پژوهش حاضر ارزیابی تأثیرات شهرنشینی بر تغییرات زمانی و مکانی فراسنج‌های اقلیمی و ارتباط با آن است. بنابراین تأثیر شهرنشینی بر دمای حداقل و حداکثر در نقاط شهری شمال‌غرب ایران بررسی گردید. از داده‌های هواشناسی (۱۹۸۷-۲۰۱۷) و داده‌های شهرنشینی حاصل از سرشماری عمومی و نفوس مسکن (۱۳۶۵-۱۳۹۵) استفاده شد و روش‌های آماری ضریب همبستگی پیرسون و آزمون من-کندال به‌کار برده شد. براساس این آزمون روند مثبت و معناداری در دمای حداقل و حداکثر در میان ایستگاه‌های شهری مشاهده گردید. نوآوری مقاله حاضر در تأثیر افزایش جمعیت و توسعه فیزیکی شهرها بر پارامترهای اقلیمی شهرها می‌باشد. تغییرات دهه‌ای نشان از تأثیر شهرنشینی بر آب‌وهوا است. نتایج ارتباط دمای حداقل و حداکثر با تعداد جمعیت در نقاط شهری مثبت می‌باشد. میزان همبستگی دمای حداقل در خلخال و خرم‌دره (شهرهای کوچک) ۰/۸، در شهرهای مراغه و خوی (شهرهای متوسط) ۰/۷ و دمای حداکثر در شهر مهاباد ۰/۶۱ به‌دست آمد و در شهرهای بزرگ اردبیل و زنجان ارتباط بسیار زیادی به میزان ۰/۷، ۰/۷۵ اما در ارومیه و تبریز (شهر خیلی بزرگ و کلان‌شهر) جمعیت با دمای حداقل ارتباط کمی داشت ولی دمای حداکثر در هر دو شهر با ضریب بالای ۰/۶۸، ۰/۶۱ مشاهده شد که نشان‌دهنده نقش قابل‌توجه شهرنشینی در آب‌وهوای شهری است. در شهرهای کوچک و متوسط و بزرگ تغییرات در دمای حداقل قابل توجه بود. در تمامی ایستگاه‌ها بررسی تغییرات دهه‌ای جمعیت و دمای حداقل و حداکثر روند افزایشی نشان داد و تغییرات زیاد در دهه‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۵ و ۱۳۸۵-۱۳۹۵ می‌باشد.

واژگان کلیدی

اثرات شهرنشینی، همبستگی، فراسنج‌های دمایی، گرمایش شهری، شمال غرب ایران.

Abstract

The aim of the current research is to evaluate the effects of urbanization on the temporal and spatial changes of climatic parameters and their relationship. Therefore, the impacts of urbanization on minimum and maximum temperature variations were investigated in Iran's Northwestern urban areas. For this purpose, the meteorological (1987-2017) and urbanization data from the general census as well as the housing population (1365-1395) in conjunction with Pearson Correlation-coefficient and Mann-Kendall Test were used. Based on this test, a positive and significant trend was observed at minimum and maximum temperatures among urban stations. The innovation of this article is in the effect of population increase and physical development of cities on the climatic parameters of cities. Decadal changes show the impact of urbanization on climate. The results of the correlation test between minimum and maximum temperature with the number of population in urban areas are positive. The correlation between the minimum temperature in Khalkhal and Khoramdareh (small towns) was 0.8, in Maragheh and Khoy (average cities) 0.7 and Maximum temperature was 0.61 in Mahabad city and there was a significant relationship between the big cities of Ardebil and Zanjan at 0.7, 0.75, but in Urmia and Tabriz (a large and metropolitan city), the population with a minimal temperature was relatively small, but maximum temperatures in both cities with a coefficient of 0.68, 0.61, indicates the significant role played by the urbanization on urban climate. In small and medium-sized towns, significant changes were observed at minimal temperatures. At all stations, the demographic changes and the minimum and maximum temperature increases were observed.There are many changes in the decades of 1375-1385 and 1385-1395.

Keywords

Urbanization, Correlation, Temperature Parameters, Urban warming, Northwest of Iran.

***نویسنده مسئول:** سلماز مطلبی‌زاد

E-mail: solmaz.motalebizad68@gmail.com

***Corresponding Author**: solmaz motalebizad

مقدمه

شهرنشینی یک اجتماع تصاعدی جمعیت در واحد شهری است (دیویس[1]، ۱۹۶۵: ۳). قرن بیستم شاهد شهرنشینی سریع جمعیت در جهان است. نسبت جهانی جمعیت شهری از ۱۳ درصد در سال ۱۹۰۰ به ۲۹ درصد در سال ۱۹۵۰ افزایش یافت و طبق بررسی مجدد چشم‌انداز شهری جهانی در سال ۲۰۰۵، به ۴۹ درصد رسید. ازآنجایی‌که در جهان پیش‌بینی شده است که شهرنشینی ادامه می‌یابد، انتظار می‌رود که ۶۰ درصد جمعیت جهان تا سال ۲۰۳۰ در شهرها زندگی کنند. بر اساس آخرین پیش‌بینی‌های جمعیتی سازمان ملل، انتظار می‌رود ۴/۹ میلیارد نفر در سال ۲۰۳۰ شهروندان شهری خواهند بود (بخش جمعیت سازمان ملل متحد[2]، ۲۰۰۵: ۱۰۵). در حال حاضر به‌خوبی درک می‌شود که با افزایش شهرنشینی محیط زیست به میزان قابل‌توجهی تغییر پیدا کرده است. علاوه‌براین، شهرنشینی تأثیر عمیقی بر آب‌وهوا دارد. تعدادی از مطالعات افزایش دمای شهر را با افزایش جمعیت نشان می‌دهند (چانگ[3] و همکاران، ۲۰۰۴: ۱۲۸، گودریج[4] ، ۱۹۹۲: ۱، فوجیبی[5] ، ۱۹۹۵: ۳۵). بیش‌ترین تهدید حال حاضر رشد سریع جمعیت جهان است که مشکلات شهرنشینی را به دنبال می‌آورد. شهرهای کوچک به شهرهای بزرگ و شهرهای بزرگ به کلان‌شهر توسعه می‌یابد، در چنین وضعیتی آن‌ها را در حکم یک واحد برای اقلیم شهر باید در نظر گرفت (پوردیهیمی، ۲۰۱۱: ۵۶).

شهرنشینی و تغییرات آب و هوایی دو پدیده محیط زیستی قرن بیستم بوده که این دو فرایند به‌طور فزاینده‌ای به هم مرتبط می‌باشند. شهرنشینی اقلیم را در مقیاس محلی تغییر داده است و با توسعه شهرها این تغییرها بیش‌تر خواهد شد؛ به‌ویژه در مسئله‌ی تعادل انرژی، مسیرها و میادین باد بر ساختار شهر تغییر می‌کنند و به‌طور مشابه کلان‌شهرها می‌توانند اقلیم منطقه‌ای را تغییر دهند، این وضعیت بر ساکنان این شهرها تأثیر می‌گذارد؛ البته انسان نیز به اقلیم شهرها عکس‌العمل نشان می‌دهد (پوردیهیمی، ۲۰۱۱ : ۶۷). آب و هوای شهری و گرم شدن کره زمین، دو تغییر عمده اقلیمی ناشی از فعالیت‌های انسانی است (ماتسوموتو[6] و همکاران، ۲۰۱۷: ۵۴) و شهرنشینی منجر به تغییر در پوشش زمین، سیستم‌های هیدرولوژیکی، بیوژئوشیمی، آب و هوا و تنوع زیستی می‌شود (سیتو[7] و همکاران، ۲۰۱۱: ۱). اقلیم شهری بر همه اجزای اقلیمی تأثیر می‌گذارد، ارتباط شهرنشینی با اجزا متفاوت است، ولی تغییرهای حرارتی در اقلیم شهری بسیار مهم به شمار می‌آید (پوردیهیمی، ۲۰۱۱: ۱۰۰). بهترین اثر شناخته‌شده شهرها در آب و هوا، جزیره گرمایی شهری است که به افزایش دمای هوا در شهرها در مقایسه با محیط اطراف آن‌ها اشاره دارد (اوکه[8]، ۱۹۸۲: ۱). به‌طورمعمول گرمایش ناشی از شهرنشینی با استفاده از جمعیت یا رشد جمعیت تخمین زده می‌شود (کیم[9] و همکاران، ۱۹۹۹: ۱۱۸). بااین‌حال، کارل[10] و همکاران (۱۹۸۸: ۱۱۰۰)، فوجیبی (۲۰۱۱: ۱۶۲) پیشنهاد کرده‌اند که حداقل ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت قادر است تأثیر شهرنشینی را نشان دهد.

بررسی و تحلیل تأثیر شهرنشینی بر شرایط آب‌وهوای محلی می‌تواند شناخت بیش‌تری را از محیط شهری در اختیار ما قرار دهد در این راستا، ابتدا هدف پژوهش حاضر ارزیابی تأثیرات شهرنشینی بر تغییرات زمانی و مکانی فراسنج‌های اقلیمی و ارتباط آن با شهرنشینی است و پژوهش حاضر، جهت پاسخ به پرسش‌های زیر طراحی شده است: آیا توسعه فیزیکی شهرها (تغییرات کاربری اراضی) در بازه زمانی ۱۹۸۰–۲۰۱۷ بر تغییرات دما مناطق شهری شمال‌غرب تأثیر داشته است؟ آیا بین رشد جمعیت در شهرهای شمال‌غرب در بازه زمانی ۱۹۸۰–۲۰۱۷ با دما رابطه‌ی مستقیم وجود دارد. این پژوهش در پی آن است که تأثیر افزایش جمعیت توسعه فیزیکی شهرها را بر پارامترهای اقلیمی مناطق شهری مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار داده و حدود و نقش این عوامل را تعیین نماید. با توجه به پیش‌بینی‌های شدید اثرات منفی گرم شدن کره زمین، نیاز به یک ارتباط مهم بین جمعیت و تغییرات آب‌وهوایی وجود دارد. اندازه جمعیت و فعالیت‌های انسانی در قرن بیست و یکم عامل مهمی برای افزایش درجه حرارت است. اگرچه شهرنشینی به تغییر آب‌وهوا کمک می‌کند، این تغییر به‌طور مؤثر بر زندگی تعداد زیادی از مردم در شهرها تأثیر گذار است؛ بنابراین، مطالعه تغییرات جمعیت و کاربری زمین و تأثیر آن بر آب‌وهوای شهرها ضروری است. به همین دلیل مطالعه در مورد روند آب‌وهوایی در سطح منطقه‌ای، به‌ویژه در شهرها، در تحقیقات آب‌وهوایی معاصر اهمیت زیادی یافته است. بنابراین، در مقاله حاضر تلاش شده است تا با توجه به مقایسه تغییرات جمعیت و فراسنج‌های دمایی تأثیر شهرنشینی بر آب‌وهوا را ارزیابی نماید.

---

1. Davis
2. United Nations Population Division
3. Goodridge
4. Fujibe
5. Chung et al
6. Matsumoto et al
7. Seto et al
8. Oke
9. Kim et al
10. Karl et al

مبانی نظری

چارچوب نظری

شهرنشینی در جهان

بیش‌تر مناطق شهری عامل اصلی رشد اقتصادی هستند، اما همچنین منجر به رشد نامتوازن با جمعیت ضعیف شهری می‌شوند؛ بنابراین، نیاز به بررسی تأثیر رشد جمعیت و شهرنشینی بر آب و هوای محلی دارند که تأثیر آنها بر گرم شدن کره زمین از اهمیت برخوردار است. در دهه ۵۰ جمعیت جهان بیش‌تر روستایی بود و بیش از دو سوم مردم در سکونتگاه‌های روستایی زندگی می‌کردند، از آن زمان شهرنشینی جهان به سرعت افزایش یافت. در سال، ۲۰۱۴ تقریبا نیمی از جمعیت جهان در مراکز شهری سکونت داشتند. پیش‌بینی می‌شود این روند در طی ۳۵ سال آینده افزایش یابد تا جایی که تا سال ۲۰۵۰، دو سوم جمعیت جهان در مناطق شهری ساکن خواهند شد (UNDESA[11]، ۲۰۱۵: ۱۱۰).

شهرنشینی کنونی در سراسر جهان مربوط به توسعه سریع اقتصادی و تغییرات عمیق در سازمان اجتماعی، کاربری اراضی و الگوهای رفتاری انسان است (کرین و کینزیگ[12]، ۲۰۰۶: ۱۲۲۵؛ سازمان ملل[13]،۲۰۰۴: ۱۶۵) و می‌تواند از دو طریق اتفاق بیفتد مورد اول زمانی است که تعداد مناطق با غلظت بالای جمعیت افزایش می‌یابد و مورد دوم هنگامی‌که منطقه‌ای با غلظت بالای جمعیت گسترش می‌یابد. شهرنشینی بر سه رکن توسعه پایدار تأثیر دارد شامل: حمایت از محیط زیست، توسعه اقتصادی و توسعه اجتماعی می‌باشد (سازمان ملل، ۲۰۱۴: ۱۴۰).

در طول قرن گذشته، جمعیت به همراه بهره برداری مداوم از منابع طبیعی به سرعت در حال رشد بوده‌اند. در نتیجه، تغییرات کاربری اراضی و پوششی زمین (LUCC) در سرتاسر جهان رخ داده است (لی [14]و همکاران، ۲۰۰۹: ۱۱۱) به موجب آن، پوشش گیاهی طبیعی و زمین‌های کشاورزی اغلب توسط سطوح غیرقابل نفوذ، مانند ساختمان‌ها وجاده‌ها جایگزین می‌شوند (وان و باو[15] ،۲۰۱۰: ۸۶) این تغییر کاربری اراضی با تأثیر محیط زیست، مانند اثرات منفی برتنوع زیستی، آب و هوای محلی و فرآیندهای هیدرولوژیکی همراه است (نیامبود[16]، ۲۰۱۰ :۱۵؛ استروتکر[17] ، ۲۰۰۲: ۲۰۹۵).

شهرنشینی در ایران

شهرنشینی، جامعه ایران را طی سه دهه گذشته دستخوش تحولات زیادی ساخته است در حالی‌که خود شهرنشینی در ارتباط با پدیدهٔ دیگری همچون رشد جمعیت، قابل بررسی است. در واقع ایران طی دهه‌های اخیر با این دو پدیدهٔ مرتبط به هم یعنی افزایش جمعیت و رشد شهرنشینی مواجه بوده است (ساعی، ۲۰۱۳: ۴۲). داده‌های سرشماری عمومی نفوس و مسکن نشان می‌دهد، در نیم قرن اخیر روند شهرنشینی در ایران سیر صعودی داشته است. در سال ۱۳۹۰ جمعیت شهری ایران از مرز دو سوم کل جمعیت کشور فراتر رفت. انتظار می‌رود روند شهرنشینی در ایران همچنان سیرصعودی خود ادامه داده و در سال ۱۴۳۰ به حدود ۸۵ درصد برسد.

به نظر می‌رسد در صورت اجرای سیاست‌های افزایشی جمعیت، تمرکز جمعیت در مناطق شهری پرجمعیت به‌ویژه تهران و سایر کلان‌شهرها بیش از پیش خواهد شد. بررسی نتایج سرشماری‌ها نشان می‌دهد که نسبت شهرنشینی ایران از ۳۱ درصد در سال ۱۳۳۵ به ۷۴ درصد در سال ۱۳۹۰ رسیده است و طی نیم‌قرن گذشته تعداد جمعیت مناطق شهری بالغ بر ۹ برابر شده، در حالی‌که طی همین مدت جمعیت روستایی ۱/۷ برابر شده است. از ویژگی‌های جمعیت شهرهای ایران، وجود تعداد کمی کلان‌شهر (۸ کلان‌شهر) با جمعیت زیاد (بالغ بر ۳۶ درصد جمعیت شهری) و نیز تعداد زیادی شهر کوچک (۹۷۲ شهر کم‌تر از ۵۰ هزار نفر) با جمعیت کم (۱۹/۸ درصد از جمعیت شهری کشور) است. در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ بیش از نیمی از جمعیت شهرنشین در شهرهایی با جمعیت بالاتر از ۲۵۰ هزار نفر جمعیت زندگی می‌کرده‌اند و همچنین تعداد شهرهای که دارای جمعیت کم می‌باشند در حال افزایش است (فتحی، ۲۰۱۵: ۸).

تغییرات در جمعیت ایران طی سال‌ها که با سه دوره سیاسی متفاوت بود. در نتیجه بهبود سلامت و سیاست‌های جمعیت، ایران در

11. United Nations Department of Economic and Social Affairs
12. Crane & Kinzig
13. UN
14. Lee et al
15. Van & Bao
16. Nyambod
17. Streutker

دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ رشد جمعیت زیادی را تجربه کرد که به دنبال آن کاهش نسبی نرخ رشد جمعیت بود. این رشد جمعیت همچنین منجر به افزایش مهاجرت روستایی به شهرها شد. درنتیجه طبق گزارش سرشماری ملی در سال ۲۰۱۱، حدود ۷۱/۲ درصد از کل ۷۵/۲ میلیون نفر جمعیت ایران در شهرها زندگی می‌کنند (روی و همکاران،۲۰۱۶: ۱). اهمیت شهرهای ایران به‌عنوان مراکز تغییرات اقتصادی و فرهنگی که پس از انقلاب اسلامی در سال ۱۹۷۹ اتفاق افتاده است، در مطالعات متعددی ازجمله حسامیان و اعتماد (۱۹۸۹: ۷۸)، شکویی (۱۹۹۲: ۵۵) برجسته شده است. مطالعه فانی (۲۰۰۶: ۴۰۷) دیدگاه‌های جالبی در مورد رشد جمعیت در ایران از سال ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۲ نشان داد که نرخ رشد شهری به ترتیب ۴/۳ درصد و درحالی‌که نرخ رشد روستایی در این مدت به‌طور متوسط ۱/۳ درصد بود.

تغییرات آب و هوای شهری

تغییر اقلیم شهری از چندین عامل تشکیل شده است. یکی تغییر اساسی در کاربری و پوشش زمین است. در نتیجه ساخت‌وساز شهری، پوشش‌های غیرقابل نفوذ زمین جایگزین پوشش گیاهی طبیعی و سطوح خاک می‌شوند که این امر بر جذب و بازتاب اشعه خورشیدی و موج بلند تأثیر می‌گذارد. عامل دیگر تغییر اقلیم در مقیاس بزرگ است که ممکن است هر دو را به وجود آورد مناطق شهری و روستایی تحت همان شرایط اقلیمی خشک یا مرطوب باشند. فعالیت‌های انسانی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر اوضاع شهری است.

مناطق شهری تأثیرات بر کیفیت هوا و آب و هوا دارند، مانند جزیره گرمایی شهری (لندزبرگ[۱۸]، ۱۹۸۱: ۴۵؛ اوکه، ۱۹۸۲: ۱) کاهش بادها (لی، ۱۹۷۹: ۱۱۷۵) و افزایش تلاطم جوی (روث[۱۹] و همکاران، ۱۹۹۳: ۱). همچنین ممکن است اثرات کم‌تری از قبیل تغییر در پوشش ابر وجود داشته باشد (چانگون[۲۰] و همکاران، ۱۹۷۱: ۹۵۸؛ رابین[۲۱] و همکاران، ۱۹۹۶: ۱؛ اینوئه[۲۲] و همکاران، ۲۰۰۴: ۱)، افزایش طوفان‌ها و تغییرات در بارش (پالومبو[۲۳] و همکاران، ۱۹۸۰: ۱۰۴۱؛ اوکه، ۱۹۸۷: ۳۶؛ جائورگی[۲۴] و همکاران، ۱۹۹۶: ۳۳۳۳؛ بورنستین[۲۵] و همکاران، ۲۰۰۰: ۵۰۷؛ شفرد[۲۶] و همکاران، ۲۰۰۲: ۶۸۹؛ شفرد، ۲۰۰۵: ۱) و تغییرات در رطوبت و الکتریسیته جوی (چانگون[۲۷] و همکاران، ۱۹۷۱: ۹۵۹). همه این تأثیرات ناشی از تغییرات مکانیکی و حرارتی ناشی از سطح شهری است. مناطق شهری نسبت به شرایط آب و هوایی و تغییرپذیری آن‌ها حساس هستند و تأثیرات قابل ملاحظه‌ای و به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر خدمات در داخل شهرها (به عنوان مثال آب‌رسانی، حمل‌ونقل، ساخت‌وساز، تقاضای انرژی و غیره) و فراتر از آن (به‌ویژه اگر شهر از اهمیت اقتصادی منطقه‌ای و ملی برخوردار باشد) دارند (زو[۲۸]، ۲۰۰۹: ۱۶).

جریان اتمسفر تحت تأثیر ویژگی‌های شهرهایی مانند مواد غیرقابل نفوذ و پوشش گیاهی قرار دارد که بر جذب حرارت سطح، نفوذپذیری آب سطحی و رسوب آلاینده‌ها تأثیر خواهد گذاشت (روزنزویگ[۲۹] و همکاران، ۲۰۰۶: ۱۲). انتشار حرارت انسانی منجر به جزایر گرمایی شهری می‌شود که باعث گرم‌تر شدن مناطق شهری با دمای بالا نسبت به مناطق روستایی مجاور شود (چان[۳۰]، ۲۰۰۸: ۳۲). این اختلاف دما آن‌چنان بزرگ است که گردش هوا در منطقه را مختل می‌کند. گردش باد با توجه به ساختمان‌های مرتفع می‌تواند مختل شود. اختلالات جوی می‌تواند منجر به تغییر سطوح بارش و آلودگی هوا شود (ژانگ[۳۱]، ۲۰۱۱: ۳۳۱).

شهرها تحت تأثیر دو مکانیسم اصلی قرار دارند. اول، ویژگی‌های شهری مانند تابش گرما و مورفولوژی به‌طور مداوم بر دمای محلی، میزان بارش و گردش هوا تأثیر می‌گذارد. دوم، تغییر آلودگی اتمسفر از انتشار مواد شیمیایی باعث تغییر اقلیم و آب و هوا، هم در مناطق شهری و هم در حومه شهر می‌شود (باکلانوف و همکاران، ۲۰۰۶: ۱۸۶۷).

18. Landsberg
19. Roth et al
20. Changnon et al
21. Rabin et al
22. Inoue et al
23. Palumbo et al
24. Jauregui et al
25. Bornstein et al
26. Shepherd
27. Changnon et al
28. Zhu
29. Rosenzw-eig et al
30. Chan et al
31. Zhang

پیشینه تحقیق

در مطالعه‌ای که آدیبایو[۳۲] (۱۹۸۷)، تأثیرات شهرنشینی را بر دما انجام داده است، نشان داد که اثربخشی گرمای شهری به وضوح در مقادیر دمای حداقل و متوسط دمای شبانه منعکس می‌شود، در حالی‌که حداکثر دمای روز در شهر کمی پایین است.

محققانی از جمله اینگلرهارت و داگلاس[۳۳] (۲۰۰۳)، شهرنشینی و روند دمای فصلی را در امریکای شمالی بررسی کرده‌اند. تجزیه و تحلیل‌ها نشان داد که بخش قابل توجهی از تغییرات در دمای حداقل برای ایستگاه‌های واقع در مناطق شهری بزرگ با روند خطی مثبت صورت گرفته است و بنابراین احتمالاً با شهرنشینی سریع در منطقه مرتبط می‌باشد.

ازبیر[۳۴] و همکاران (۲۰۰۷)، ابزارهای مدل‌سازی آماری و عددی را برای بررسی اثرات آب‌وهوایی شهرنشینی در استانبول به کار گرفتند و آزمون روند من–کندال را روی داده‌های دمایی ایستگاه‌های واقع شده در مناطق شهری، حومه و روستایی استانبول برای تعیین وجود روند به کار بردند. تجزیه و تحلیل آماری و مدل‌سازی نشان داد که گرم شدن قابل‌توجهی در جو مناطق شهری وجود داشت و روند مثبت و معناداری در سری زمانی دمای حداقل در میان ایستگاه‌های شهری و روستایی بود. تغییرات در روند در دهه ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ رخ داده است که نرخ رشد جمعیت در استانبول به‌طور چشمگیری افزایش یافته بود.

هاو[۳۵] و همکاران (۲۰۰۸)، اثرات شهرنشینی را بر دمای هوا در چین مورد ارزیابی قرار دادند و ایستگاه‌های هواشناسی شهری را بر اساس جمعیت شهری طبقه‌بندی کردند و نتایج مطالعه آن‌ها نشان از همبستگی مثبت بین جمعیت شهری و میزان گرم شدن شهرها داشت.

فوجیبی (۲۰۰۹)، سهم تأثیرات شهری بر روند دما در ژاپن را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. ایستگاه‌ها با توجه به تراکم جمعیت طبقه‌بندی شده‌اند نتایج حاکی از یک روند گرم شدن ۰/۴–۰/۳ درجه سانتی‌گراد/ دهه برای ایستگاه‌های کم‌جمعیت و گرمایش غیرطبیعی برای ایستگاه‌هایی با تراکم جمعیت بیش‌تر تشخیص داد.

دهورده[۳۶] و همکاران (۲۰۰۹)، برای یافتن یک پیوند احتمالی تغییرات آب‌وهوایی با فعالیت‌های انسانی به مطالعه روند در پارامترهای مختلف اقلیمی، به‌ویژه دمای هوا در شهرهای پرجمعیت پرداختند و برای تعیین روند در دوره‌های سالانه و فصلی دما روش خطی و آزمون من کندال را به کار بردند و بسیاری از روندها تغییرات مثبت در دما را با نرخ‌های مختلف در فصول مختلف نشان دادند و واکنش‌های نامطلوب اقلیمی به شهرنشینی در این شهرها مشاهده شد.

اونگوما[۳۷] و همکاران (۲۰۱۳)، ارزیابی شهرنشینی تأثیرات بردمای شهر نایروبی را انجام دادند و روند طولانی مدت دما توسط شهرنشینی با استفاده از داده‌های دهه‌ای جمعیت، دمای حداکثر و دمای حداقل ماهانه و آلبدوی سطح زمین برای ۴۰ سال مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان‌دهنده افزایش دمای حداکثر و حداقل هر چند ناچیز بود و شهرنشینی به واسطه کاهش آلبدوی سطح زمین و افزایش جمعیت نشان داده شده است.

وانگ[۳۸] و همکاران (۲۰۱۴)، تأثیر شهرنشینی بر میانگین دمای سالیانه در پکن را بررسی نمودند با تجزیه و تحلیل آنومالی، روش چند جمله‌ای درجه دوم و روش میانگین متحرک برای نشان دادن تغییرات دما در طول زمان متوجه شدند که دمای متوسط در مناطق شهری و روستایی افزایش یافته است. دمای شهر پکن از زمان ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۲، به‌ویژه از ۱۹۷۱ تا ۱۹۹۴ افزایش یافته است.

روی[۳۹] و همکاران (۲۰۱۶)، رابطه معناداری جمعیت با دماهای ثبت شده در ایران را مورد بررسی قرار دادند نتایج آن‌ها نشان‌دهنده این بود که هر دو دمای حداکثر و حداقل، مقدار رشد جمعیت به‌طور معناداری بر روند دما تأثیر گذار بودند و قوی‌ترین ارتباط رشد جمعیت را برای زمستان برای حداکثر درجه حرارت پیدا کردند.

---

32. Adebayo
33. Englehart & Douglas
34. Ezber et al
35. Hua et al
36. Dhorde et a1
37. Ongoma et al
38. Wang et al
39. Roy et al

تورس[۴۰] و همکاران (۲۰۱۷)، تغییرات بلندمدت دما و بارش در کلان‌شهر استانبول را برای توسعه راهبردهای سازگاری با تغییرات اقلیمی مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که افزایش قابل‌ملاحظه‌ای در دما بعد از دهه ۱۹۴۰ آغاز شده است که همزمان با آغاز دوره صنعتی در استانبول است. این گرمایش همراه با رشد جمعیت زیاد و همراه با کاهش پوشش گیاهی است و افزایش در دمای حداقل بیش‌تر از مقادیر دمای حداکثر است و افزایش نرخ دما در دهه‌های اخیر بیش‌تر مشهود است.

نام[۴۱] و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی تغییرات اقلیمی و شهرنشینی در کره جنوبی به این نتیجه رسیدند که بین سال‌های ۱۹۹۳–۲۰۱۲، روند دمای حداقل و حداکثر در مجاورت مناطق شهری و کشاورزی به‌طور قابل توجهی از دو دهه گذشته (۱۹۷۳ تا ۱۹۹۲) متفاوت است و همچنین آب‌وهوا در مناطق شهری تحت تأثیر اثر جزیره گرمایی و تغییرات آب‌وهوایی ناشی از گرمایش جهانی قرار گرفته است.

روش انجام پژوهش

در این پژوهش باتوجه به در دسترس بودن اطلاعات جمعیتی، جمعیت شهری انتخاب شد که می‌تواند دلالت بر بسیاری از فعالیت‌های مربوط به شهرنشینی باشد. بنابراین در مطالعه حاضر جمعیت شهری به‌عنوان شاخصی از شهرنشینی در نظر گرفته شده است تا تأثیر آن را بر روند فراسنج‌های دمایی در درازمدت بررسی کند.

داده‌ها را در دو مجموعه می‌توان قرار داد مجموعه‌ی اول داده‌های روزانه دمای حداکثر، دمای حداقل است که برای مطالعه تغییرات در شهرهای شمال غرب ایران مورد استفاده قرار گرفت. نقاط شهری به دلیل داشتن طول دوره آماری کامل برای یک دوره ۳۰ سال بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ به کار برده شد و مجموعه دوم مربوط به داده‌های انسانی می‌باشد که پارامتر انتخاب شده برای نشان دادن اثرات شهرنشینی، جمعیت شهرها می‌باشد که ایستگاه در آن واقع شده است. بنابراین تعداد جمعیت مناطق شهری که از اطلاعات سرشماری عمومی و نفوس مسکن از سایت اداره آمار برای دوره سرشماری ۱۳۶۵–۱۳۹۵ اخذ گردید.

در این مطالعه برای پیدا کردن ارتباطی بین رشد جمعیت در شهرهای منتخب در شمال‌غرب ایران با فراسنج‌های دمایی ضریب همبستگی پیرسون به‌کار برده شد و همچنین با توجه به داده‌های جمعیتی که برای هر دهه در دسترس بودند درنتیجه داده‌های فراسنج‌های دمایی نیز به میانگین‌های دهه‌ای به سه دهه (۱۹۸۷–۱۹۹۷،۱۹۹۷–۲۰۰۷،۲۰۰۷–۲۰۱۷) تبدیل شدند و بنابراین تجزیه و تحلیل در فراسنج‌های مورد نظر برای همه نقاط شهری در طی بازه زمانی ۱۹۸۷–۲۰۱۷ صورت گرفت. جهت بررسی روند تغییرات آزمون ناپارامتری من–کندال، برای مجموعه دما در تمام ایستگاه‌ها استفاده گردید. این آزمون ابتدا توسط مَن[۴۲] (۱۹۴۵: ۱۰۵) ارائه و سپس توسط کِندال [۴۳](۱۹۷۰: ۶۸) بسط و توسعه یافت. فرض صفر آزمون من–کندال بر تصادفی بودن و عدم وجود روند در سری داده‌ها دلالت دارد و پذیرش فرض یک (رد فرض صفر) دال بر وجود روند در سری داده‌ها می‌باشد. در این روش ابتدا اختلاف بین هر یک از مشاهدات با تمام مشاهدات پس از آن محاسبه‌شده و پارامتر S مطابق رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$S=\sum_{k=1}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{n}\operatorname{sgn}\left(x_j-x_k\right) \qquad (۱)$$

که n تعداد مشاهدات سری x_j و x_k به ترتیب داده‌های j ام و k ام سری می‌باشند. تابع علامت sgn نیز به‌صورت زیر قابل‌محاسبه است:

$$\operatorname{sgn}\left(x_j-x_k\right)=+1 \quad for\ (x_j-x_k)>0 \qquad (۲)$$

$$\operatorname{sgn}\left(x_j-x_k\right)=0 \quad for\ (x_j-x_k)=0$$

$$\operatorname{sgn}\left(x_j-x_k\right)=-1 \quad for\ (x_j-x_k)<0$$

در مرحله بعد محاسبه واریانس S توسط یکی از روابط زیر محاسبه شد:

40. Toros et al
41. Nam et al
42. Mann
43. Kendall

$$Var(S)=\frac{n(n-1)(2n+5)-\sum_{i=1}^{m}t(t-1)(2t+5)}{18} \qquad for\ n>10 \qquad (۳)$$

$$Var(S)=\frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \qquad for\ n<10 \qquad (۴)$$

که n و m معرف تعداد دنباله‌هایی است که در آن‌ها حداقل یک داده تکراری وجود دارد. t نیز بیانگر فراوانی داده‌های با ارزش یکسان در یک دنباله (تعداد گره‌ها) می‌باشد. درنهایت نیز آماره Z به کمک یکی از روابط زیر استخراج می‌شود:

$$z=\frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} \qquad for\ S>0 \qquad (۵)$$

$$z=0 \qquad for\ S=0$$

$$z=\frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} \qquad for\ S<0$$

با فرض دو دامنه آزمون روند، فرضیه صفر در صورتی پذیرفته می‌شود که شرط زیر برقرار باشد:

$$|Z|<Z_{\alpha/2} \qquad (۶)$$

که α سطح معنی‌داری است که برای آزمون در نظر گرفته می‌شود و Z_α آماره توزیع نرمال استاندارد در سطح معناداری α می‌باشد که با توجه به دو دامنه بودن آزمون، $\alpha/2$ استفاده شده است. در بررسی حاضر این آزمون برای سطوح اعتماد ۹۵٪ به کار گرفته شده است. درصورتی‌که آماره Z مثبت باشد روند سری داده‌ها صعودی و در صورت منفی بودن آن روند نزولی در نظر گرفته می‌شود (من، ۱۹۴۵؛ کندال، ۱۹۷۰).

طبقه‌بندی شهرها به لحاظ نوع سکونتگاه نیز در کار تحقیقاتی محققانی همچون تیانچ و تورس[۴۴] (۱۹۹۷: ۵۰۱)، رن[۴۵] و همکاران (۲۰۰۸: ۱۳۳۳)، تیانچ[۴۶] و همکاران (۲۰۰۹: ۴۸۳)، فنگ[۴۷] و همکاران (۲۰۱۴ : ۱۱۶)، وانگ و یان[۴۸] (۲۰۱۵: ۴)، زیلیناکوا[۴۹] و همکاران (۲۰۱۵: ۱۱۷۱) تقوایی و صابری (۲۰۱۰: ۶۴)، موسی کاظمی (۲۰۱۳: ۱۱۸)، صدر موسوی و طالب‌زاده (۲۰۰۹: ۱۴۲) انجام شده بود با توجه به تحقیقات صورت گرفته در ایران و جهان ایستگاه‌های منتخب با توجه به تعداد جمعیت آن‌ها تقسیم شدند که تا وجود ارتباط تغییرات فراسنج‌های آب‌وهوایی با اندازه جمعیت مناطق شهری مورد آزمایش قرار گیرند؛ بنابراین ۵ گروه از ایستگاه‌های شهری (شهر کوچک- شهر متوسط- شهر بزرگ-شهر خیلی بزرگ -کلان‌شهر) ایجاد گردید.

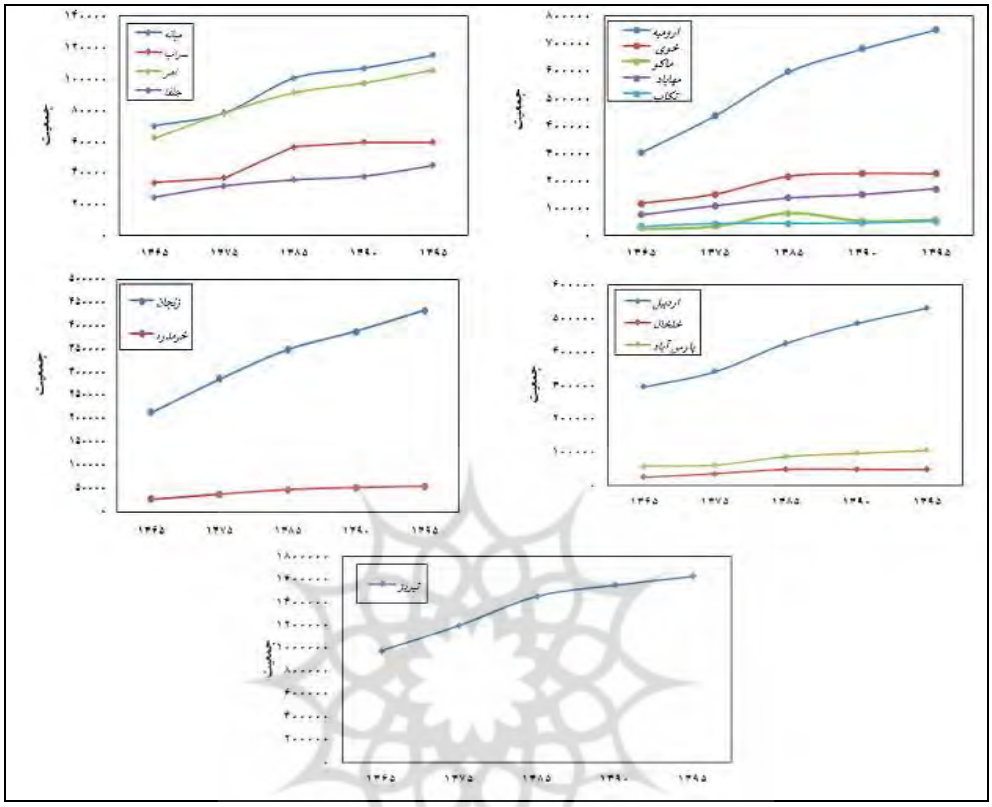
جدول ۱. طبقه‌بندی شهرهای مورد مطالعه در شمال‌غرب به لحاظ نوع سکونتگاه و جمعیت آن

نوع سکونتگاه	طبقه‌بندی جمعیتی (نفر)	تعداد شهر
شهر کوچک	۲۵-۱۰۰ هزار نفر	ماکو- تکاب- خلخال- خرم‌دره- جلفا- سراب
شهر متوسط	۱۰۰-۲۵۰ هزار نفر	اهر- پارس‌آباد- میانه-خوی- مهاباد-مراغه
شهر بزرگ	۲۵۰-۵۰۰ هزار نفر	اردبیل-زنجان
شهر خیلی بزرگ	۵۰۰- ۱ میلیون نفر	ارومیه
کلان‌شهر	بیش از یک‌میلیون نفر	تبریز

شکل ۱، رشد خطی جمعیت نقاط شهری در سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۶۵- ۱۳۹۵ در منطقه شمال‌غرب را نشان می‌دهد که به‌عنوان مراکز شهری محسوب می‌شوند و همان‌طور که در شکل دیده می‌شود بین سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ در هر

44. Tayanc & Toros
45. Ren et al
46. Tayanç et al
۴۷. Fang et al
48 .Wang & Yan
49. Zeleňáková et al

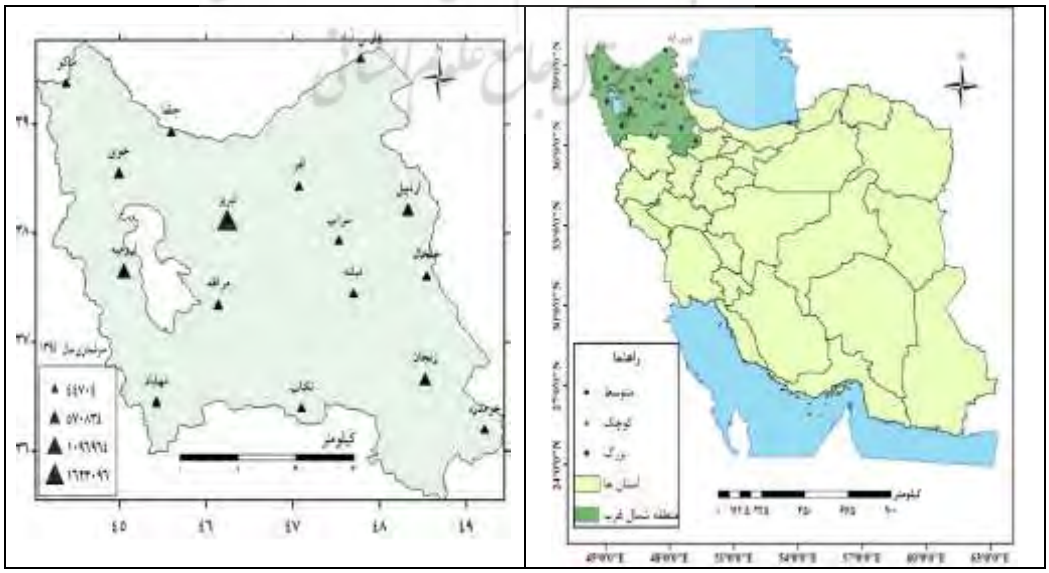
یک از شهرهای منطقه افزایش جمعیت وجود داشته است. بدیهی است که افزایش جمعیت شهرها بر ساختار کاربری زمین و تبدیل مناطق سبز به ساختمان‌های بتنی تأثیر خواهد گذاشت که این هم به‌نوبهٔ خود موجب تغییرات قابل‌توجهی در شرایط آب‌وهوایی در شهرها می‌شود. چارت مراحل انجام پژوهش در شکل ۳، ارائه شده است.



شکل ۱. رشد خطی جمعیت نقاط شهری شمال غرب ایران در بازه زمانی ۱۳۶۵–۱۳۹۵

محدوده مورد مطالعه

توزیع فضایی ایستگاه‌های مورد مطالعه (الف) در شمال‌غرب و همچنین توزیع جمعیت شهرها (ب) در شکل ۲، ارائه شده است.



شکل ۲. نقشه موقعیت ایستگاه‌های نقاط شهری و جمعیت سرشماری (۱۳۹۵) در شمال‌غرب ایران

شکل ۳. مراحل انجام پژوهش برای بررسی تأثیر شهرنشینی با پارامترهای اقلیمی

یافته‌ها

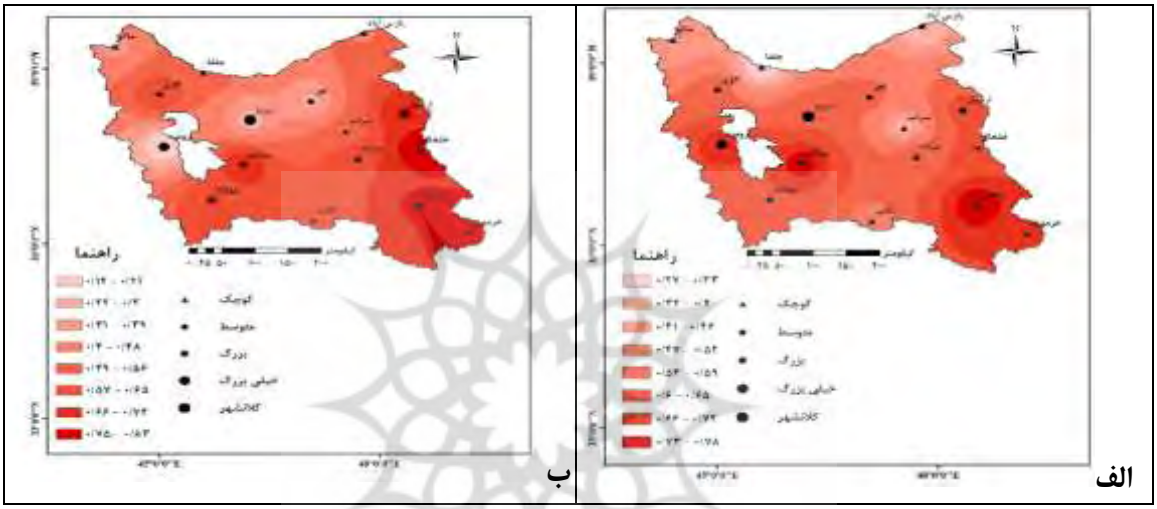
ارتباط بین اثرات شهرنشینی و فراسنج‌های دمایی در نقاط شهری شمال‌غرب ایران

نتایج همبستگی فراسنج‌های دمایی مورد مطالعه در ۱۶ ایستگاه منتخب در شکل ۴، دمای حداقل (الف) دمای حداکثر (ب) در طی بازه ۱۹۸۷-۲۰۱۷ ارائه شده است. رابطه مثبتی بین تعداد جمعیت و فراسنج‌های دمایی در نقاط شهری شمال‌غرب ایران اما با تغییر کم و زیاد در شدت آن وجود دارد. همان‌طور که در شکل ۴، نمایان است ارتباط دمای حداقل (الف) با تعداد جمعیت نشان داد که شهرهای کوچکی از جمله خلخال و خرم‌دره رابطه مثبت قوی با میزان ضرایب ۰/۸ نشان دادند که می‌توان گفت شاخص شهرنشینی در این دو شهر بسیار تأثیر گذارتر از شهرهای خیلی بزرگ و کلان‌شهرها می‌باشد و در فراسنج دمای حداکثر (ب) نیز میزان همبستگی تمام شهرهای کوچک بین ۰/۲۶ تا ۰/۴ می‌باشد که در این طبقه‌بندی میزان همبستگی دمای حداکثر کم‌تری در شهر جلفا به میزان ۰/۲۶ با افزایش جمعیت وجود داشت. همچنین در بین شهرهای متوسط که شامل شهرهای اهر و پارس‌آباد و میانه و خوی و مهاباد و مراغه می‌شود، میزان همبستگی در شهرهای مورد نظر در دمای حداقل و حداکثر مثبت بوده که میزان آن برای دمای حداقل بین ضرایب ۰/۳ – ۰/۷ ملاحظه شد و شهر اهر کم‌ترین همبستگی را با افزایش جمعیت در بازه مورد مطالعه داشت و در دمای حداکثر نیز این شهرها میزان همبستگی متفاوتی داشتند که کم‌ترین میزان مربوط به شهر پارس‌آباد با میزان ضریب همبستگی ۰/۳ بود و شهرهای میانه و اهر و خوی میزان همبستگی ۰/۴۷ را با افزایش جمعیت در طی ۳۰ سال گذشته نشان دادند.

همچنین در شهرهای متوسط در طی بازه مورد مطالعه بالاترین میزان همبستگی در فراسنج دمای حداقل شهرهای مراغه و خوی ۰/۷ و دمای حداکثر در شهر مهاباد ۰/۶۱ مشاهده شد و می‌توان بیان کرد که با افزایش جمعیت دمای حداکثر نیز تغییر کرده است. در شهرهای بزرگ این منطقه که شامل شهرهای اردبیل و زنجان می‌شد. ارتباط بسیار زیادی در شهر زنجان با افزایش جمعیت در دمای حداقل و دمای حداکثر به ترتیب ۰/۷، ۰/۷۵ و در اردبیل نیز میزان همبستگی در دمای حداقل و دمای حداکثر بدین ترتیب به میزان

۰/۷، ۰/۶۱ ملاحظه شد. همچنین در شهرهای خیلی بزرگ و کلان‌شهرها مثل ارومیه و تبریز که تعداد جمعیت بیش‌تری را به خود اختصاص داده‌اند و انتظار می‌رفت که با افزایش جمعیت در این شهرها دمای حداقل نیز افزایش داشته باشد. اما برخلاف انتظار تغییرات دمای حداقل کم‌ترین میزان همبستگی را داشته است که ارتباطی مثبت و مستقیم با شدت ضعیف بین ضرایب ۰/۱–۰/۳ را با شاخص شهرنشینی نشان دادند؛ اما ارتباط دمای حداکثر در شهر ارومیه و تبریز با افزایش جمعیت به ترتیب با ضریب همبستگی بالای ۰/۶۸، ۰/۶۱ بود و این نکته گویای این است که تأثیر شاخص شهرنشینی در دمای حداکثر در طی ۳۰ سال گذشته زیاد بوده است.

بررسی ارتباط فراسنج‌های دمایی با تعداد جمعیت در نقاط شهری مورد نظر رابطه مثبت و معناداری را نشان داد و وجود این ارتباط بیانگر این است که شهرنشینی نقش قابل توجهی در افزایش دمای حداکثر و حداقل در آب و هوای شهری دارد و نقاط شهری می‌تواند در این منطقه در حال گرم‌تر شدن باشند و همچنین آب‌وهوای شهری نیز با شهرنشینی سریع در شهرها در حال تغییر است. پس باید بیان کرد که رشد جمعیت به‌عنوان یک عامل مهم می‌تواند در فراسنج‌های دمایی حداقل، حداکثر در نقاط شهری به شمار رود.



شکل ۴. ضرایب همبستگی فراسنج‌های دمایی، الف)دمای حداقل ب) دمای حداکثر با شاخص شهرنشینی (تعداد جمعیت) در شمال‌غرب ایران

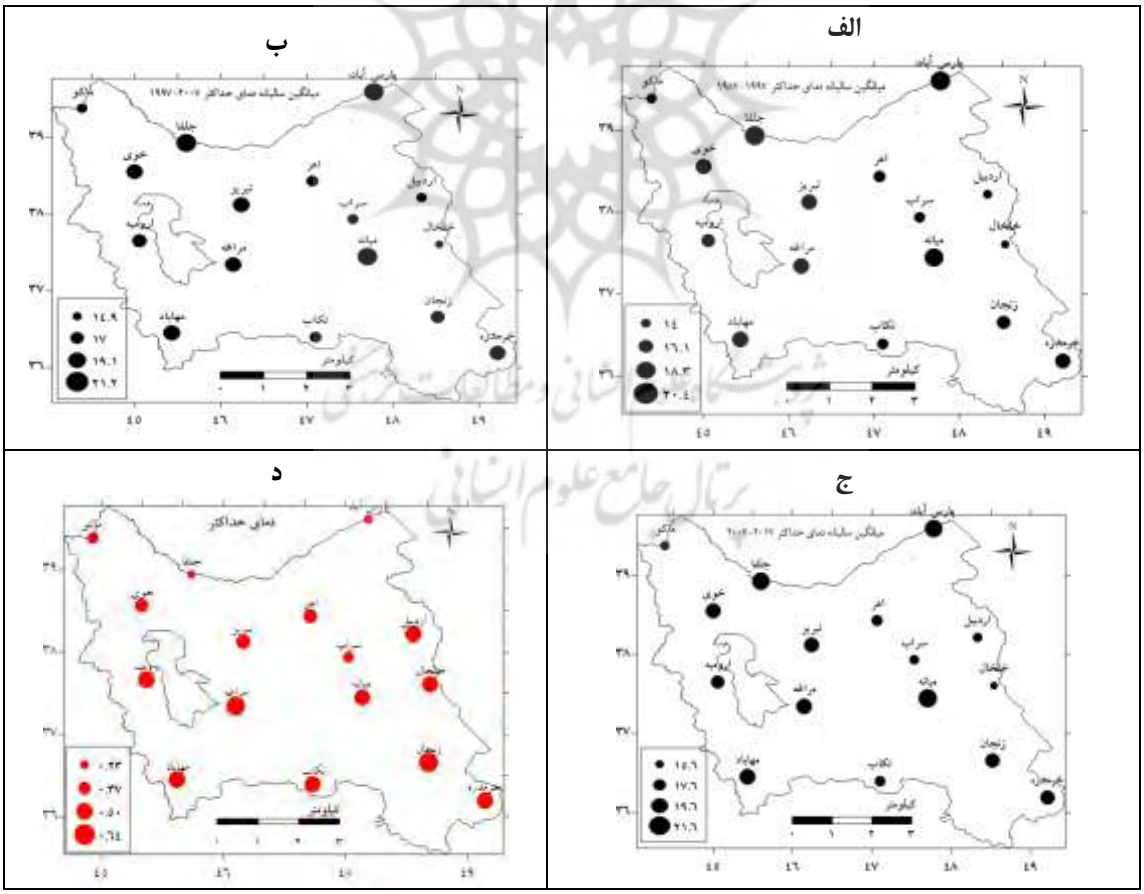
آماره آزمون من -کندال و معناداری این آماره در سطوح اطمینان ۹۵ درصد در نقاط شهری شمال‌غرب ایران مورد آزمون قرار گرفت که نتایج حاصل از این آزمون (د، ت، ن) و نیز تغییرات دهه‌ای میانگین سالانه فراسنج‌های دمایی دمای حداکثر (نقشه‌های الف تا ج) و دمای حداقل (نقشه‌های ح تا و) در شکل ۵ و ۶ ترسیم شده است.

سهم تأثیرات شهری بر روند دمای حداکثر و دمای حداقل در نقاط شهری شمال‌غرب ایران به مدت ۳۰ سال (۱۹۸۷–۲۰۱۷) با توجه به طبقه‌بندی ایستگاه‌ها براساس تعداد جمعیت این‌گونه مشاهده شد که در شهرهای کوچک شامل خلخال و تکاب و ماکو و جلفا و سراب و خرم‌دره روند گرم شدن فراسنج دمای حداکثر و دمای حداقل به ترتیب بین ۰/۱۰ – ۰/۷۶ درجه سانتی‌گراد/دهه، ۰/۰۹–۰/۸۵ درجه سانتی‌گراد/دهه وجود داشت و همان‌طور که مشاهده می‌شود در دو فراسنج مورد مطالعه دماها تغییرات افزایشی در شهرهای منطقه داشتند و در این شهرها کم‌ترین میزان گرمایش در دمای حداقل مربوط به شهر سراب با میزان ۰/۰۹ درجه سانتی‌گراد/ دهه بود که نشان‌دهندهٔ این واقعیت می‌باشد که در طی این ۳۰ سال میزان دمای حداقل تغییرات کم‌تری در شهر سراب داشته است و بیش‌ترین میزان به‌دست آمده در شهرهای کوچک در دمای حداقل مربوط به شهرهای جلفا و خرم‌دره به ترتیب به میزان ۰/۸۵، ۰/۸۲ درجه سانتی‌گراد/دهه بود و بنا بر تغییرات دیده شده در این شهرها می‌توان اظهار کرد که تغییرات زیاد دمای حداقل در طی ۳۰ سال قابل تأمل است و می‌تواند نشان از گرم شدن دما (شبانه) در شهرهای ذکر شده باشد و افزایش دما در شهرها را به فعالیت‌های انسانی مرتبط دانست. مواد فلزی به‌کار برده شده در ساخت‌وساز و پیاده‌روهای بتنی در شهرها، مقدار زیادی گرما را جذب می‌کنند. در نتیجه دمای شهری را افزایش می‌دهند.

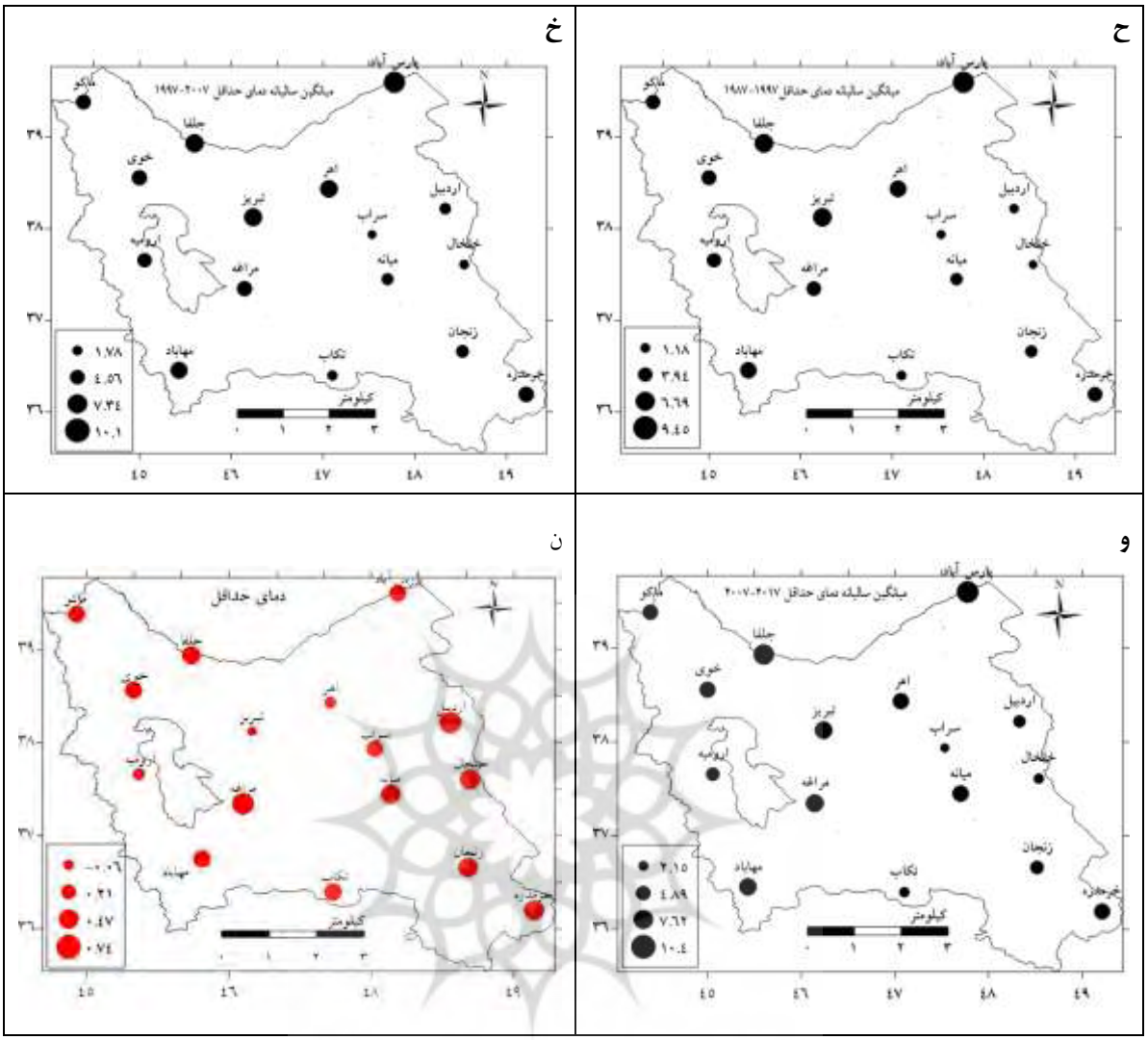
در شهرهای متوسط تغییرات دمای حداکثر پارس‌آباد، میانه، خوی، مهاباد، اهر، مراغه به میزان ۰/۲۷ –۰/۵۶ درجه سانتی‌گراد/ دهه می‌رسید و در فراسنج دمای حداقل در این شهرها روند گرم شدن بین دامنه ۰/۳۹ – ۲/۷۱ درجه سانتی‌گراد/ دهه می‌رسید و حاکی از تغییرات بسیار زیاد در دمای حداقل بود در بین شهرهای متوسط تغییرات در دمای حداقل شهر میانه به‌طور چشمگیری افزایش داشته است و میزان بیش‌تری از گرم شدن با میزان ۲/۷۱ درجه سانتی‌گراد دیده شد که می‌توان دمای افزایشی غیرعادی به‌حساب آورد و در شهرهای بزرگ مثل اردبیل و زنجان روند گرم شدن زیاد بین ۰/۷۹– ۰/۹۱ درجه سانتی‌گراد/دهه در دمای حداکثر و روند افزایشی دمای حداقل در دو شهر ذکر شده

با مقدار به‌دست آمده به ترتیب ۱/۲۶، ۰/۳۹ درجه سانتی‌گراد/دهه بود که همچنان که از اعداد به‌دست آمده معلوم است در اردبیل یک روند افزایشی چشمگیری در دمای حداقل در بررسی تغییرات دهه‌ای دیده شد. شهر خیلی بزرگ مثل ارومیه و کلان‌شهر تبریز در طی بررسی تغییرات دهه‌ای فراسنج‌های دمایی، تغییرات به خصوصی را در هر دو فراسنج به نمایش گذاشتند. در دمای حداکثر شهر ارومیه افزایشی به مقدار ۰/۸۵ درجه سانتی‌گراد/دهه مشاهده شد و در کلان‌شهر تبریز مقدار این روند گرم شدن به میزان ۰/۹۳ درجه سانتی‌گراد/دهه به‌دست آمد و بیانگر این واقعیت است که گرم شدن شهرها در شهرهای بزرگ و کلان‌شهرها نیز در طی ۳۰ سال قابل توجه است. میزان تغییرات در دمای حداقل در ارومیه و تبریز به ترتیب ۰/۲۹، ۰/۰۲ درجه سانتی‌گراد/دهه بود. در نتیجه می‌توان بیان کرد که گرم شدن شهرها می‌تواند در دمای حداقل نیز مؤثر باشد. اما انتظار می‌رفت که شهرهای خیلی بزرگ و کلان‌شهرها تغییرات زیادی در فراسنج‌های دمایی از خود نشان‌دهند اما این تغییرات در فراسنج دمای حداقل در این دو شهر کم‌تر دیده شد.

همچنان که مشاهده شد در شهرهای کوچک و متوسط و بزرگ تغییرات در دمای حداقل قابل توجه بود. در نقشه‌های شکل ۵ و ۶ (د، ن) نتایج به‌دست آمده از آزمون من کندال برای دو فراسنج میانگین سالانه دمای حداکثر و دمای حداقل در نقاط شهری مورد مطالعه نشان داد که روند افزایشی و مثبتی در دمای حداکثر، دمای حداقل در دوره مورد مطالعه دیده می‌شود که افزایش دمای حداقل می‌تواند به‌راحتی به شهرنشینی و اثر جزیره گرمایی شهر نسبت داده شود (تیانچ و همکاران، ۲۰۰۹: ۴۹۶؛ سعادت‌آبادی و همکاران، ۲۰۰۶: ۶۲) که ایستگاه‌های شمال‌غرب ایران روند گرم شدن قابل توجهی وجود دارد که تقریباً در تمام ایستگاه‌ها وجود داشت. در سطح اطمینان ۹۵ درصد در فراسنج دمای حداکثر ایستگاه شهرهای مراغه و زنجان میزان افزایش بیش‌تری را به خود اختصاص داده‌اند که نشان از افزایش دما در شهرهای مورد نظر می‌باشد و در دمای حداقل نیز همچنان که نمایان است این افزایش زیاد متعلق به شهرهای اردبیل و مراغه می‌باشد. اما افزایش مثبتی در شهر تبریز دیده نشد و روند منفی و کاهشی بود هر چند مقدار آن میزان آن ۰/۰۶- می‌باشد و ناچیز به نظر می‌رسد.



شکل ۵. پراکندگی ایستگاهی ضرایب سالانه من کندال دمای حداکثر در بازه زمانی ۱۹۸۷-۲۰۱۷ و میانگین سالانه دمای حداکثر (نقشه‌های الف تا د) در دهه‌های ۱۹۸۷-۱۹۹۷، ۱۹۹۷-۲۰۰۷، ۲۰۰۷- ۲۰۱۷.



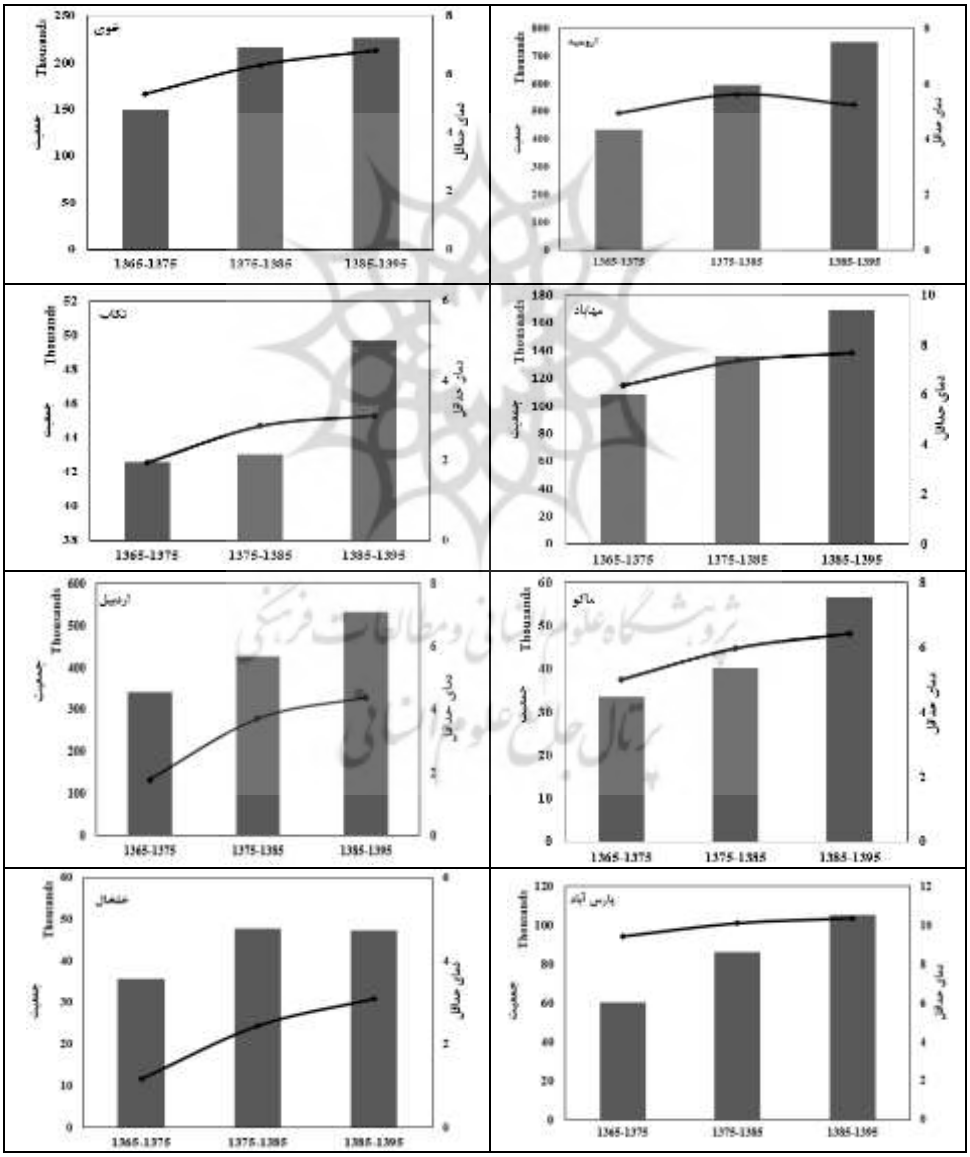
شکل ۶. پراکندگی ایستگاهی ضرایب سالانه من کندال دمای حداقل در بازه زمانی ۱۹۸۷–۲۰۱۷ و میانگین سالانه دمای حداقل (نقشه‌های ح تا ن) در دهه‌های ۱۹۸۷–۱۹۹۷، ۱۹۹۷–۲۰۰۷، ۲۰۰۷– ۲۰۱۷.

تأثیر شهرنشینی در شهرها با بررسی ارتباط بین شاخص شهرنشینی (جمعیت) و تغییرات فراسنج‌های دمایی در نقاط شهری مورد توجه قرار گرفت. تغییرات جمعیت و میانگین سالانه فراسنج دمای حداقل و حداکثر به‌صورت دهه‌ای در سه دهه ۱۳۶۵–۱۳۷۵ (۱۹۸۷–۱۹۹۷)، ۱۳۷۵–۱۳۸۵ (۱۹۹۷–۲۰۰۷)، ۱۳۸۵–۱۳۹۵ (۲۰۰۷–۲۰۱۷) در نقاط شهری شمال‌غرب ایران در شکل ۷ ترسیم شده است. تجزیه و تحلیل دهه‌ای فراسنج‌های دمایی و جمعیت انجام شد، تا در نقاط شهری شمال‌غرب ایران شهرهایی که دارای افزایش در فراسنج‌های دمایی برابر با افزایش جمعیت شناسایی شوند. در بررسی تغییرات دهه‌ای بین جمعیت و دمای حداقل می‌توان تغییرات مثبت را در همه شهرها مشاهده کرد (شکل ۶). شهرهایی همچون پارس‌آباد و خوی و جلفا و اهر و میانه و مهاباد و مراغه که جزو شهرهای متوسط به‌حساب می‌آمدند. در طی سه دهه با افزایش جمعیت، فراسنج دمای حداقل نیز تغییرات افزایشی داشته است و تبریز به‌عنوان کلان‌شهر و ارومیه تنها شهر خیلی بزرگ در منطقه نیز همچنان روندی افزایشی را متناسب با افزایش جمعیت نشان می‌دهند و در شهرهای کوچک ازجمله ماکو و خرم‌دره و تکاب نیز تغییراتی مثبت همانند شهرهای دیگر مشاهده شده است و در شهر زنجان نیز با افزایش جمعیت، دمای حداقل نیز در طی سه دهه تغییر کرده است که تغییرات مثبتی به شمار می‌آید.

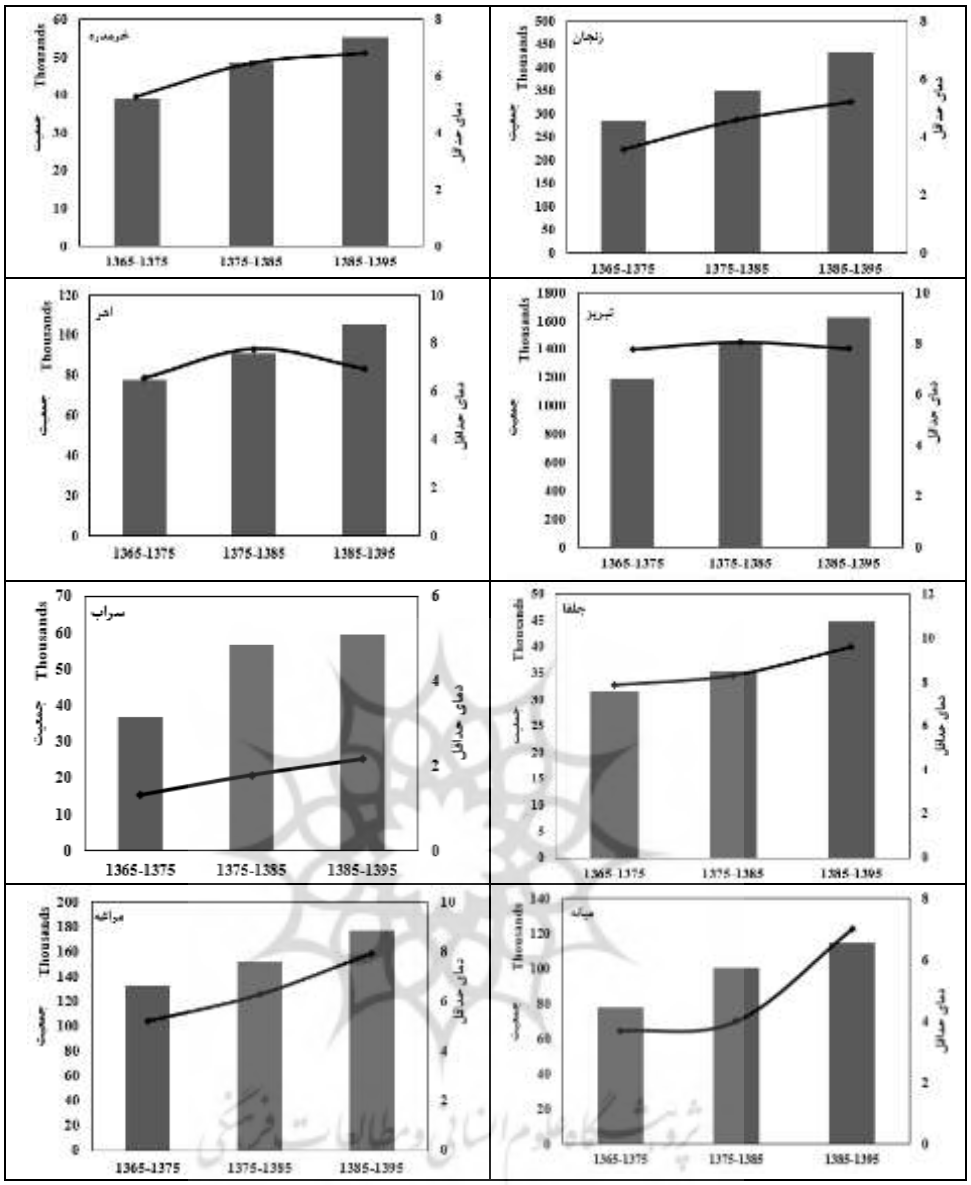
در دهه سوم ۱۳۸۵–۱۳۹۵ در شهرهایی همچون مهاباد و ارومیه و تبریز و اهر روند دما با جمعیت معکوس عمل می‌کند یعنی با افزایش جمعیت در این دهه دمای حداقل مقداری کاهش یافته است که مقدار کاهشی آن، چندان زیاد نیست و همچنین در شهرهایی ازجمله اردبیل و خلخال و سراب اگر چه شاهد افزایش جمعیت در سه دهه هستیم اما افزایش دمای حداقل متناسب با افزایش جمعیت نیست و شهر اردبیل و خلخال روندشان به‌صورت دهه‌ای تقریباً شبیه هم می‌باشد و می‌تواند بیانگر این نکته باشد که شاخص

شهرنشینی به میزان کمی در افزایش دمای حداقل تأثیر داشته است.

یافته‌های تحقیق در بررسی تغییرات دهه‌ای دمای حداقل با شاخص شهرنشینی جمعیت حاکی از این است که متغیرها (رشد جمعیت و دمای حداقل) روند افزایشی در هر سه دهه را دارند. در بیش‌تر موارد، تغییرات در روند در دهه ۱۳۷۵–۱۳۸۵ و ۱۳۸۵–۱۳۹۵ رخ داده است که رشد جمعیت در شهرها افزایش داشته است. بنابراین افزایش دمای حداقل به تأثیر شهرنشینی اشاره دارد (دهدوره و همکاران، ۲۰۰۹: ۸۵، چن[۵۰] و همکاران، ۲۰۱۱: ۳۵۵) افزایش دما در شهرها به فعالیت‌های انسانی مرتبط است از جمله افزایش دفع زباله که باعث تولید گرما، انتشار گرما از صنایع و وسایل نقلیه، مواد ساختاری شهری و پوشش سطح شهری و مواد فلزی به‌کار برده شده در ساخت‌وساز و پیاده‌روهای بتنی در شهرها، مقدار زیادی گرما را جذب می‌کنند که در نتیجه دمای شهری را افزایش می‌دهند. تأثیر شهرنشینی معمولاً در افزایش دمای شبانه که به وسیله دمای حداقل نشان داده می‌شود. در نتیجه می‌توان بیان کرد که اولاً گرچه شهرنشینی منجر به گرم شدن می‌شود، ولی می‌تواند همیشه این مورد برقرار نباشد. ثانیا، نرخ تغییر دما، در شهرها نیز می‌تواند متفاوت باشد.



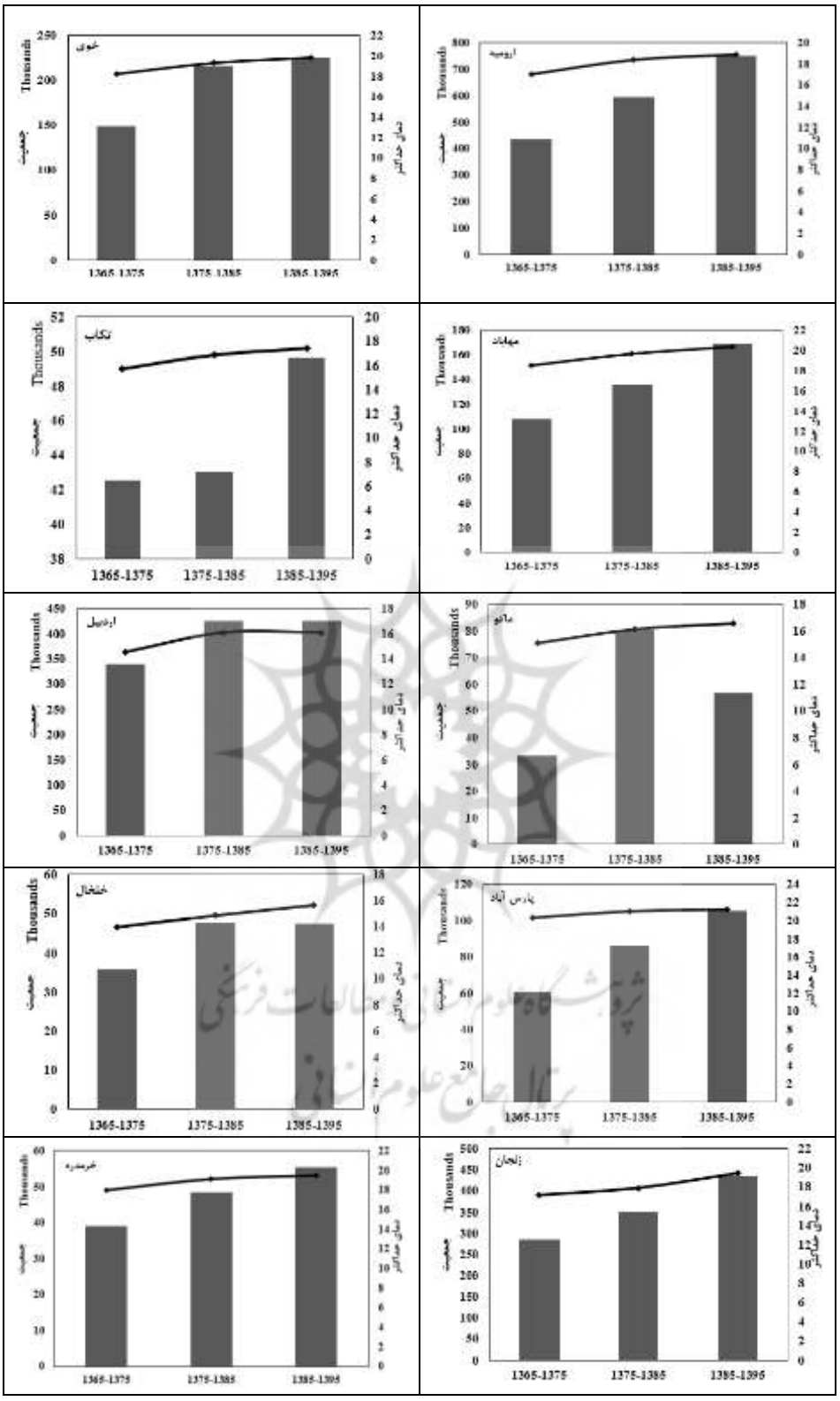
50. Chen et al

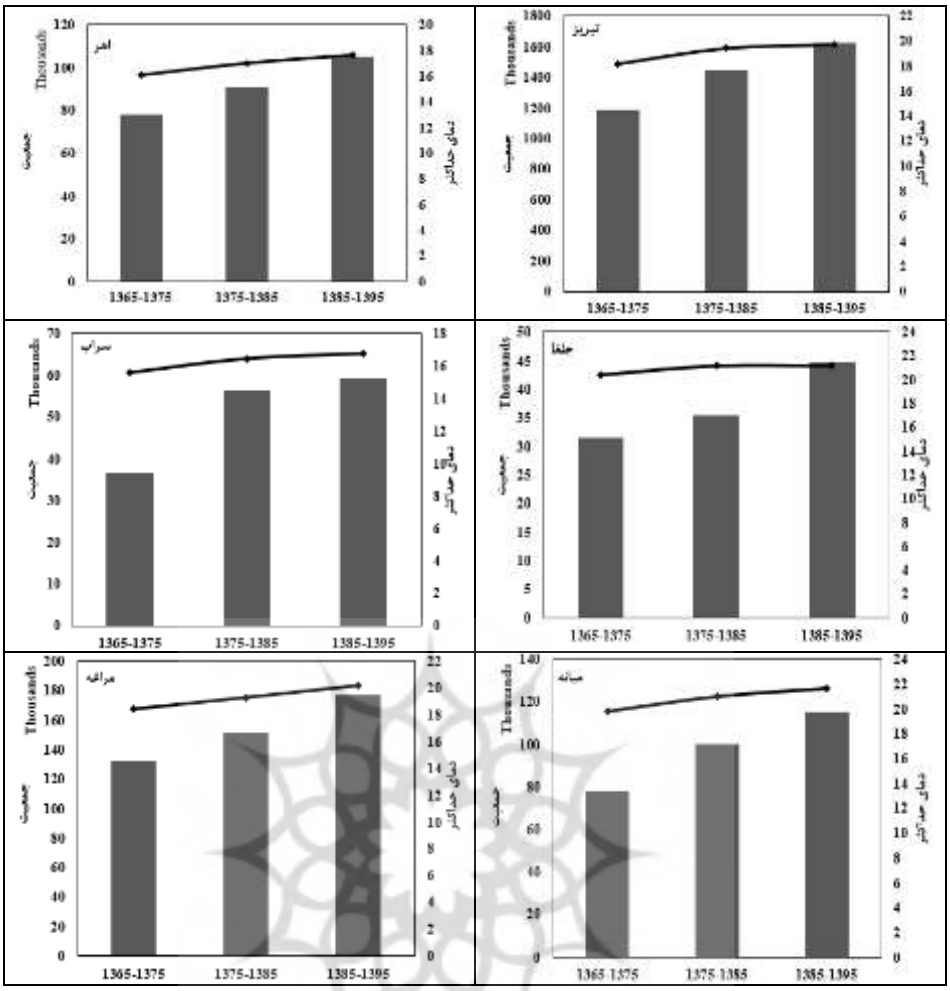


شکل ۷. تغییرات دهه‌ای جمعیت (هزار نفر) و میانگین سالانه دمای حداقل(درجه سانتی‌گراد) در شمال غرب ایران

در شکل ۸، نیز روند تغییرات دهه‌ای میانگین سالانه فراسنج دمای حداکثر و ارتباط آن با شاخص شهرنشینی جمعیت در نقاط شهری ترسیم شده است. تأثیرات افزایش جمعیت در دمای حداکثر نیز قابل مشاهده است. هر چند می‌توان تأثیرات منفی نیز با افزایش جمعیت در دمای حداکثر مشاهده کرد. در شمال غرب ایران در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه در طول سه دهه گذشته روند افزایشی در بین دو متغیر دمای حداکثر و تعداد جمعیت وجود داشت و در دهه اخیر این افزایش در شهرها نیز نمود بیش‌تری نشان داده است.

در نتیجه، با توجه به این‌که با افزایش شاخص شهرنشینی، دمای حداکثر نیز افزایشی را در طول سه دهه گذشته در پی دارد که می‌تواند حاکی از تأثیر گذاری شاخص شهرنشینی بر فراسنج آب‌وهوایی در نقاط شهری در طول سه دهه باشد. در این فراسنج نیز در بیش‌تر موارد، تغییرات در روند در دهه ۱۳۷۵–۱۳۸۵ و ۱۳۸۵–۱۳۹۵ رخ داده است که رشد جمعیت در شهرهای شمال غرب ایران افزایشی بوده است. بنابراین مقیاس جمعیت شهر یک عامل مهمی است، یک شهر با جمعیت بزرگ‌تر دارای نفوذ گرمایی قوی‌تر است، صرف‌نظر از این‌که اثر منفی یا مثبت باشد (فنگ و همکاران، ۲۰۱۴: ۱۱۶). تجزیه و تحلیل فوق بر این باور است که شهرنشینی می‌تواند منجر به افزایش دما شود.


خوی
ارومیه
تکاب
مهاباد
اردبیل
مانو
خلخال
پارس آباد
خرمدره
لنجان
Thousands
جمعیت
زمان جداکنر
1365-1375
1375-1385
1385-1395



شکل ۸. تغییرات دهه‌ای جمعیت (هزار نفر) و میانگین سالانه فراسنج دمای حداکثر (درجه سانتی‌گراد) در شمال غرب ایران

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر ارزیابی تأثیرات شهرنشینی بر تغییرات زمانی و مکانی فراسنج‌های اقلیمی و ارتباط آن با شهرنشینی است که آیا توسعه فیزیکی شهرها (تغییرات کاربری اراضی) در بازه زمانی ۱۹۸۰–۲۰۱۷ بر تغییرات دما مناطق شهری شمال‌غرب تأثیر داشته است؟ آیا بین رشد جمعیت در شهرهای شمال‌غرب در بازه زمانی ۱۹۸۰–۲۰۱۷ با دما رابطه مستقیم وجود دارد؟

در این مطالعه برای پیدا کردن ارتباطی بین رشد جمعیت در شمال غرب ایران با فراسنج‌های دمایی ضریب همبستگی پیرسون به‌کار برده شد و جهت بررسی روند تغییرات آزمون ناپارامتری من–کندال، برای مجموعه دما در تمام ایستگاه‌ها استفاده گردید. در نهایت مشخص گردید که پاسخ مثبت به شهرنشینی در شهرها قابل مشاهده است. جمعیت شهری به‌عنوان شاخصی از شهرنشینی در نظر گرفته شد و بررسی تأثیر شهرنشینی بر آب‌وهوا با تمرکز بر تغییرات دمای حداقل و حداکثر در ۱۶ نقطه شهری شمال‌غرب ایران با طبقه‌بندی انجام شده در بازه زمانی ۱۹۸۷–۲۰۱۷ صورت گرفت. همبستگی مثبتی بین دمای حداقل و حداکثر با رشد جمعیت در شهرها با تغییر کم‌وزیاد در شدت آن مشاهده شد. در بررسی تغییرات دهه‌ای بین جمعیت و دمای حداقل و حداکثر می‌توان تغییرات مثبت را نیز در همه‌ی شهرها مشاهده کرد.

شهرهای کوچکی ازجمله خلخال و خرم‌دره رابطه مثبت قوی با میزان ضریب همبستگی ۰/۸ نشان دادند. همچنین در بین شهرهای متوسط اهر و پارس‌آباد و میانه و خوی و مهاباد و مراغه میزان همبستگی در دمای حداقل و حداکثر مثبت بوده که میزان آن برای دمای حداقل بین ضرایب ۰/۳–۰/۷ بوده است و در طی بازه مورد مطالعه بالاترین میزان همبستگی در فراسنج دمای حداقل شهرهای مراغه و خوی ۰/۷ و دمای حداکثر در شهر مهاباد ۰/۶۱ را داشتند. در شهرهای بزرگ ارتباط بسیار زیادی در شهر زنجان با افزایش جمعیت در دمای حداقل و دمای حداکثر به ترتیب ۰/۷، ۰/۷۵ و در اردبیل نیز میزان همبستگی در دمای حداقل و دمای حداکثر

به‌ترتیب به میزان ۰/۷، ۰/۶۱ ملاحظه شد. همچنین در شهرهای خیلی بزرگ و کلان‌شهرها (ارومیه و تبریز) که تعداد جمعیت بیش‌تری را به خود اختصاص داده‌اند و انتظار می‌رفت که با افزایش جمعیت در این شهرها دمای نیز افزایش داشته باشد. اما برخلاف انتظار تغییرات دمای حداقل کم‌ترین میزان همبستگی را داشته است که ارتباطی مثبت و مستقیم با شدت خیلی کم بین ضرایب ۰/۱-۰/۳ را با شاخص شهرنشینی نشان دادند و ارتباط دمای حداکثر در شهر ارومیه و تبریز با افزایش جمعیت به ترتیب با ضریب همبستگی بالای ۰/۶۸، ۰/۶۱ بود. شهرهایی متوسط پارس‌آباد و خوی و جلفا و اهر و میانه و مهاباد و مراغه در طی سه دهه با افزایش جمعیت دمای حداقل و حداکثر نیز تغییرات افزایشی داشته‌اند. تبریز به‌عنوان کلان‌شهر و ارومیه تنها شهر خیلی بزرگ در منطقه نیز همچنان روندی افزایشی را متناسب با افزایش جمعیت در دمای حداقل نشان می‌دهند.

در راستای پژوهش حاضر در سطح جهان نیز می‌توان به مطالعه محققانی همچون اولانرجوا[۵۱] (۲۰۰۹)، ییلماز[۵۲] و همکاران (۲۰۰۸)، روی و همکاران (۲۰۱۶) همسو می‌باشد. کیتو و همکاران (۲۰۰۹) روند مثبت و آماری قابل توجهی از دمای حداقل در منطقه شهری و روند منفی در دمای حداکثر مشاهده کردند، نتیجه گرفته شده در بررسی دمای حداقل در راستای کار این تحقیق می‌باشد. نتایج پژوهشگران دیگری مانند لطفی و همکاران (۲۰۱۴) را که تأثیر شهر بر تغییرات سالانه دما با استفاده از روش من کندال در منطقه‌ای متفاوت و با نوع طبقه‌بندی متفاوت از طبقه‌بندی صورت گرفته در این تحقیق را انجام دادند و نشان‌دهنده روند افزایشی دمای حداکثر و حداقل در شهرها بود، نتایج پژوهش حاضر را تأیید می‌نمایند.

همچنین مطالعات تیانچ و تورس (۱۹۹۷) اثرات شهرنشینی بر تغییر اقلیم منطقه‌ای در چهار شهر بزرگ ترکیه با استفاده از روش من کندال در ایستگاه‌های شهری حاکی از روند مثبت در دمای حداقل در ایستگاه‌ها را به اثبات رسانده‌اند که تقریباً نشانه شروع افزایش جمعیت در استانبول بود. نتایج کار مزیدی و نارنگی فرد (۲۰۱۶) در ایران نیز روند صعودی حداکثر دما در هر دو شهر شیراز و فسا را نشان داد که طبق آماره من کندال روند در هر دو شهر معنادار است. طبق پژوهشی که با روش من کندال توسط جهانبخش اصل و همکاران (۲۰۱۷) در منطقه شمال‌غرب ایران صورت گرفته است، نشان داده شد که میانگین دمای حداقل در اغلب مناطق رو به افزایش است و روند دما افزایشی است. فنگ و همکاران (۲۰۱۴) اشاره کرد که به بررسی همبستگی بین فراسنج‌های دمایی و تعداد جمعیت پرداخته‌اند و نتایج کار آن‌ها با نشان دادن معنادار بودن و ارتباط بین پارامترها و همچنین ارتباط مثبت شاخص شهرنشینی (جمعیت) با فراسنج‌های دمایی در شهرها همسو بودن نتایج این پژوهش را تأیید می‌نماید. مطالعات پژوهشگرانی همچون کیتو[۵۳] و همکاران (۲۰۰۹)، چن[۵۴] و همکاران (۲۰۱۱) برخلاف نتایج کار تحقیقی ما اثرات منفی رشد جمعیت را بر دمای حداکثر در شهرها نشان داده‌اند و زیلیناکوا و همکاران (۲۰۱۵) در طی تحقیقی که به بررسی دمای مناطق روستایی و شهری در شرق اسلواکی پرداخته‌اند و نتایج آن‌ها نشان از افزایش دما در شهرها بود. تأثیر شهرنشینی معمولاً در افزایش دمای شبانه که به‌وسیله دمای حداقل نشان داده می‌شود، نیز در مطالعات ویلبنکز و کیتز[۵۵]، (۱۹۹۹) و رای[۵۶] و همکاران، (۱۹۹۷) منعکس می‌شود.

گرم شدن قابل توجه در دما که احتمالاً در آینده در مقیاس بیش‌تری قرار می‌گیرند، چالش‌های جدی را در مورد آب‌وهوا و برنامه‌ریزی شهری در شهرها ایجاد می‌کند. به‌طور خاص، افزایش دمای حداقل بر راحتی فیزیولوژی انسان، طراحی شهری، گردش باد و آلودگی هوا تأثیر خواهد داشت، باید در برنامه‌های برنامه‌ریزی شهری پیشنهاد شود و تلاش‌های تحقیقاتی بیش‌تری باید در جهت یافتن راه‌هایی برای کاهش اثرات منفی شهرنشینی بر آب‌وهوا به‌وجود آید.

راهکارها

باتوجه به یافته‌های تحقیق، راهکارهای زیر در زمینه موضوع بررسی شده پیشنهاد می‌گردد:

- ✓ کاهش آلودگی هوا با ارتقای استفاده از انرژی و سیستمهای حمل و نقل جایگزین.
- ✓ کاشتن درخت و مراقبت از فضاهای سبز شهری به عنوان یک عنصر کلیدی در برنامه‌ریزی شهری.

51. Olanrewaju
52. Yilmaz et al
53. Cueto et al
54. Chen et al
55. Wilbanks & Kates
56. Ray et al

- ✓ اتخاذ راه حلهای سبز مانند پانل‌های خورشیدی، بام‌های سبز و فضاهای سبز برای ارتقای بهره‌وری انرژی.
- ✓ بررسی فرآیندهای فیزیکی دخیل در تغییر پوشش زمین و تأثیر آن بر متغیرهای هواشناسی برای درک چگونگی تأثیر شهر بر آب و هوا در مقیاس منطقه‌ای.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دکتری سلماز مطلبی‌زاد می‌باشد که با راهنمایی دکتر عبدالله فرجی و دکتر حسین عساکره و دکتر حسین میرموسوی در دانشگاه زنجان انجام شده است که نهایت تشکر خودم را از استادان گرامی در راهنمایی رساندن اینجانب دارم.

References

Adebayo, Y. R. (1987). A Note on the Effect of Urbanization on Temperature in Ibadan. *Journal of Climatology*, 7(2), 185-192.

Baklanov, A., Hänninen, O., Slørdal, L. H., Kukkonen, J., Bjergene, N., Fay, B., … Sørensen, J. H. (2006). Integrated systems for forecasting urban meteorology, air pollution and population exposure. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, 6(2), 1867–1913.

Bornstein, R. & Lin, Q. (2000). Urban Heat Island and Summer Time Convective Thunderstorms in Atlanta: Three Case Studies. *Atmospheric Environment*, 34(3), 507-516 .

Chan, C. F., Lebedeva, J., Otero, J., & Richardson, G. (2008). Urban heat islands: a climate change adaptation strategy for Montreal. *Plan Canada*, 48(1), 30-33.

Changnon, S. A., Huff, F. A., & Semonin R. G. (1971). Metromax: an investigation of inadvertent weather modification. *Bulletin of the American Meteorological Society,* 52(10), 958-967.

Chen, J., Li, Q., Niu, J., & Sun, L. (2011). Regional climate change and local urbanization effects on weather variables in Southeast China. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 25(4), 555-565.

Chung, U., Choi, J., & Yun, J. I. (2004). Urbanization effect on observed change in mean monthly temperature between 1951–1980 and 1971–2000 in Korea. *Climatic Chang*, 66(1-2), 127–136.

Crane, P., & Kinzig, A. (2005). Nature in the metropolis. *Science (New York, N.Y.)*, 308(5726), 1225.

Cueto, G. O., Martinez, T., & Morales, B. G. (2009). Urbanization effects upon the air temperature in Mexicali, BC, Mexico. *Atmósfera*, 22(4), 349-365.

Davis, K. (1965). The urbanization of the human population. *Scientific American*,13(3), 41-53.

Dhorde, A., Dhorde, A., & Gadgil, A. S. (2009). Long-term temperature trends at four largest cities of India during the twentieth century. *J. Ind. Geophys. Union*, 13(2), 85-97.

Englehart, P. J., & Douglas, A. V. (2003). Urbanization and seasonal temperature trends: observational evidence from a data sparse part of North America. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society* , 23(10), 1253-1263.

Ezber, Y., Lutfi Sen, O., Kindap, T., & Karaca, M. (2007). Climatic effects of urbanization in Istanbul: a statistical and modeling analysis. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 27(5), 667-679.

Fang, F., Junqin, G., Landong, S., Jing, W., & Xinping, W. (2014). The effects of urbanization on temperature trends in different economic periods and geographical environments in northwestern China. *Theory Apple climatology*, 116(5), 227-241.

Fanni, Z. (2006). Cities and urbanization in Iran after the Islamic revolution. *Cities*, 23(6), 407–411.

Fathi, E. (2015). The trend of urbanization in Iran, 3 (2), 8-15. (In Persian)

Fujibe, F. (1995). Temperature rising trends at Japanese cities during the last hundred years and their relationship with population, population increasing rates and daily temperature ranges. *Papers in Meteorology and Geophysics*, 46(2), 35–55.

Fujibe, F. (2009). Detection of urban warming in recent temperature trends in Japan. *International Journal of Climatology : A Journal of the Royal Meteorological Society*, 29(12), 1811-1822.

Fujibe, F. (2011). Urban warming in Japanese cities and its relation to climate change monitoring. *International Journal of Climatology* 31(2), 162-173.

Goodridge, J. D. (1992). Urban bias influences on long-term California air temperature trends. *Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere*, 26(1), 1-7.

Hesamian, F. & Eatemad , G. (1989). Urbanization in Iran, *Ahgh Press*.

Hua, L. J., Ma, Z. G., & Guo, W. D. (2008). The impact of urbanization on air temperature across China. *Theoretical and Applied Climatology*, 93(3-4), 179-194.

Inoue, T., & Kimura, F. (2004). Urban effects on low level clouds around the Tokyo metropolitan area on clear summer days. *Geophysical Research Letters*, 31(5),1-5.

Jahanbakhsh Asl, S., Mohammadi, G., Rashidi, Sh., & Hosseini Sadr, A. (2017). Investigation of changes in the average monthly minimum temperature of the cold period of the year in North-West Iran. *Journal of Geography and Planning*, 21(62), 79-96. (In Persian)

Jauregui, E., & Romales, E. (1996). Urban effects on convective precipitation in Mexico City. *Atmospheric Environment*, 30(20), 3383-3389.

Karl, T. R., Diaz, H. F., & Kukla, G. (1988). Urbanization: Its detection and effect in the United States climate record. Journal of climate, 1(11), 1099-1123.

Kendall, M.,G. (1970). Rank Correlation Methods, *New York, Hafner.*

Kim, M. K., Kang, I. S., Kwak, C. H. (1999). The estimation of urban warming amounts due to urbanization in South Korea for the recent 40 Years. *Journal of the Korean Meteorological Society* 35 (1), 118-126.

Landsberg, H. E. (1981). The urban climate, *Academic* Press, *new York*.

Lee, D. O. (1979). Influence of Atmospheric Stability and the Urban Heat Island on Urban-Rural Wind Speed Differences. *Atmospheric Environment*, 13(8), 1175-1180 .

Lee, Y., M. Wenig, and X. Yang. (2009). The Emergence of Urban Ozone Episodes in Autumn and Air Temperature Rise in Hong Kong. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 2 (2), 111–121 .

Lotfi, M., Alijani, B., & Ziaian Firouzabadi, P. (2014). Analyzing the influence of the city on annual temperature changes in North-Eastern Iran. *Journal of Applied Research in Geographical Sciences*, 35(14), 175-196. (In Persian)

Mann, H. B. (1945) Nonparametric tests against trend, *Econometrica*, 13(3), 245-259.

Matsumoto, J., Fujibe, F., & Takahashi, H. (2017). Urban climate in the Tokyo metropolitan area in Japan. *Journal of Environmental Sciences*, 59(5), 54-62.

Musa Kazemi, S., M. (2013). Spatial Distribution of Population and Hierarchical System of Iranian Cities 1335-1335. *Physical Development Planning Scientific-Research Quarterly*, 3(1), 113-124. (In Persian)

Mezidi, A., & Narangi Fard, M. (2016). The effect of urban development and land use changes on the climatic elements of Shiraz and Fasa. *Applied Research Journal of Geographical Sciences*, 16(40), 131-154. (In Persian)

Nam, W. H., Baigorria, G., Hong, E. M., Kim, T., Choi, Y. S., & Feng, S. (2018). The Fingerprint of Climate Change and Urbanization in South Korea. *Atmosphere*, 9(7), 1-16.

Nyambod, E. M. (2010). Environmental Consequences of Rapid Urbanisation: Bamenda City, Cameroon. *Journal of Environmental Protection*, 1(1), 15–23.

Oke TR. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly journal of the royal meteorological society*, 108(455), 1–24.

Oke, T. R. (1987). Boundary layer climates, *Academic Press, Vancouver*.

Olanrewaju, R. M. (2009). The Climate Effect of Urbanization in A City of Developing Country: The Case Study Of Ilorin, Kwara State, Nigeria Ethiopian. J*ournal of environmental Studies and management*, 2(2),67-72.

Ongoma, V., Muthama, J. N., & Gitau, W. (2013). Evaluation of urbanization influences on urban temperature of Nairobi City, Kenya. *Global Meteorology*, 2(1), 1-5.

Palumbo, A. & Mazzarella, A. (1980). Rainfall Statistical Properties in Naples. *Monthly Weather Review*, 108(7), 1041-1045 .

Pourdihimi, Sh. (2011). Climate Language in Sustainable Environmental Design (Volume 1), Tehran, Shahid Beheshti University Press. (In Persian)

Rabin, R. M. and D. W. Martin (1996). Satellite observations of shallow cumulus coverage over the central United States: An exploration of land use impact on cloud cover. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 101(D3), 7149-7155.

Ranjbar Saadat-Abadi, A., Bidakhti, A., Hosseini, A. A., & Sadeghi, S. A. (2006). The Effects of Heat Island and Urbanization on Weather and Local Climate in Tehran Metropolis. *Environment*, 32(39), 68- 59. (In Persian)

Ray Sinha, K.C., Mukhopadhayay, R. K., & Choudhury, S. K. (1997). Trends in maximum, minimum temperatures and sea level pressure over India. *Paper presented in INTROMET-97 held at IIT*, 2-5.

Ren, G., Zhoun, Y., Chuziying, Z., J, Zhang, A., Guo, J., & Xuefeng, l. (2008). Urbanization effects on observed surface air temperature trends in north China, *American Meteorological Society*, 21(6), 1333-1348.

Rosenzweig, C., Solecki, W., & Slosberg, R' (2006). Mitigating New York City's heat island with urban forestry, living roofs, and light surfaces. *A report to the New York State Energy Research and Development Authority*, 1- 5.

Rotach, M. W. (1993). Turbulence Close to a Rough Urban Surface. Part 1: Reynolds Stress. *Boundary-Layer Meteorology*, 65(2), 1-28 .

Roy, S. S., Kiany, K., Sadegh, M., & Balling, R. C. (2016). A significant population signal in Iranian temperature records. *International Journal of Atmospheric Sciences*, 2016(3), 1-7.

Sadr Mousavi, M. S., & Talebzadeh, M. (2009). Investigation and analysis of changes in the urban hierarchy of West Azarbaijan province in a 50-year period (1335-85). *Geographical Space Magazine*, 9(27), 159-133. (In Persian)

Sa'i, E. (2013). analysis of urbanization trends in the provinces of Iran (1335-85). *Iran Social Sciences Studies*, 10(37), 42-72. (In Persian)

Seto, K. C., Fragkias, M., Güneralp, B., & Reilly, M. K. (2011). A meta-analysis of global urban land expansion. *PloS one*, 6(8), 1-9.

Shakoi, H. I. (1992). Urban Geography of Iran, *Payam Noor University Press*, Iran.

Shepherd, J. M. (2006). Evidence of urban-induced precipitation variability in arid climate regimes. *Journal of Arid Environments*, 67(4), 607-628.

Shepherd, J. M.(2005). A review of current investigations of urban induced rainfall and recommendations for the future. *Earth Interactions*, 9(12), 1–27.

Shepherd, J. M., Pierce, H. & Negri , A. J. (2002). Rainfall modification by major urban areas: Observations from spaceborne rain radar on the TRMM satellite. *Journal of Applied Meteorology*, 41(7), 689-701.

Shepherd, J., Manyin, M. & Messen, D. (2006). Projected Regional Climate Changes in 2025 Due to Urban Growth. *AGU Joint Assembly, Baltimore, Maryland*, 1-4.

Streutker, D. R. (2002). A remote sensing study of the urban heat island of Houston, Texas. *International Journal of Remote Sensing*, 23(13), 2595–2608.

Taqvai, M.. & Sabri, H. (2010). An analysis of Iran's urban systems during the years 1335 to 1385. *Urban and Regional Studies and Research*, 2(5), 55-76. (In Persian)

Tayanc, M., & Toros, H. (1997). Urbanization effects on regional climate change in the case of four large cities of Turkey. *Climatic Change*, 35(4), 501-524.

Tayanç, M., İm, U., Doğruel, M., & Karaca, M. (2009). Climate change in Turkey for the last half century. *Climatic Change*, 94(3-4), 483-502.

Toros, H., Abbasnia, M., Sagdic, M., & Tayanç, M. (2017). Long-Term Variations of Temperature and Precipitation in the Megacity of Istanbul for the Development of Adaptation Strategies to Climate Change. *Advances in Meteorology*, 2017(3), 1-14.

UN (2004). World urbanization prospects: The 2003 revision. United Nations Population Division. New York, USA, Department of Economic and Social Affairs, *United Nations Secretariat*, 237(5), 95-335.

United Nations Department of Economic and Social Affairs (2015). World Population Prospects - Population Division - United Nations.

United Nations Population Division (2005). World Urbanization Prospects; The 2005 Revision.UNFPA, 1999: *State of World Population*. UNFPA. ISBN: 0-89714-558-5.

United Nations, D. of E. and S. A.-P. D. (2014). World Urbanization.

Van T., T. & Bao X., H. D. (2010). Study of the impact of urban development on surface temperature using remote sensing in Ho Chi Minh City, Northern Vietnam. *Geographical Research*, 48(1), 86–96.

Wang, M., & Yan, X. (2015). A comparison of two methods on the climatic effects of urbanization in the Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan area. *Advances in Meteorology*, 2015(2015), 1-12.

Wang, Y., Ji, W., Yu, X., Xu, X., Jiang, D., Wang, Z., & Zhuang, D. (2014). The impact of urbanization on the annual average temperature of the past 60 years in Beijing. *Advances in Meteorology*, 2014(2014), 1-12.

Wilbanks, T.J. & Kates, R.W. (1999). Global change in local places: how scale matters. *Climatic Change*, 43(3), 601-628.

Yilmaz, S., Toy, S., Yildiz, N. D., & Yilmaz, H. (2009). Human population growth and temperature increase along with the increase in urbanisation, motor vehicle numbers and green area amount in the sample of Erzurum city, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 148(1-4), 205-213.

Zeleňáková, M., Purcz, P., Hlavatá, H., & Blišťan, P. (2015). Climate change in urban versus rural areas. *Procedia Engineering*, 119(2015), 1171-1180.

Zhang, Y., Clements, T., Jacobson, W., Katen, B. (2011). Urban Open Space Design For The Chinese Floating Population Community: Planning And Site Design Guidelines. *Thesis submitted to the faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Landscape Architecture*.

Zhu, R. (2009). China's South-North Water Transfer Project and Its Impacts on Economic and Social Development. *Management Bureau of South-North Water Transfer Planning and Design. Ministry of Water Resources of China*.

پوردیهیمی، شهرام (۱۳۹۰). زبان اقلیمی در طراحی محیطی پایدار (جلد اول). تهران، *انتشارات دانشگاه شهید بهشتی*.

تقوایی، مسعود، صابری، حمید (۱۳۸۹)، تحلیلی بر سیستم‌های شهری ایران طی سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۸۵. *مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*، ۲(۵)، ۵۵–۷۶.

جهانبخش اصل، سعید، محمدی، غلامحسن، راشدی، شهناز، حسینی صدر، عاطفه (۱۳۹۶). بررسی روند تغییرات میانگین حداقل دمای ماهانه دوره سرد سال در شمال‌غرب ایران. *نشریه جغرافیا و برنامه ریزی*، ۲۱(۶۲)، ۷۹–۹۶.

رنجبر سعادت‌آبادی، عباس، بیدختی، عباسعلی، علی‌اکبر، حسینی، صادقی، سید علیرضا (۱۳۸۵). آثار جزیره گرمایی و شهرنشینی روی وضع هوا و اقلیم محلی در کلان‌شهر تهران. *محیط‌شناسی*، ۳۲(۳۹) ، ۶۸–۵۹.

ساعی، ارسی (۱۳۹۲). تحلیل روند تحوّلات شهرنشینی در استان‌های ایران (۸۵–۱۳۳۵). *مطالعات علوم اجتماعی ایران*، ۱۰(۳۷)،۴۲–۷۲.

صدر موسوی، میرستار، طالب‌زاده، میرحیدر (۱۳۸۸). بررسی و تحلیل تغییرات در سلسله مراتب شهری استان آذربایجان غربی در یک دوره ۵۰ ساله (۱۳۳۵–۸۵). *مجله فضای جغرافیایی*، ۹(۲۷) ، ۱۳۳–۱۵۹.

فتحی، الهام (۱۳۹۴). روند شهرنشینی در ایران، ۳(۲) ، ۸–۱۵.

لطفی، محمد، علیجانی، بهلول، ضیائیان فیروزآبادی، پرویز (۱۳۹۳)، واکاوی تأثیر شهر بر تغییرات سالانه دما در شمال‌شرق ایران. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۳۵(۱۴)، ۱۷۵–۱۹۶.

مزیدی، احمد، نارنگی فرد، مهدی (۱۳۹۵)، تأثیر توسعه شهری و تغییرات کاربری بر عناصر آب‌وهوایی شهر شیراز و فسا. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۴۰(۱۶)، ۱۳۱–۱۵۴.

موسی کاظمی، سید مهدی (۱۳۹۲). توزیع فضایی جمعیت و نظام سلسله‌مراتبی شهرهای ایران ۱۳۳۵–۱۳۹۰. *فصلنامه علمی ـ پژوهشی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی*، ۳(۱)، ۱۱۳–۱۲۴.

Copyrights
© 2022 by the authors. Lisensee PNU, Tehran, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY4.0)
(http: /creativecommons.org/licenses/by/4. 0)