

ترجمه انگلیسی این مقاله نیز با عنوان:
Investigating the Correlation between Blue-Green Infrastructure and
Reduction of Heat-Related Health Effect Under Climate Change
Case Study: Qazvin City
در همین شماره مجله به چاپ رسیده است.

مقاله پژوهشی

بررسی رابطه زیرساخت سبز-آبی و کاهش آسیب پذیری سلامت در برابر گرمای شدید متأثر از تغییرات اقلیمی نمونه موردی: شهر قزوین*

مریم رضایی قلعه^۱، فرزین حق پرست^{۲*}، آیدا ملکی^۳

۱. پژوهشگر دکتری معماری اسلامی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.
۲. استاد گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.
۳. استادیار گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۲/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۰۲

چکیده

بیان مسئله: تغییرات اقلیمی خصوصاً روند گرمایش در دهه های اخیر، به طور فزاینده ای بر سلامت تأثیر گذاشته و به افزایش بیماری ها و مرگومیر به ویژه در شهرها انجامیده است. اجرای استراتژی سازگاری و کاهش تغییرات اقلیمی با مدیریت زیرساخت های سبز-آبی می تواند پیامدهای این تغییرات را کاهش دهد. فرضیه تحقیق آن است که افزایش سرانه زیرساخت سبز-آبی نواحی مختلف شهر، موجب کاهش دما و تعداد بیماران مرتبط با گرما در آن نواحی خواهد شد. **هدف پژوهش:** هدف، مقایسه بین اثر دو شاخص میزان زیرساخت سبز-آبی در جهت کاهش دما و خطرات سلامت است.

روش پژوهش: شهر قزوین به عنوان نمونه موردی انتخاب شد. بیماری هایی که مرتبط با گرما هستند و در این پژوهش بررسی شده اند، عبارتند از: گرمزدگی، بیماری های قلبی-عروقی، سکته مغزی و بیماری های تنفسی (به عنوان متغیر وابسته). تعداد این بیماران، از تماس های اورژانس به تفکیک نواحی شش گانه اورژانسی شهر در بازه زمانی فروردین ۱۳۹۷ تا مرداد ۱۳۹۹ پایش شده است. در همین بازه نقشه جزیره حرارتی سطوح شهری مستخرج از داده های مودیس تولید شد. زیرساخت های سبز-آبی به کمک نقشه کاربری و NDVI شناسایی و درصد مساحت و سرانه آنها به عنوان شاخص های میزان زیرساخت ها (متغیر مستقل) برای هر ناحیه محاسبه شد. تحلیل های آماری در نرم افزار SPSS انجام گرفت و از معیار ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد. ابتدا تحلیل همبستگی خطی بین متغیر وابسته و مستقل انجام شد. سپس مقایسه های چندگانه میانگین بین نواحی برای چهار بیماری صورت گرفت و از آزمون ANOVA استفاده شد. **نتیجه گیری:** نتایج، رابطه معکوس معنی دار بین سرانه زیرساخت سبز-آبی با تعداد تماس های اورژانس در بیماری های قلبی-عروقی، سکته مغزی و بیماری های تنفسی را نشان می دهد. ناحیه مولوی و فردوسی با کمترین سرانه و بیشترین دما، افزایش بیمار و ناحیه پردیس با بیشترین سرانه و کمترین دما، کاهش بیمار را دارند. چنین رابطه ای برای درصد مساحت صادق نیست. بنابراین مناطق شهری با جمعیت تراکم بایست در اولویت برنامه ریزی منظر قرار گیرند تا نابرابری سلامت منتج از تغییرات اقلیمی، کاهش یابد. **واژگان کلیدی:** تغییرات اقلیمی، زیرساخت های سبز-آبی، سلامت، گرمای جهانی، بیماری های مرتبط با گرما.

* به راهنمایی دکتر «فرزین حق پرست» و دکتر «آیدا ملکی» در سال ۱۴۰۱ در دانشگاه هنر اسلامی تبریز انجام شده است.
** نویسنده مسئول: f.haghparsat@tabriziau.ac.ir ۰۹۱۴۳۰۸۰۱۸۵

* این مقاله مستخرج از رساله دکتری «مریم رضایی قلعه» با عنوان «ارزیابی نقش زیرساخت های سبز-آبی در کاهش خطرات سلامت در واحدهای همسایگی (نمونه موردی: شهر تبریز)» است

مقدمه و بیان مسئله

مشکلات زیست‌محیطی از جمله تغییرات اقلیمی طی چند دهه اخیر به رأس خطرات جهانی بدل شده است. این امر به دلیل افزایش دما در نتیجه گرم شدن کره زمین و به علت سوزاندن سوخت‌های فسیلی و آزادسازی گازهای گلخانه‌ای رخ می‌دهد. تغییرات اقلیمی به‌طور فزاینده‌ای به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر سلامت افراد تأثیر می‌گذارد. به‌گونه‌ای که انتظار می‌رود تغییرات اقلیمی در جهان، سالانه موجب مرگ ۲۵۰ هزار نفر در بین سال‌های ۲۰۳۰ تا ۲۰۵۰ شود (Watts et al., 2021, 31). این آسیب‌پذیری در بُعد سلامت شامل تأثیرات گوناگون جسمی، فیزیولوژیکی و روانی است (Murray & Ebi, 2012). تا جایی که بسیاری از بیماری‌های شایع انسانی به تغییرات اقلیمی ارتباط دارد، از مرگ‌ومیر قلبی-عروقی و بیماری‌های تنفسی ناشی از امواج گرمایی گرفته، تا انتقال بیماری‌های واگیردار و سوء تغذیه (Patz, Campbell-Lendrum, Holloway & Foley, 2005).

یکی از اصلی‌ترین نمودهای تغییرات اقلیمی، روند گرمایش در دهه‌های اخیر است. این روند به افزایش بیماری‌ها و مرگ‌ومیر در بسیاری از مناطق کمک کرده (ibid.) و تبدیل به یکی از خطرات مهم برای شهروندان، خصوصاً گروه‌های آسیب‌پذیرتر شده است. به‌طور کلی توافق عمومی وجود دارد که شدت گرما بر سلامت انسان تأثیر می‌گذارد و همچنین شدت امواج گرمایی باعث افزایش مرگ‌ومیر زودرس می‌شود (Lelieveld et al., 2016, 256). تحقیقات نشان می‌دهد مضرات فزاینده گرمای شدید بر آسایش حرارتی انسان، منجر به آسیب‌پذیری روانی از جمله استرس گرمایی، اختلال در خلق‌وخو، اختلال در تمرکز و آسیب‌پذیری فیزیولوژیکی از جمله آفتاب‌سوختگی، گرم‌زدگی و گرفتگی گرمایی عضلات شده است (Liu, Lian & Brown, 2019). همچنین آمارهای سلامت و داده‌های هواشناسی، رابطه روشنی بین درجه حرارت بالا و مرگ‌ومیر قلبی-عروقی توسط سکتۀ مغزی، ایسکمیک و سایر بیماری‌های قلبی، نشان می‌دهد. بنابراین گرمای شدید به‌عنوان علت اصلی مرگ‌ومیر زودرس ناشی از تغییرات اقلیمی شناخته می‌شود (Lelieveld et al. 2016, 246). در نتیجه در سال‌های اخیر، اقدامات سازگاری و کاهش صدمات تغییرات اقلیمی، بسیار مورد توجه قرار گرفته و با کاهش بیماری‌های مرتبط با گرما، موجب زندگی طولانی‌تر و سالم‌تر مردم می‌شود.

پیامدهای گرمایش جهانی از جمله خطرات سلامت، در شهرها بیشتر نمود می‌یابد. از سوی دیگر چالش شهرنشینی سریع در جهان، خطرات مربوط به سلامتی را افزایش می‌دهد (WHO, 2019, 42). به‌گونه‌ای که در اهداف اصلی توسعه پایدار نیز به این مهم اشاره می‌شود. از این اهداف در زمینه سلامت، محیط زیست و تغییرات اقلیمی، می‌توان به اطمینان از زندگی سالم و ترویج آسایش برای همه در تمام سنین، ایجاد شهرها و شهرک‌های

انسانی جامع، ایمن، تاب‌آور و پایدار، انجام اقدامات فوری برای مقابله با تغییرات اقلیمی و تأثیرات آن، اشاره کرد (ibid., 21-22). در نتیجه اهمیت اقدامات کاهش و سازگاری با صدمات تغییرات اقلیمی در شهرها دوچندان می‌شود. اقدامات سازگاری به کنترل ویژگی‌ها و فرایندها برای کنار آمدن با نتایج منفی تغییرات اقلیمی یا استفاده از فرصت‌های ممکن اشاره دارد (Tol, Fankhauser & Smith 1998; Smit, Burton, Klein & Wandel; Lim, Spanger-Siegfried, Burton, Malone & Huq, 2005).

یکی از مهمترین اقدامات سازگاری، اجرای راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت در مناطق شهری است. زیرساخت‌های سبز-آبی در این راستا می‌تواند اقدامات سازگاری در منظر شهری را سهل و تقویت نمایند (Kabisch, Korn, Stadler & Bonn, 2017, 2). راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت در منظر شهری، علاوه بر مزایای متعدد در سازگاری و کاهش تغییرات اقلیمی، به‌طور فزاینده‌ای بر سلامت و بهزیستی انسان اثر می‌گذارند (Kabisch et al., 2016, 3 Gehrels et al., 2017). بنابراین در این پژوهش، نقش زیرساخت‌های سبز-آبی شهری به‌عنوان استراتژی مهم برای کاهش دما و افزایش سطح سلامت مورد توجه قرار می‌گیرد.

مبانی نظری

• زیرساخت‌سبز-آبی

این زیرساخت شامل کلیه مؤلفه‌های مصنوعی، طبیعی و نیمه طبیعی از شبکه‌های اکولوژیک منسجم در مناطق شهری است. تعریف جامعی که توسط بندیکت و مک ماهون مطرح شده (Benedict & McMahon, 2002) این است که: «زیرساخت‌های سبز-آبی، شبکه‌ای به‌هم پیوسته از آبراه‌ها، تالاب‌ها، زیستگاه‌های حیات‌وحش و سایر مناطق طبیعی است. راه‌های سبز، پارک‌ها و سایر مناطق حفاظت‌شده، مزارع کار، مرتع، جنگل‌ها، بیابان و سایر فضاهای باز که از گونه‌ها حمایت می‌کنند، فرایندهای طبیعی زیست‌محیطی را محافظت می‌کنند، منابع اقلیمی را حفظ می‌کنند و به سلامت و کیفیت زندگی جوامع کمک می‌کنند» (Mell, 2008). در واقع اتصال در مفهوم زیرساخت سبز-آبی نقش اساسی دارد (Faggian & Sposito, 2009; Faggian, Romeijn & Sposito, 2012). این مفهوم از فضاهای سبز و فضاهای آبی به‌طور جداگانه متمایز است. زیرساخت‌های سبز-آبی در سازگاری با تأثیرات تغییرات اقلیمی خصوصاً گرمای شدید نقش اساسی ایفا می‌کنند (Gill, Handley, Ennos & Pauleit, 2007; Kazmierczak & Carter 2010; Kabisch et al., 2017). این امر بدان دلیل است که یکی از عوامل کاهش دما در شهر، زیرساخت‌های سبز-آبی معرفی می‌شوند.

• نقش زیرساخت‌های سبز-آبی در کاهش دما و افزایش سطح سلامت

بهبود سلامتی در برابر گرمای شهری از طریق شناسایی، تجزیه و

گرچه تاکنون تحقیقات مفصلی در زمینه فضای سبز و کاهش دما انجام شده، اما پژوهش‌های مختصری در سال‌های اخیر آغاز شده که به ارتباط زیرساخت سبز و کاهش آسیب‌پذیری سلامت در برابر گرمای شدید ناشی از تغییرات اقلیمی می‌پردازد. به‌عنوان نمونه، مقاله «رابطه بین پوشش سایه درختان محله و تماس‌های اورژانس مربوط به گرما، در جریان حوادث شدید گرمایی در تورنتو، کانادا» (Graham, Vanos, Kenny & Brown, 2016)، ارتباط بین مقدار پوشش سایه درختان و وقوع بیماری‌های مرتبط به گرما در جریان حوادث شدید گرمایی طی سه سال در ۵۴۴ محله تورنتو را بررسی می‌کند. نتایج نشان داد تعداد تماس‌های اورژانس مرتبط به گرما در روزهای امواج گرمایی، همبستگی منفی با مقدار پوشش سایه درختان و همبستگی مثبت با مقدار پوشش سطوح سخت دارد. همچنین مقاله «ارتباط زیرساخت‌های سبز با گرمای شهری و کاهش خطر سلامت در اسلو، نروژ» (Venter, Krog & Barton, 2020) ارتباط قابل توجهی بین دمای هوای ماهانه و تعداد بیماری‌های پوستی مرتبط به گرما در سطح شهر یافته است. از سوی دیگر نتایج این پژوهش نشان می‌دهد در مناطق متشکل از پوشش کامل تاج درخت، یا پوشش گیاهی مخلوط (یعنی درخت و علف)، دمای سطح زمین با سرسبزی پوشش گیاهی ارتباط منفی دارد. بنابراین حفظ پوشش درخت موجب کاهش گرمای شهری و بهبود سلامت خواهد بود. این دسته از مقالات به نقش فضای سبز به‌طور مستقل تأکید دارند.

اغلب مقالات تأثیر فضای سبز را در کاهش دمای شهر و جزیره حرارت شهری بررسی کرده‌اند. هیچ تحقیقی که به‌صورت مستقل به نقش فضای آبی در کاهش خطرات سلامت مرتبط به گرما بپردازد، توسط نویسندگان یافت نشد. تنها در اندک مقالات به دست آمده به نقش فضای آبی اشاره مختصری شده و یا در کنار فضای سبز بدان توجه شده است. مقاله «تعدیل مرگومیر مرتبط با گرما در یک جمعیت سالمند شهری توسط پوشش گیاهی (سبز شهری) و مجاورت با آب (آبی شهری): با شواهدی از لیسبون، پرتغال» (Burkart et al., 2016)، نشان داد که فضای سبز و آبی شهری تأثیر مهمی در مرگومیر ناشی از گرما در افراد مسن در لیسبون دارند. به‌گونه‌ای که افزایش میزان پوشش گیاهی می‌تواند یک استراتژی خوب برای مقابله با اثرات مخرب گرما در مناطق شهری باشد. همچنین فضای آبی شهری مزایای بالقوه‌ای را در این زمینه نشان می‌دهد که ممکن است در چندین کیلومتری آن وجود داشته باشد.

پیشینه پژوهش نکاتی را روشن می‌سازد، از جمله این که بیشتر مطالعات به زیرساخت سبز معطوف بوده و اغلب زیرساخت سبز-آبی به‌صورت متصل دیده نشده است. از سوی دیگر هر یک از این پژوهش‌ها در منطقه اقلیمی مخصوص به خود انجام شده که این امر، کاربرد راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت منتج از آنها را در شهرهایی با اقلیم دیگر دشوار می‌سازد. همچنین اغلب

تحلیل دقیق مناطق پرخطر و طراحی مجدد منظر در این مناطق، می‌تواند انجام گیرد. اصلاح خرداقلیم در این مناطق، می‌تواند به‌طور قابل توجهی آسایش حرارتی در فضای باز را بهبود بخشد. به‌گونه‌ای که شهروندان کمتر در برابر گرمای شدید قرار گیرند و عوارض و مرگومیر مربوط به گرما کاهش یابد (Graham, Vanos, Kenny & Brown, 2017, 779); (Liu, Lian & Brown 2019, 1). در همین راستا، طراحی و برنامه‌ریزی زیرساخت‌های سبز-آبی به‌عنوان شبکه‌های اکولوژیک منسجم منظر شهری می‌تواند در امر سازگاری با تغییرات اقلیمی سهیم بوده و زندگی سالم را ترویج و از آن حمایت کنند (Gehrels et al., 2016). بنابراین زیرساخت‌های سبز-آبی در جهت اصلاح خرداقلیم به‌عنوان استراتژی کاهش گرمای شدید و مؤثر بر سلامت شناخته می‌شوند. تاکنون تحقیقات فراوانی در رابطه با نقش انواع فضای سبز در کاهش اثرات گرما انجام شده است. بسیاری از مطالعات، افزایش فضاهای سبز شهری را با کاهش دمای مؤثر مرتبط دانسته‌اند (Martinez, de'Donato & Kendrovski, 2021, 142). همانند فضاهای سبز، بسیاری از مطالعات، مزایای کاهش بار گرما از طریق فضاهای آبی شهری را بررسی کرده‌اند و البته نتایج در این مورد گاه بسیار متفاوت است (ibid., 143). در این بین مطالعات اندکی به اثرات خنک‌کنندگی زیرساخت سبز و آبی در کنار هم اختصاص داده شده است. نتایج اندک تحقیقات در این زمینه نشان می‌دهد که فضای سبز و آبی هر دو در کاهش درجه حرارت شهری می‌توانند مؤثر باشند. زمانی که ویژگی‌های هر دو فضای آبی و سبز شهری با هم به کار گرفته شوند، می‌توانند هم‌افزایی در مزایای اکوسیستم از جمله خنک‌کنندگی ایجاد کنند. اما مقالات علمی کمی هستند که اثر این هم‌افزایی را شرح می‌دهند (Antoszewski, Świerk & Krzyżaniak, 2020).

پیشینه تحقیق

در گزارش اخیر سازمان جهانی بهداشت، با عنوان «گرما و سلامت در منطقه اروپایی سازمان جهانی بهداشت: شواهد جدید برای پیشگیری مؤثر»، یک فصل به برنامه‌ریزی شهری طولانی مدت در جهت کاهش خطرات گرما اختصاص داده شده است. در این فصل، به زیرساخت سبز و آبی شهری در جایگاه مهم‌ترین مداخلات برای کاهش گرمای بیش از حد در شهر، تأکید می‌شود (Martinez, de'Donato & Kendrovski, 2021). در حالی که فضاهای سبز بهترین نوع مداخله برنامه‌ریزی شهری در برابر گرما هستند، اما هنوز سؤالات مهمی باقی مانده است و این امر توانایی ارائه توصیه‌های خاص برای برنامه‌ریزی و مدیریت عملی را محدود می‌کند (ibid., 143) زیرا عوامل فراوانی همچون هندسه، نوع، اندازه، اتصال، ترکیب و پیکربندی فضای سبز و آبی، اختلاف فصلی و روزانه، عرض جغرافیایی و تفاوت‌های اقلیمی بر اثر خنک‌کنندگی این زیرساخت‌ها مؤثر است (Yu et al., 2020).

همجواری با پایتخت، قرار گرفتن در محور مواصلاتی چندین استان مجاور، دارا بودن بیش از پانزده شهرک صنعتی فعال، نیروگاه تولید برق شهیدرجایی و تعداد بی‌شماری معادن و منابع در حال بهره‌برداری، استعداد بالایی در تولید گازهای گلخانه‌ای دارد» (پرهیزکاری و مظفری، ۱۳۹۵). تولید گازهای گلخانه‌ای بیشتر در استان به‌عنوان اصلی‌ترین دلیل تغییرات اقلیمی، شهر قزوین را به‌عنوان مرکز استان تحت تأثیر قرار می‌دهد. مهمترین اثرات تغییرات اقلیمی در این شهر، افزایش دما و کاهش بارش در سال‌های اخیر است (اکبری، نجفی علمدارلو و موسوی، ۱۳۹۸؛ آبابایی، سهرابی و میرزایی، ۱۳۹۱). مطالعات نشان می‌دهد همین روند و در نتیجه گرم شدن نسبی در آینده ادامه دارد (Zehabian, Salajegheh, Malekian, Boroomand, & Azareh, 2016). به‌گونه‌ای که برخی تحقیقات، افزایش میانگین ماهانه حداقل و حداکثر دمای روزانه تا حدود ۳ درجه سانتی‌گراد تا سال ۲۰۵۰ را پیش‌بینی می‌کند (قربانی و ولیزاده، ۱۳۹۳). این افزایش دما می‌تواند اثرات مخربی بر روی سلامت شهروندان بگذارد. بنابراین برنامه‌ریزی منظر شهری قزوین در جهت استراتژی‌های کاهش و سازگاری با تغییرات اقلیمی باید در اولویت قرار گیرد تا از خطرات احتمالی آینده کاسته شود.

• داده‌ها

- داده‌های سلامت

با استفاده از داده‌های مرکز مدیریت حوادث و فوریت‌های پزشکی استان قزوین، پایگاه‌های شش‌گانه اورژانس داخل شهر قزوین شناسایی و محدوده خدمات‌رسانی هر یک از این پایگاه‌ها، بر روی نقشه شهر پیاده‌سازی شد (شش ناحیه اورژانسی به نام‌های رازی، فردوسی، مینودر، مولوی، پردیس و کوثر). مرزهای این شش ناحیه بر روی نقشه زیرساخت سبز-آبی شهر، قرار گرفت. از آنجا که تماس‌های آمبولانس مرتبط به گرما می‌تواند شامل ایست قلبی، درد قفسه سینه، افزایش فشار، حمله آسم، تنگی نفس، مشکلات تنفسی، ایست تنفسی، قرار گرفتن در معرض گرما و سکتة مغزی باشد (Graham et al., 2016). از جمله بیماری‌های ناشی از تغییرات اقلیمی شایع در ایران نیز می‌توان به سکتة مغزی، سکتة قلبی، حملات تنفسی مربوط به آلودگی هوا (آسم) و استرس گرمایی اشاره کرد (DoE, 2010, 128). در این تحقیق بیماری‌های جسمی مربوط به گرما به چهار دسته اصلی تقسیم شدند که شامل بیماری‌های قلبی-عروقی، سکتة مغزی، تنفسی و گرمادگی است. بنابراین تعداد ماموریت‌های اورژانس مربوط به این چهار دسته به تفکیک پایگاه و ماه، در بازه زمانی فروردین ۱۳۹۷ تا پایان مرداد ۱۳۹۹ (به مدت دو سال و نیم) استخراج شد. این داده‌ها پایش شده از اطلاعات بخش آمار مرکز مدیریت حوادث و فوریت‌های پزشکی استان قزوین است که در قالب جدول ۱ آمده است.

در جدول ۱، تعداد بیماران قلبی-عروقی، سکتة مغزی و تنفسی

موردپژوهی این تحقیقات در کشورهای توسعه‌یافته اروپایی و آمریکا است و شهرهای منطقه خاورمیانه به خصوص ایران، کمتر مورد پژوهش قرار گرفته‌اند. در حالی که نتایج مطالعات اخیر در مورد افزایش شدت گرمای مداوم در خاورمیانه، پیش‌بینی سرعت بیشتر آن در آینده و افزایش شرایط محیطی گرم‌وخشک پیشین آن است (Lelieveld et al., 2016, 245-46) و پژوهش‌های اخیر نشان از افزایش دمای بیشتر در سال‌های آینده در این منطقه، و خطرات بالاتر سلامت دارد. همچنین ایران در دهه‌های آتی با افزایش میانگین دمای بیش از ۲/۵ درجه مواجه خواهد شد و ممکن است تعداد روزها و شب‌های گرم بیشتری را تجربه کند. این مسئله عواقب مهمی برای سلامت انسان و جامعه خواهد داشت. مقالاتی چون «دیدهبانی و تجزیه و تحلیل اثرات دمای هوا و گرمای شدید محیط بر سلامت انسان، در ایران مرکزی واقع در جنوب‌غربی آسیا» (Kolvir, Madadi, Safarianzengir, & Sobhani, 2020) بر اهمیت این موضوع در ایران دلالت دارد. در این مقاله، روند افزایشی تنش‌های گرمایی طی سال‌های ۲۰۱۸-۱۹۹۸ در ۱۵ ایستگاه سینوپتیک، به اثبات رسیده و به شیوع بیماری‌های منتج از آن تأکید می‌شود. بنابراین، پژوهش در ارزیابی نقش زیرساخت سبز-آبی در کاهش دما و خطرات سلامت مرتبط به گرما در ایران، دارای اهمیت بسزایی است. برای تعیین مؤثرترین مؤلفه(های) متعدد زیرساخت سبز-آبی در کاهش دما، نیاز به تحقیقات بیشتری است. در این پژوهش مؤلفه‌های مساحت و سرانه زیرساخت سبز-آبی بررسی می‌شوند.

فرضیه و سؤالات تحقیق

این پژوهش بر این فرض استوار است که افزایش سرانه زیرساخت سبز-آبی محلات مختلف شهر، موجب کاهش دما و بیماری‌های مرتبط با گرما در آن محلات خواهد شد. همچنین این پژوهش به دنبال پاسخ به این سؤالات است که چه ارتباطی میان دمای سطح در محلات شش‌گانه و تعداد تماس‌های اورژانس برای بیماری‌های مرتبط با گرما وجود دارد؟ چه ارتباطی میان دمای سطح در محلات شش‌گانه و سرانه زیرساخت سبز-آبی وجود دارد؟ چه ارتباطی میان سرانه و درصد زیرساخت سبز و زیرساخت آبی محلات شش‌گانه و تعداد تماس‌های اورژانس برای بیماری‌های مرتبط با گرما (به تفکیک گرمادگی، قلبی-عروقی، سکتة مغزی و تنفسی) وجود دارد؟

روش تحقیق

• معرفی محدوده مورد مطالعه

شهر قزوین به‌عنوان نمونه‌موردی این پژوهش انتخاب شده است. این شهر با اقلیم سرد و نیمه‌خشک در قسمت مرکزی ایران و در مدار ۵۰.۰۰ شرقی و ۳۶.۱۶ شمالی واقع و طی سال‌ها دچار تغییرات اقلیمی شده است. «استان قزوین به علت

در شمال شهر است. بخش‌های روباز این کانال‌ها نیز به‌عنوان زیرساخت آبی در نظر گرفته شده است. در نهایت زیرساخت سبز با رنگ سبز، زیرساخت آبی با رنگ آبی و کاربری‌های دیگر شهر با رنگ کرم در نقشه (تصویر ۱) مشخص شد، تا جانمایی، شکل و پراکندگی زیرساخت سبز-آبی در شهر مشخص شود.

همچنین برای تدقیق میزان و مکان پوشش گیاهی شهر، از نقشه شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) استفاده شد. این شاخص برای کمی‌سازی پوشش گیاهان استفاده می‌شود و در درک تراکم و سلامت پوشش گیاهی مفید است. این شاخص میزان پوشش گیاهی را با اندازه‌گیری تفاوت بین باندهای قرمز (R) و نزدیک مادون قرمز (NIR) تعیین می‌کند و به این روش محاسبه می‌شود: $(NIR - R) / (NIR + R)$. شاخص NDVI بین ۱ تا ۱- است و هر چه به ۱ نزدیکتر باشد، پوشش گیاهی متراکم‌تر و سالم‌تر است و بالعکس. در این پژوهش از تصاویر سنجنده ماهواره لندست ۸ در تاریخ ۱۳۹۸/۱۱/۱۰ با کمترین درصد پوشش ابر (۱۳٪ درصد) استفاده شده است. این تصاویر از سایت usgs.gov (سازمان زمین‌شناسی آمریکا) دریافت شده و شاخص مذکور برای تصاویر لندست ۸، طبق روش زیر در نرم افزار GIS محاسبه شده است: $NDVI = \text{Band } 5 - \text{Band } 4 / (\text{Band } 5 + \text{Band } 4)$. (USGS, 2021).

نقشه تولیدشده با نقشه کاربری فضاهای سبز شهرداری، تا حد

نشان می‌دهد که پایگاه مولوی و فردوسی، بالاترین آمار و پایگاه پردیس، پایین‌ترین آمار را دارد. بیماران پایگاه‌های رازی، مینودر و کوثر نیز آمار میان‌ی را به خود اختصاص داده‌اند. در همین جدول، تعداد مراجعین در گرمادگی نشان می‌دهد که پایگاه مولوی و فردوسی، همچنان دارای بالاترین آمار هستند. پایگاه رازی در رتبه دوم و پردیس در رتبه سوم قرار دارد. در پایگاه‌های کوثر و مینودر نیز هیچ موردی گزارش نشده است.

- داده‌های زیرساخت سبز-آبی

داده‌های کاربری زمین‌های شهر قزوین که در نرم‌افزار GIS توسط شهرداری قزوین مدل‌سازی شده است، مورد بررسی قرار گرفت و زیرساخت‌های سبز-آبی به دقت شناسایی شد. زیرساخت سبز اعم از بوستان‌ها، میداين سبز، فضاهای سبز در کلیه معابر (بلوارها و خیابان‌ها)، فضاهای سبز در لچکی‌ها و رمپ ولوپ‌ها و همچنین باغ‌های موجود در نقشه مشخص شده است. سپس کاربری‌های دارای عنصر آب، اعم از رودخانه و کانال آب در نقشه معین شده است. دو رودخانه فصلی در داخل شهر قزوین از شمال به جنوب کشیده شده‌اند. رودخانه سمت شرق به نام باراجین و سمت غرب به نام بازار است. مسیر این دو رودخانه در بخش‌هایی از شهر روباز و در بخش‌هایی سرپوشیده است. بخش‌های روباز این دو رودخانه در شهر که امکان کاهش دما و تعامل مردم با آنها وجود دارد به‌عنوان زیرساخت آبی شناسایی شدند. علاوه بر این چند کانال آبی در شهر وجود دارد که مهم‌ترین آن کانالی شرقی-غربی

جدول ۱. تعداد تماس‌های اورژانس (بیماری‌های مرتبط به گرما) در شهر قزوین به تفکیک پایگاه و سال. مأخذ: پایش شده از بخش آمار مرکز مدیریت حوادث و فوریت‌های پزشکی استان قزوین، ۱۳۹۹.

تعداد بیماران قلبی - عروقی				تعداد بیماران گرماده			
تمام سال‌ها	۵ ماه اول سال ۱۳۹۹	سال ۱۳۹۸	سال ۱۳۹۷	تمام سال‌ها	۵ ماه اول سال ۱۳۹۹	سال ۱۳۹۸	سال ۱۳۹۷
۱۰۹۷	۲۰۷	۴۶۳	۴۲۷	راز	۲	۱	۱
۱۹۹۲	۲۵۸	۹۷۵	۷۵۹	فردوسی	۳	۰	۳
۱۱۷۲	۱۹۱	۵۶۲	۴۱۹	مینودر	۰	۰	۰
۱۹۱۴	۲۷۸	۸۹۳	۷۴۳	مولوی	۳	۱	۱
۵۵۶	۱۶۹	۳۲۱	۶۶	پردیس	۱	۰	۱
۱۲۸۷	۲۰۴	۵۴۷	۵۳۶	کوثر	۰	۰	۰
تعداد بیماران تنفسی				تعداد بیماران سکنه مغزی			
۳۲۳	۶۵	۱۵۱	۱۰۷	راز	۹۲	۲۶	۳۲
۵۰۷	۸۸	۲۴۶	۱۷۳	فردوسی	۱۷۱	۲۷	۶۳
۲۶۸	۶۱	۱۷۸	۱۲۹	مینودر	۱۰۰	۲۳	۳۱
۵۸۵	۱۱۱	۲۷۰	۲۰۴	مولوی	۱۸۹	۳۵	۸۰
۲۳۰	۷۷	۱۳۷	۱۶	پردیس	۵۰	۱۶	۸
۳۵۲	۷۴	۱۵۱	۱۲۷	کوثر	۱۲۶	۱۸	۴۳

است. بنابراین در این پژوهش برای محاسبه LST از داده‌های MODIS (تابش سنج طیفی تصویربرداری با وضوح متوسط)، بر روی ماهواره ترا استفاده شده است. این داده‌ها با عنوان MODIS A2.006_ MOD 11 مقدار متوسط دمای سطح زمین در آسمان صاف در طول هشت روز در طول روز و شب، بر روی یک شبکه یک کیلومتری است و در دو ساعت ۱۰:۳۰ و ۲۲:۳۰ ذخیره شده است (هاشمی دره بادامی، درویشی بلورانی، علوی پناه، ملکی و بیات، ۱۳۹۸). بازیابی، پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌های مذکور در پلتفرم Google Earth Engine انجام شده است.

• تحلیل‌های آماری

تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری این مقاله در نرم‌افزار SPSS انجام شده است. ابتدا تحلیل همبستگی خطی بین تعداد تماس‌های آمبولانس برای بیماری‌های مرتبط به گرما (متغیر وابسته) و شاخص‌های میزان زیرساخت سبز-آبی (متغیر مستقل) شامل مساحت کل، مساحت، درصد مساحت و سرانه زیرساخت سبز-آبی انجام گرفت. معیار استفاده شده، ضریب همبستگی اسپیرمن است. این ضریب از ۱ تا -۱ بوده و اگر بزرگتر از ۰/۷ باشد نشان‌دهنده همبستگی قوی است. همچنین میانگین و انحراف معیار تعداد تماس‌های آمبولانس به تفکیک بیماری‌های مرتبط به گرما برای شش ناحیه اعزام آمبولانس به دست آمد. سپس مقایسه‌های چندگانه میانگین، بین هر دو ناحیه برای هر چهار بیماری محاسبه

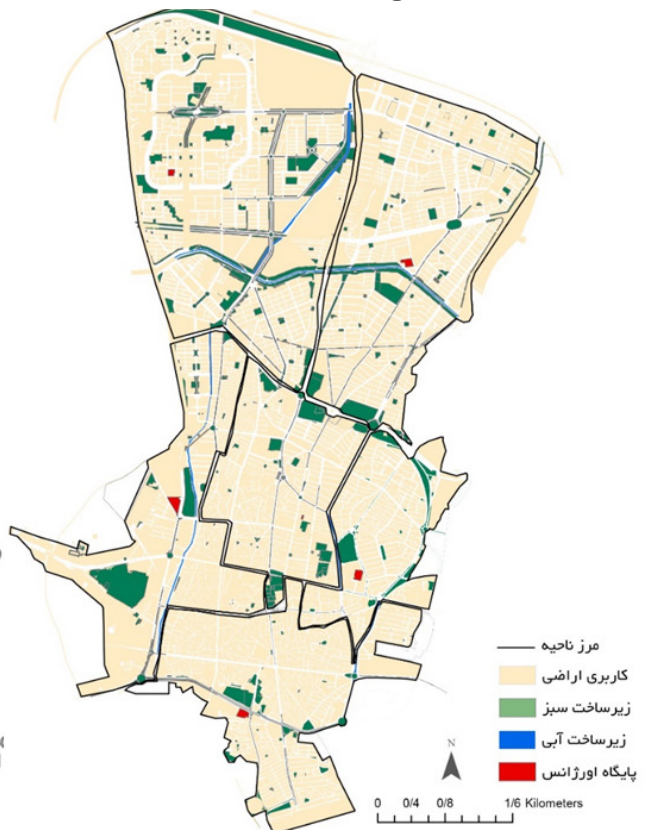
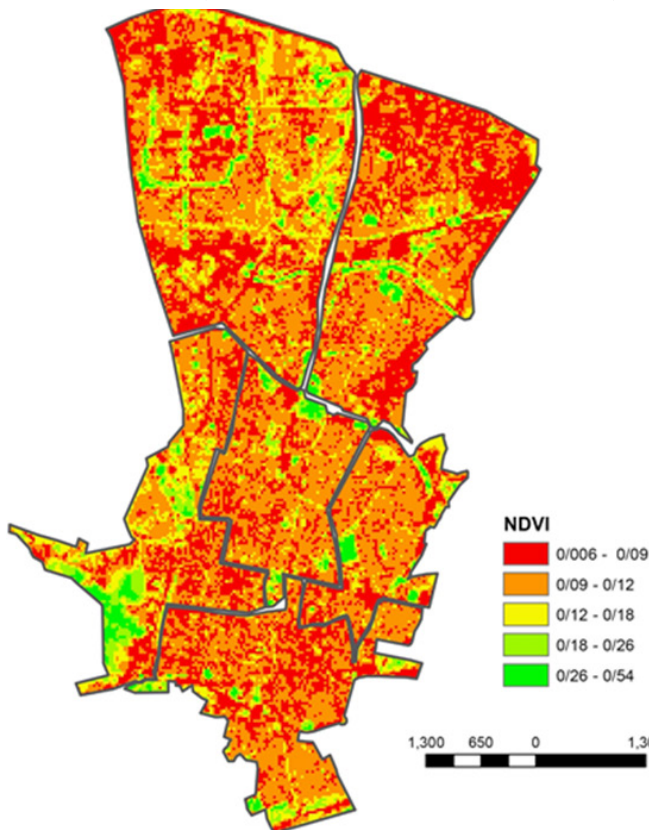
زیادی مطابقت دارد. بنابراین نقشه کاربری تهیه‌شده توسط شهرداری، مبنای محاسبه مساحت و سرانه فضاهای سبز و آبی قرار گرفت. برای تخمین بهتر، کاربری فضاهای سبز و فضاهای آبی این نقشه با عکس ماهواره‌ای شهر قزوین مطابقت داده شد و خطاهای اندک موجود تصحیح شد. سپس درصد مساحت و سرانه زیرساخت‌های سبز و آبی را در هر منطقه طبق روش زیر محاسبه شد:

سرانه زیرساخت‌های سبز (آبی): مساحت زیرساخت‌های سبز (آبی) (متر مربع) / جمعیت. و درصد مساحت زیرساخت‌های سبز (آبی): مساحت زیرساخت‌های سبز (آبی) / مساحت کل (جدول ۲).

به‌طور کلی داده‌ها حاکی از آن است که ناحیه مولوی دارای کمترین درصد مساحت و سرانه زیرساخت سبز-آبی است و ناحیه فردوسی در رتبه بعدی نسبت به آن قرار دارد. از سوی دیگر ناحیه پردیس دارای بیشترین درصد مساحت و سرانه زیرساخت سبز-آبی است و مینودر در رتبه بعدی نسبت به آن قرار دارد.

• تحلیل جزیره حرارتی سطوح شهری

برای تحلیل جزیره حرارتی سطوح شهری، نیاز به نقشه‌های دمای سطح زمین (LST) شهر است. بهترین روش برای به‌دست‌آوردن دمای سطح زمین، روش‌های سنجش از راه دور



تصویر ۱. راست: جانمایی زیرساخت سبز-آبی در شهر قزوین. مأخذ: برگرفته از اطلاعات نقشه GIS شهرداری قزوین، ۱۳۹۹؛ چپ: نقشه NDVI، ۱۳۹۸. مأخذ: نگارندگان.

جدول ۲. جمعیت، مساحت کل، درصد مساحت و سرانه زیرساخت سبز-آبی به تفکیک محدوده پایگاه‌های اورژانس شهر قزوین (واحد مساحت‌ها به مترمربع است). مأخذ: نگارندگان برگرفته از اطلاعات نقشه GIS شهرداری قزوین، ۱۳۹۹.

محدوده‌ها	جمعیت	مساحت کل	مساحت زیرساخت سبز	مساحت زیرساخت آبی	درصد مساحت زیرساخت سبز	درصد مساحت زیرساخت آبی	سرانه زیرساخت سبز	سرانه زیرساخت آبی
رازی	۸۱۴۵۵	۴۷۸۰۱۳۵	۴۷۵۳۲۱	۲۱۹۸۱	۱۰	۰/۴	۵/۹	۰/۲۶
فردوسی	۴۸۷۲۰	۲۴۳۳۹۲۲	۲۶۱۹۰۲	۷۵۸۰	۷/۱۰	۰/۳	۵/۴	۰/۱۵
مینودر	۹۶۰۲۸	۷۳۹۸۵۲۰	۱۰۱۵۵۷۴	۸۲۰۵۲	۷/۱۳	۱/۱	۱۰/۶	۰/۸۵
مولوی	۶۹۰۰۰	۳۴۹۹۱۱۹	۲۷۵۹۵۹	۶۸۸۶	۸/۷	۰/۲	۴	۰/۱
پردیس	۳۲۱۶۲	۳۹۸۲۰۳۰	۳۹۸۶۱۷	۵۷۱۴۷	۱۰	۱/۴	۱۲/۴	۱/۸
کوثر	۲۸۰۹۶	۱۸۵۱۷۴۳	۲۱۰۵۷۹	۰	۴/۱۱	۰	۷/۵	۰

نتایج با نقشه تغییرات دمای سطح زمین (LST) شهر طی دوره ده ساله (فروردین ۱۳۸۸ تا مرداد ۱۳۹۹) نیز تأیید می‌شود. نقشه متوسط LST شبانه در همپوشانی با آمار تماس‌های اورژانس برای بیماری‌های مربوط به گرما، بر همبستگی میان دما و تعداد بیماران دلالت می‌کند (تصویر ۲). به عبارت دیگر، نواحی با دمای سطح بالاتر (به ویژه مناطق فردوسی و مولوی) دارای بیماران مرتبط به گرمای بیشتری هستند.

• زیرساخت سبز-آبی و دمای سطح زمین

همان‌طور که قبلاً ذکر شد، فضای سبز و آبی هر دو در کاهش درجه حرارت شهری می‌توانند مؤثر باشند. اگر این دو، با هم به کار گرفته شوند، می‌توانند هم‌افزایی در خنک‌کنندگی ایجاد کرده و در کاهش جزیره حرارتی شهر نقش مؤثری داشته باشند. با کنار هم قراردادن نقشه‌های جزیره حرارت شهری قزوین، روند تغییرات دما و رتبه‌بندی میزان سرانه زیرساخت سبز-آبی، مشاهده می‌شود که در نواحی مولوی و فردوسی با کمترین سرانه زیرساخت سبز-آبی، شدت دمای سطح وجود دارد. و طی ده ساله اخیر در بخش عمده‌ای از این دو ناحیه، افزایش متوسط دما تا حدود ۷/۵ درجه سانتیگراد بوده است. بالعکس در ناحیه پردیس با بالاترین سرانه زیرساخت سبز-آبی، شدت دمای سطح کمتر می‌شود و روند تغییرات دما در بخش عمده‌ای از این ناحیه کاهش (حدود ۴ درجه) است (تصویر ۴).

• زیرساخت سبز-آبی و بیماری

همبستگی بین تعداد کل تماس‌های آمبولانس برای بیماری‌های مرتبط به گرما (متغیر وابسته) و شاخص‌های میزان زیرساخت سبز-آبی (متغیر مستقل) شامل مساحت، درصد مساحت و سرانه در جدول ۳ آمده است. ضرایب همبستگی نشان می‌دهد سرانه زیرساخت سبز، رابطه معکوس معنی‌دار قوی با تعداد تماس‌های اورژانس در سه بیماری قلبی-عروقی، سکته مغزی و تنفسی دارد. همچنین سرانه زیرساخت آبی، رابطه معکوس معنی‌دار با تعداد تماس‌های اورژانس در دو بیماری قلبی-عروقی و سکته مغزی

شد. در آخر، از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) استفاده شد تا معلوم شود آیا اختلاف آماری معنی‌داری بین میانگین‌های دو یا چند گروه مستقل وجود دارد؟ (جدول ۶). همچنین با قراردادن دو لایه اطلاعاتی نقشه‌های برداری زیرساخت سبز-آبی و داده‌های سلامت در نرم‌افزار GIS بر روی یکدیگر، نتایجی به صورت نقشه استخراج شد که نشان‌دهنده چگونگی رابطه این داده‌ها با یکدیگر است.

بحث و جمع‌بندی

• دمای سطح زمین و بیماری

شهر قزوین تنها یک ایستگاه هواشناسی سینوپتیک دارد که در منطقه فرودگاه (جنوب‌شرقی شهر) قرار گرفته است. به همین علت داده‌های هواشناسی این ایستگاه نمی‌تواند تفاوت‌های دمایی در مناطق مختلف شهر قزوین را نشان دهد. بنابراین نقشه دمای سطح زمین (LST) در شهر می‌تواند مرجع مناسبی برای توزیع مکانی دمای سطح زمین و تحلیل نقاط داغ به تفکیک مناطق در شهر قزوین باشد. در همین راستا نقشه‌های متوسط LST روزانه و شبانه در بازه زمانی پژوهش (فروردین ۱۳۹۷ تا مرداد ۱۳۹۹)، تهیه شد. نقشه متوسط LST روزانه شهر قزوین در طول روز، جزیره حرارتی منفی را نشان می‌دهد که به‌عنوان جزیره سرد شهری (UCI) نامیده می‌شود. علت این پدیده تفاوت در ظرفیت گرمایی سطوح مختلف است. مصالح با ظرفیت گرمایی بالا در مناطق شهری در طول روز در حال ذخیره‌کردن انرژی گرمایی خورشید هستند و دمای این مناطق از بخش‌های دیگر پایین‌تر است. برعکس این پدیده در شب اتفاق می‌افتد زیرا ساختمان‌ها (یا دیگر عناصر شهری) هنوز دمای خود را حفظ کرده و دمای بالاتری نسبت به بخش‌های دیگر دارند (هاشمی دره بادامی و همکاران، ۱۳۹۸). بنابر موارد مذکور، نقشه متوسط LST شبانه و نمودار پروفیل‌های شبانه شهر قزوین (تصاویر ۲ و ۳) به خوبی جزیره حرارتی سطحی در مرکز شهر را به نمایش می‌گذارد. این

گفته شد به دلیل تعداد بسیار اندک نمونه‌ها، این نتایج نمی‌تواند کاملاً قابل اعتماد باشد. بنابر نتایج آماری به‌دست آمده، لایه اطلاعاتی سرانه زیرساخت سبز و آبی (به‌طور جداگانه) و لایه تعداد بیماران (قلبی-عروقی، سکته مغزی و تنفسی) به تفکیک شش ناحیه در نرم‌افزار GIS بر روی یکدیگر قرار گرفت. تا از هم‌پوشانی این لایه‌ها، نقشه‌های مفهومی تولید شود و تحلیل‌های آماری به‌صورت گرافیکی نمایش داده شود (تصویر ۵).

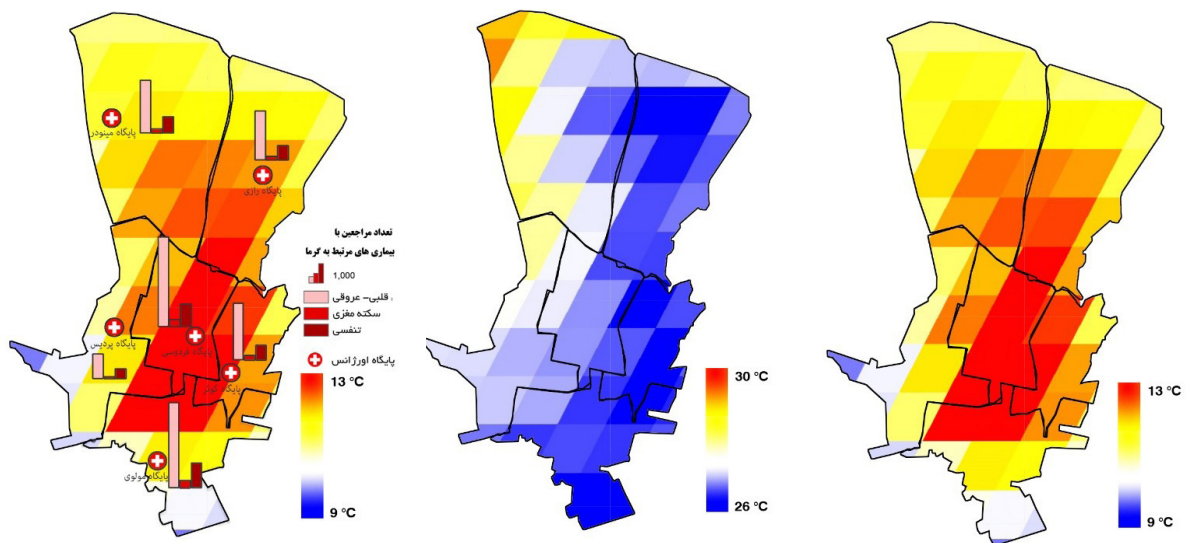
آمار گرمزدگی به‌طور مجزا با میزان سرانه زیرساخت سبز-آبی ترکیب شد. زیرا تعداد بسیار اندک این بیماران با آمار سه بیماری دیگر قابل مقایسه نبود. نقشه تولیدشده گویای آن است که تعداد بیماران گرمزده با میزان سرانه زیرساخت سبز-آبی رابطه معکوس دارد (تصویر ۶).

جمع‌بندی نتایج نشان می‌دهد ناحیه مولوی با کمترین سرانه زیرساخت سبز-آبی، بیشترین تعداد تماس‌های اورژانس در هر سه بیماری قلبی-عروقی، سکته مغزی و تنفسی را داشته و اختلاف میانگین معناداری با دیگر نواحی دارد. ناحیه فردوسی در هر سه بیماری نامبرده در رتبه بعدی نسبت به مولوی قرار دارد. زیرا دارای کمترین سرانه زیرساخت سبز-آبی پس از مولوی است. همچنین ناحیه پردیس با بیشترین سرانه زیرساخت سبز-آبی، کمترین تماس‌های اورژانس در هر سه بیماری نامبرده را دارد. به‌علاوه نواحی فردوسی و مولوی با کمترین سرانه، بیشترین تعداد تماس‌های آمبولانس مربوط به گرمزدگی را دارند، و ناحیه رازی در رتبه بعدی نسبت به آنها قرار دارد. به‌طور خلاصه رابطه معکوس معنی‌دار قوی بین سرانه زیرساخت سبز-آبی با تعداد تماس‌های اورژانس در چهار بیماری به وضوح دیده می‌شود (تصویر ۷).

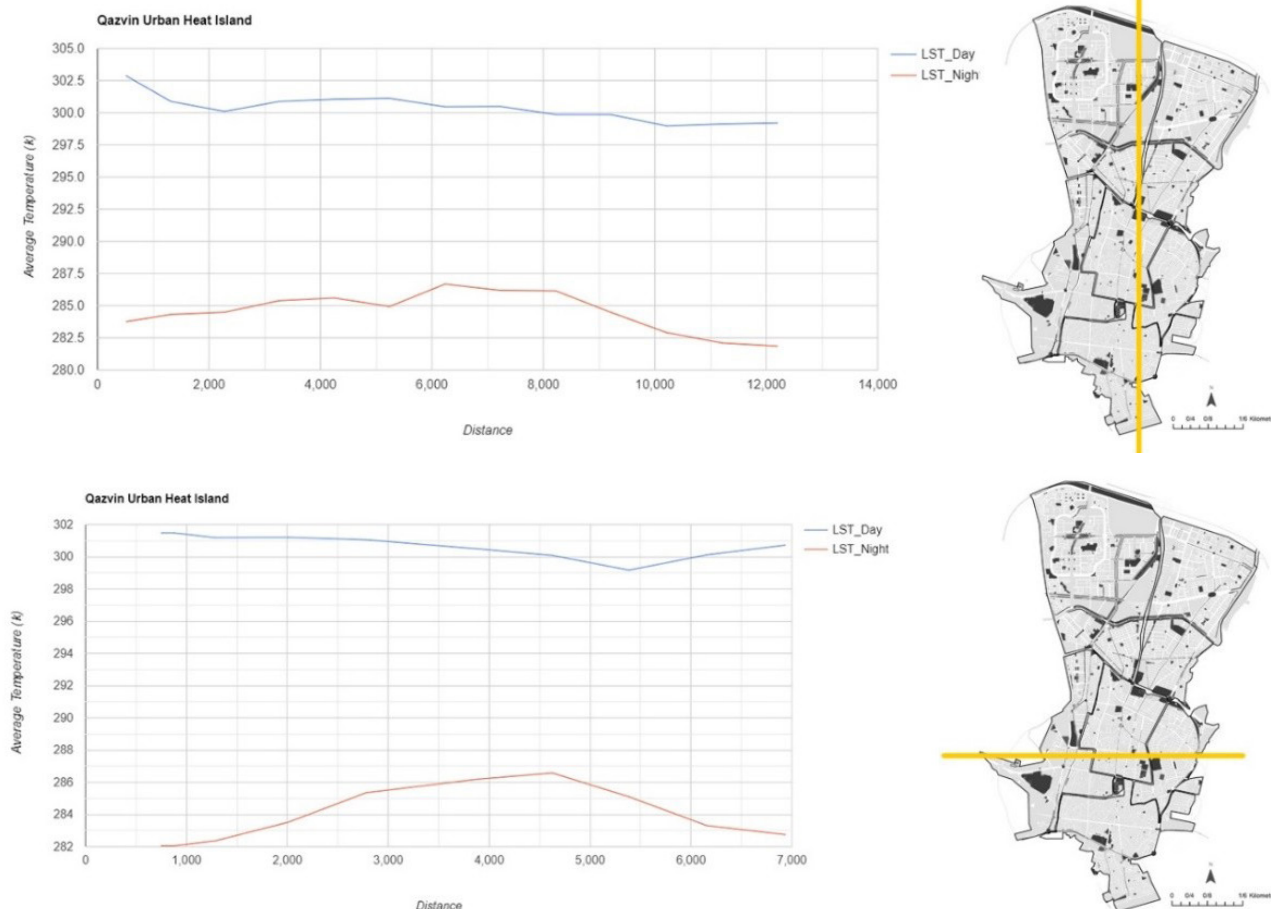
دارد. اما شاخص‌های دیگر از جمله درصد مساحت زیرساخت سبز-آبی هیچ ارتباط معنی‌داری را نشان نمی‌دهند. در این بین به دلیل تعداد نمونه‌های گرمزدگی بسیار اندک در دوره زمانی انتخابی، تماس‌های اورژانس مرتبط به گرمزدگی هیچ رابطه معناداری با شاخص‌های زیرساخت سبز-آبی ندارد.

مقایسه‌های چندگانه میانگین تعداد تماس‌های اورژانس برای بیماری‌های مرتبط به گرما (جدول ۵) نشان می‌دهد که در تماس‌های آمبولانس مربوط به بیماری قلبی-عروقی، اختلاف میانگین معنادار بسیار قوی وجود دارد. رتبه‌بندی براساس مقایسه میانگین برای همه مناطق انجام شده و در جدول ۵ آمده است. نواحی مولوی، فردوسی، رازی، مینودر، کوثر و پردیس به ترتیب رتبه یک تا شش را به خود اختصاص داده‌اند. در مواردی که مقایسه میانگین بین دو ناحیه، تفاوت معنی‌داری نشان نداد، از مقایسه انحراف معیار (جدول ۴) استفاده شد. در تماس‌های آمبولانس مربوط به سکته مغزی نیز به همین روش رتبه‌بندی انجام شد. نواحی مولوی، فردوسی، کوثر، مینودر، رازی و پردیس به ترتیب رتبه یک تا شش را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین در تماس‌های آمبولانس مربوط به بیماری تنفسی، نواحی مولوی، فردوسی، مینودر، کوثر و رازی و پردیس به ترتیب رتبه یک تا شش را به خود اختصاص داده‌اند. به‌طور کلی در هر سه بیماری قلبی-عروقی، سکته مغزی و تنفسی، ناحیه مولوی و فردوسی به ترتیب بیشترین و ناحیه پردیس، کمترین تعداد بیمار را دارند.

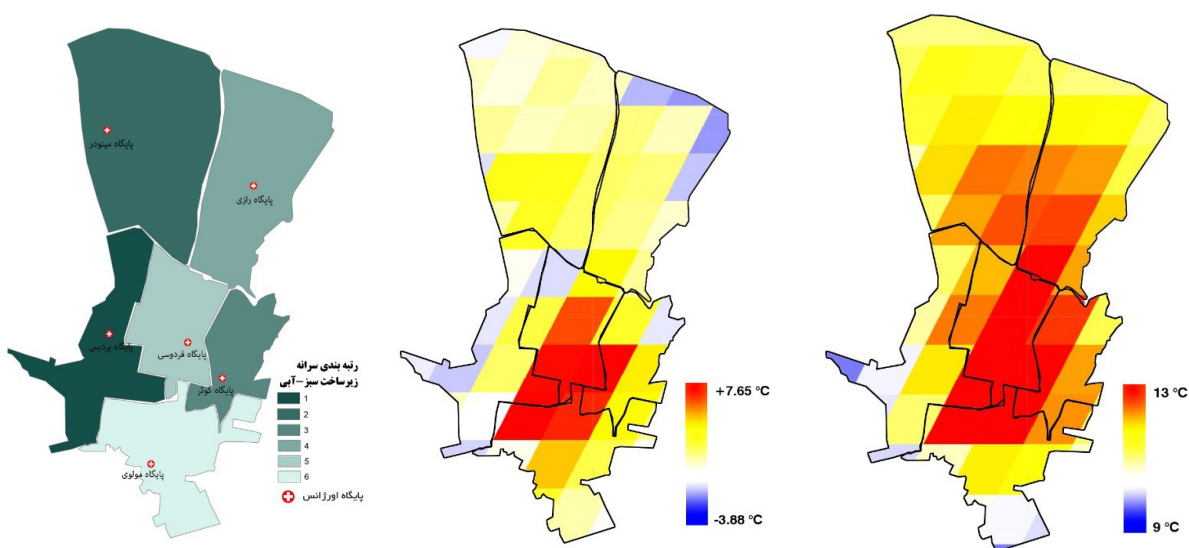
در تماس‌های آمبولانس مربوط به گرمزدگی، تنها ناحیه فردوسی اختلاف میانگین معناداری با سه ناحیه مینودر، پردیس و کوثر داشته و میانگین بیشتری نسبت به آنها دارد. و اختلاف میانگین معناداری با نواحی مولوی و رازی ندارد. اما همان‌طور که



تصویر ۲. راست: نقشه توزیع مکانی متوسط LST روزانه شهر قزوین (فروردین ۱۳۹۷ تا مرداد ۱۳۹۹)، وسط: نقشه توزیع مکانی متوسط LST شبانه شهر قزوین (فروردین ۱۳۹۷ تا مرداد ۱۳۹۹)، چپ: نقشه همپوشانی LST شبانه و تعداد تماس‌های اورژانس برای بیماری‌های مربوط به گرما به تفکیک شش ناحیه. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۳. پروفیل‌های طولی و عرضی جزیره حرارتی سطوح شهری روزانه و شبانه شهر قزوین (فروردین ۱۳۹۷ تا مرداد ۱۳۹۹). مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۴. راست: نقشه توزیع مکانی متوسط LST شبانه شهر قزوین (فروردین ۱۳۹۷ تا مرداد ۱۳۹۹)، وسط: نقشه توزیع مکانی تغییرات متوسط دمای سطح زمین (LST) شهر قزوین طی یک دوره ده ساله (فروردین ۱۳۸۸ تا مرداد ۱۳۹۹)، چپ: نقشه رتبه‌بندی میزان سرانه زیرساخت سبز-آبی در شش ناحیه. مأخذ: نگارندگان.

جدول ۳. همبستگی اسپیرمن بین شاخص‌های میزان زیرساخت سبز-آبی و تعداد تماس‌های اورژانس برای بیماری‌های مرتبط به گرما. مأخذ: نگارندگان.

شاخص‌های میزان زیرساخت سبز-آبی	گرمازدگی	قلبی-عروقی	سکته مغزی	تنفسی
مساحت کل	r ^۱	-۰/۳۵۷	-۰/۳۶۴	-۰/۴۲۱
	P-value ^۲	۰/۴۸۸	۰/۴۷۸	۰/۶۲۸
مساحت زیرساخت سبز	r	-۰/۳۳۱	-۰/۳۳۶	-۰/۴۰۵
	P-value	۰/۵۲۲	۰/۵۱۵	۰/۶۰۲
مساحت زیرساخت آبی	r	-۰/۴۳۲	-۰/۶۱۰	-۰/۶۵۷
	P-value	۰/۳۹۲	۰/۱۹۸	۰/۲۹۹
درصد مساحت زیرساخت سبز	r	-۰/۱۴۹	-۰/۲۸۴	-۰/۳۷۰
	P-value	۰/۷۷۷	۰/۵۸۵	۰/۴۳۷
درصد مساحت زیرساخت آبی	r	-۰/۳۵۴	-۰/۷۰۶	-۰/۷۴۲
	P-value	-۰/۴۹۱	۰/۱۱۷	۰/۰۹۱***
سرانه زیرساخت سبز	r	-۰/۵۳۸	-۰/۸۳۸	-۰/۸۴۲
	P-value	-۰/۳۷۱	۴*۰/۰۳۷	-۰/۰۳۵
سرانه زیرساخت آبی	r	-۰/۳۹۶	-۰/۷۷۵	-۰/۷۷۹
	P-value	-۰/۴۳۶	**۰/۰۷۰	**۰/۰۶۸

جدول ۴. میانگین و انحراف معیار تعداد تماس‌های اورژانس برای بیماری‌های مرتبط به گرما. مأخذ: نگارندگان.

بیماری‌های مرتبط به گرما	محدوده‌ها	میانگین	انحراف معیار	بیماری‌های مرتبط به گرما	محدوده‌ها	میانگین	انحراف معیار
گرمازدگی	رازی	۰/۰۶۹۰	۰/۲۵۷۸۸	سکته مغزی	رازی	۳/۱۷۲۴	۲/۲۶۸۸۷
	فردوسی	۰/۲۰۶۹	۰/۵۵۹۲۹		فردوسی	۵/۸۹۶۶	۲/۰۲۳۸۷
	مینودر	>۰/۰۰۰۱	>۰/۰۰۰۱		مینودر	۳/۴۴۸۳	۲/۰۹۷۳۸
	مولوی	۰/۰۳۴۵	۰/۱۸۵۷۰		مولوی	۶/۵۱۷۲	۲/۶۵۴۱۲
	پردیس	>۰/۰۰۰۱	>۰/۰۰۰۱		پردیس	۱/۷۲۴۱	۱/۶۸۸۱۲
	کوثر	>۰/۰۰۰۱	>۰/۰۰۰۱		کوثر	۴/۳۴۴۸	۲/۰۴۰۲۴
قلبی-عروقی	رازی	۳۸/۸۲۷۶	۸۸/۱۰۶۷۴	تنفسی	رازی	۱۱/۱۳۷۹	۶/۰۲۲۱۳
	فردوسی	۶۸/۶۸۹۷	۱۸/۷۵۹۹۶		فردوسی	۱۷/۴۸۲۸	۱/۶۶۲۴۲
	مینودر	۴۰/۴۱۳۸	۹/۳۲۹۳۶		مینودر	۱۲/۶۸۹۷	۶/۹۳۳۸۹
	مولوی	۶۶/۰۰۰	۱۴/۷۰۶۶۶		مولوی	۲۰/۱۷۲۴	۷/۶۸۶۱۱
	پردیس	۱۹/۱۷۲۴	۱۴/۱۰۱۸۵		پردیس	۷/۹۳۱۰	۷/۷۳۶۴۲
	کوثر	۴۴/۳۷۹۳	۱۰/۹۱۰۰۷		کوثر	۱۲/۱۳۷۹	۷/۲۰۴۷۸

نتیجه‌گیری

یکی از مؤلفه‌های مؤثر خنک‌کنندگی زیرساخت‌های سبز-آبی در شهر، اندازه زیرساخت است که دو شاخص اصلی دارد؛ درصد مساحت و سرانه. شاخص سرانه، به میزان و چگونگی توزیع جمعیت و زیرساخت سبز-آبی در سطح شهر وابسته است، اما شاخص درصد مساحت، به میزان زیرساخت سبز-آبی نسبت به

مساحت دیگر کابری‌های نواحی شهر اشاره دارد. هدف اصلی این تحقیق مقایسه بین اثر این دو شاخص بر بیماری‌های مرتبط به گرما در شهر قزوین بود تا مشخص شود کدامیک اثرگذارترند. نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل‌های آماری و همپوشانی داده‌های سلامت و زیرساخت سبز-آبی شهر قزوین، گویای آن است که سرانه زیرساخت سبز-آبی می‌تواند در کاهش خطرات سلامت

جدول ۵. مقایسه‌های چندگانه میانگین تعداد تماس‌های اورژانس برای بیماری‌های مرتبط به گرما. مأخذ: نگارندگان.

رتبه‌بندی	P-value (معنی‌داری)	تفاوت میانگین (الف-ب)	پایگاه ب	پایگاه الف	بیماری‌های مرتبط به گرما	رتبه‌بندی	P-value (معنی‌داری)	تفاوت میانگین (الف-ب)	پایگاه ب	پایگاه الف	بیماری‌های مرتبط به گرما
۳	*۰,۰۰۰۱>	-۳۰/۸۶۲۰۷	فردوسی	رازی	قلبی - عروقی	۲	۰/۳۴۷	-۰/۱۳۷۹۳	فردوسی	رازی	گرمازدگی
	۰,۹۷۵	-۲/۵۸۶۲۱	مینودر				۰/۹۱۷	۰/۰۶۸۹۷	مینودر		
	*۰,۰۰۰۱>	-۲۸/۱۷۲۴۱	مولوی				۰/۹۹۶	۰/۰۳۴۴۸	مولوی		
	*۰,۰۰۰۱>	۱۸/۶۵۵۱۷	پردیس				۰/۹۱۷	۰/۰۶۸۹۷	پردیس		
	۰,۴۰۸	-۶/۵۵۱۷۲	کوثر				۰/۹۱۷	۰/۰۶۸۹۷	کوثر		
۲	*۰,۰۰۰۱>	۳۰/۸۶۲۰۷	رازی	فردوسی		۱	۰/۳۴۷	۰/۱۳۷۹۳	رازی	فردوسی	
	*۰,۰۰۰۱>	۲۸/۲۷۵۸۶	مینودر				*۰/۰۳۶	۰/۲۰۶۹۰	مینودر		
	۰,۹۷۱	۲/۶۸۹۶۶	مولوی				۰/۱۳۰	۰/۱۷۲۴۱	مولوی		
	*۰,۰۰۰۱>	۴۹/۵۱۷۲۴	پردیس				*۰/۰۳۶	۰/۲۰۶۹۰	پردیس		
	*۰,۰۰۰۱>	۲۴/۳۱۰۳۴	کوثر				*۰/۰۳۶	۰/۲۰۶۹۰	کوثر		
۴	۰,۹۷۵	۲/۵۸۶۲۱	رازی	مینودر		۳	۰/۹۱۷	-۰/۰۶۸۹۷	رازی	مینودر	
	*۰,۰۰۰۱>	-۲۸/۲۷۵۸۶	فردوسی				*۰/۰۳۶	-۰/۲۰۶۹۰	فردوسی		
	*۰,۰۰۰۱>	-۲۸/۵۸۶۲۱	مولوی				۰/۹۹۶	-۰/۳۴۴۸	مولوی		
	*۰,۰۰۰۱>	۲۱/۲۴۱۳۸	پردیس				۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱>	پردیس		
	۰,۸۶۱	-۳/۹۶۵۵۲	کوثر				۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱>	کوثر		
۱	*۰,۰۰۰۱>	۲۸/۱۷۲۴۱	رازی	مولوی		۲	۰/۹۹۶	-۰/۰۳۴۴۸	رازی	مولوی	
	۰,۹۷۱	-۲/۶۸۹۶۶	فردوسی				۰/۱۳۰	-۰/۱۷۲۴۱	فردوسی		
	*۰,۰۰۰۱>	-۲۵/۵۸۶۲۱	مینودر				۰/۹۹۶	۰/۰۳۴۴۸	مینودر		
	*۰,۰۰۰۱>	-۴۸/۸۲۷۵۹	پردیس				۰/۹۹۶	۰/۰۳۴۴۸	پردیس		
	*۰,۰۰۰۱>	۲۱/۶۲۰۶۹	کوثر				۰/۹۹۶	۰/۰۳۴۴۸	کوثر		
۶	*۰,۰۰۰۱>	-۱۸/۶۵۵۱۷	رازی	پردیس		۳	۰/۹۱۷	-۰/۰۶۸۹۷	رازی	پردیس	
	*۰,۰۰۰۱>	-۴۹/۵۱۷۲۴	فردوسی				*۰/۰۳۶	-۰/۲۰۶۹۰	فردوسی		
	*۰,۰۰۰۱>	-۲۱/۲۴۱۳۸	مینودر				۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱>	مینودر		
	*۰,۰۰۰۱>	-۴۶/۸۲۷۵۹	مولوی				۰/۹۹۶	-۰/۰۳۴۴۸	مولوی		
	*۰,۰۰۰۱>	-۲۵/۲۰۶۹۰	کوثر				۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱>	کوثر		
۵	۰,۴۰۸	۶/۵۵۱۷۲	رازی	کوثر		۳	۰/۹۱۷	-۰/۰۶۸۹۷	رازی	کوثر	
	*۰,۰۰۰۱>	-۲۴/۳۱۰۳۴	فردوسی				*۰/۰۳۶	-۰/۲۰۶۹۰	فردوسی		
	۰,۸۶۱	-۳/۹۶۵۵۲	مینودر				۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱>	مینودر		
	*۰,۰۰۰۱>	-۲۱/۶۲۰۶۹	مولوی				۰/۹۹۶	-۰/۰۳۴۴۸	مولوی		
	*۰,۰۰۰۱>	-۲۵/۲۰۶۹۰	پردیس				۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱>	پردیس		

می‌کند. به بیان دیگر افزایش سرانه این زیرساخت‌ها در هر ناحیه شهری (با کاهش دما) می‌تواند موجب کاهش تعداد بیماران مرتبط با گرما در آن ناحیه شود. و بالعکس کاهش سرانه این

مرتبط به گرما مؤثر باشد. یعنی اندازه و چگونگی توزیع زیرساخت سبز-آبی به نسبت جمعیت در مقایسه با درصد مساحت، نقش مؤثرتری در کاهش دما و کاهش بیماری‌های مرتبط به آن، ایفا

ادامهٔ جدول ۵.

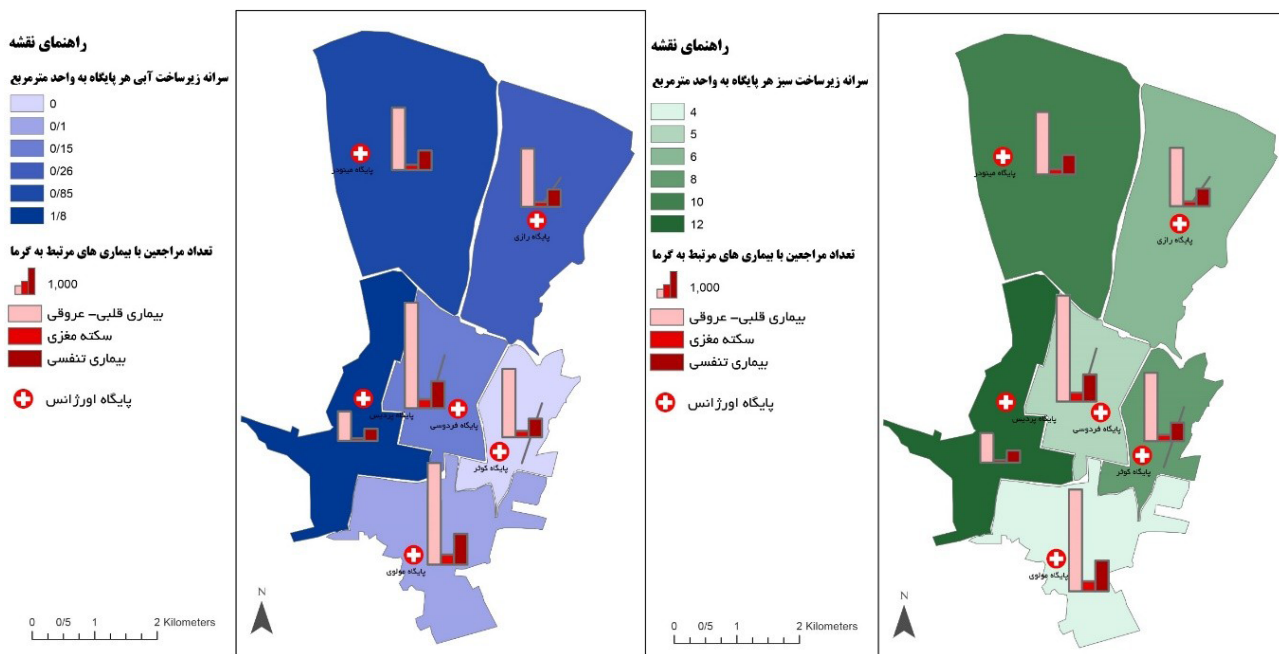
رتبه بندی	P-value (معنی داری)	تفاوت میانگین (الف-ب)	پایگاه ب	پایگاه الف	بیماری‌های مرتبط به گرما	رتبه بندی	P-value (معنی داری)	تفاوت میانگین (الف-ب)	پایگاه ب	پایگاه الف	بیماری‌های مرتبط به گرما
۵	*۰/۰۲۹	-۶/۳۴۴۸۳	فردوسی	رازی	تنفسی-	۵	*۰/۰۰۰۱>	-۲/۷۲۴۲۴	فردوسی	رازی	سکتهٔ مغزی
	۰/۹۷۵	-۱/۵۵۱۷۲	مینودر				۰/۹۹۷	-۲/۲۷۵۸۶	مینودر		
	*۰/۰۰۰۱>	-۹/۰۳۴۴۸	مولوی				*۰/۰۰۰۱>	-۳/۳۴۴۸۳	مولوی		
	۰/۶۲۸	۳/۲۰۶۹۰	پردیس				۰/۱۱۱	-۱/۴۴۸۲۸	پردیس		
	۰/۹۹۷	-۱/۰۰۰۰۰	کوثر				۰/۳۰۴	-۱/۱۷۲۴۱	کوثر		
۲	*۰/۰۲۹	-۶/۳۴۴۸۳	رازی	فردوسی		۲	*۰/۰۰۰۱>	-۲/۷۲۴۱۴	رازی	فردوسی	
	۰/۱۸۹	-۴/۷۹۳۱۰	مینودر				*۰/۰۰۰۱>	-۲/۴۴۸۲۸	مینودر		
	۰/۷۸۱	-۲/۶۸۹۶۶	مولوی				۰/۸۸۱	-۰/۶۲۰۶۹	مولوی		
	*۰/۰۰۰۱>	-۹/۵۵۱۷۲	پردیس				*۰/۰۰۰۱>	-۴/۱۷۲۴۱	پردیس		
	۰/۱۰۴	۵/۳۴۴۸۳	کوثر				۰/۰۷۱	-۱/۵۵۱۷۲	کوثر		
۳	۰/۹۷۵	-۱/۵۵۱۷۲	رازی	مینودر		۴	۰/۹۹۷	۰/۲۷۵۸۶	رازی	مینودر	
	۰/۱۸۹	-۴/۷۹۳۱۰	فردوسی				*۰/۰۰۰۱>	-۲/۴۴۸۲۸	فردوسی		
	*۰/۰۰۵	-۷/۴۸۲۷۶	مولوی				*۰/۰۰۰۱>	۳/۰۶۸۹۷	مولوی		
	۰/۱۹۵	-۴/۷۵۸۶۲	پردیس				*۰/۰۳۱	۱/۷۲۴۱۴	پردیس		
	۱/۰۰۰	-۰/۵۵۱۷۲	کوثر				۰/۶۰۷	-۰/۸۹۶۵۵	کوثر		
۱	*۰/۰۰۰۱>	۹/۰۳۴۴۸	رازی	مولوی		۱	*۰/۰۰۰۱>	۳/۳۴۴۸۳	رازی	مولوی	
	۰/۷۸۱	۲/۶۸۹۶۶	فردوسی				۰/۸۸۱	۰/۶۲۰۶۹	فردوسی		
	*۰/۰۰۵	۷/۴۸۲۷۶	مینودر				*۰/۰۰۰۱>	-۳/۰۶۸۹۷	مینودر		
	*۰/۰۰۰۱>	۱۲/۲۴۱۳۸	پردیس				*۰/۰۰۰۱>	۴/۷۹۳۱۰	پردیس		
	*۰/۰۰۲	۸/۰۳۴۴۸	کوثر				*۰/۰۰۲	۲/۱۷۲۴۱	کوثر		
۶	۰/۶۲۸	-۳/۲۰۶۹۰	رازی	پردیس		۶	۰/۱۱۱	-۱/۴۴۸۲۸	رازی	پردیس	
	*۰/۰۰۰۱>	-۹/۵۵۱۷۲	فردوسی				*۰/۰۰۰۱>	-۴/۱۷۲۴۱	فردوسی		
	۰/۱۹۵	-۴/۷۵۸۶۲	مینودر				*۰/۰۳۱	-۱/۷۲۴۱۴	مینودر		
	*۰/۰۰۰۱>	-۱۲/۲۴۱۳۸	مولوی				*۰/۰۰۰۱>	-۴/۷۹۳۱۰	مولوی		
	۰/۳۲۳	-۴/۲۰۶۹۰	کوثر				*۰/۰۰۰۱>	-۲/۶۲۰۶۹	کوثر		
۴	۰/۹۹۷	۱/۰۰۰۰۰	رازی	کوثر		۳	۰/۳۰۴	-۱/۱۷۲۴۱	رازی	کوثر	
	۰/۱۰۴	-۵/۳۴۴۸۳	فردوسی				۰/۰۷۱	-۱/۵۵۱۷۲	فردوسی		
	۱/۰۰۰	-۰/۵۵۱۷۲	مینودر				۰/۶۰۷	۰/۸۹۶۵۵	مینودر		
	*۰/۰۰۲	-۸/۰۳۴۴۸	مولوی				*۰/۰۰۲	-۲/۱۷۲۴۱	مولوی		
	۰/۳۲۳	-۴/۲۰۶۹۰	پردیس				*۰/۰۰۰۱>	-۲/۶۲۰۶۹	پردیس		

سه عامل اصلی، یعنی دما (جریزهٔ حرارتی سطوح شهری)، بیماری‌های مرتبط به گرما (قلبی-عروقی، سکتهٔ مغزی، تنفسی و گرم‌زدگی) و سرانهٔ زیرساخت سبز-آبی اشاره کرد. این مؤلفه‌ها به صورت دو به دو تقریباً در تمام نواحی با هم ارتباط معنادار

زیرساخت‌ها (خصوصاً زیرساخت سبز)، موجب افزایش دما در آن ناحیه شده و سلامت شهروندان را با خطرات جدی مواجه خواهد کرد. این یافته‌ها، فرضیهٔ تحقیق را به اثبات می‌رساند. در پاسخ به سؤالات اول و دوم پژوهش، می‌توان به پیوند میان

جدول ۶. آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA). مأخذ: نگارندگان.

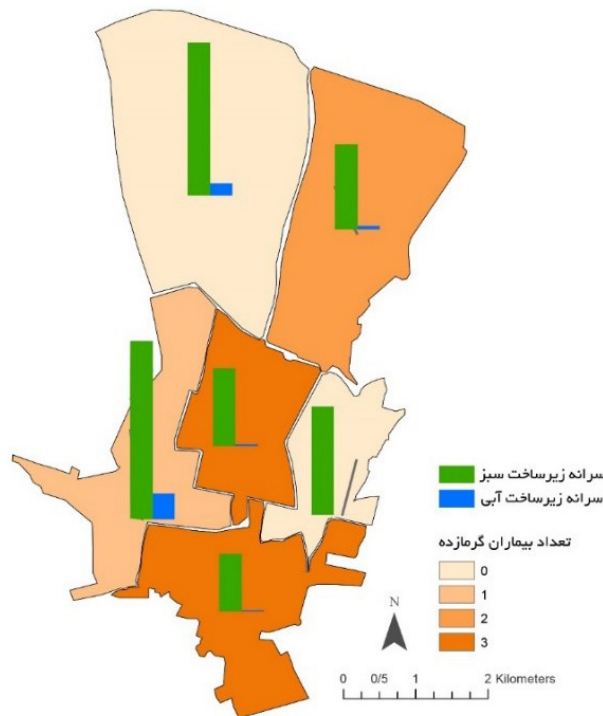
ANOVA						
معنی داری	آماره F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات		
* / ۰.۰۲۰	۲/۷۵۰	۰/۱۹۰	۵	۰/۹۴۸	بین گروه‌ها	گرمازدگی
		۰/۰۶۹	۱۶۸	۱۱/۵۸۶	درون گروه‌ها	
			۱۷۳	۱۲/۵۳۴	کل	
* / ۰.۰۰۱ >	۵۸/۱۲۳	۱۰۰۶۳/۷۰۶	۵	۵۰۳۱۸/۵۲۹	بین گروه‌ها	قلبی-عروقی
		۱۷۳/۱۴۵	۱۶۸	۲۹۰۸۸/۳۴۵	درون گروه‌ها	
			۱۷۳	۷۹۴۰۶/۸۷۴	کل	
* / ۰.۰۰۱ >	۲۰/۱۲۴	۹۲/۹۰۶	۵	۴۶۴/۵۲۹	بین گروه‌ها	سکته مغزی
		۴/۶۱۷	۱۶۸	۷۷۵/۵۸۶	درون گروه‌ها	
			۱۷۳	۱۲۴۰/۱۱۵	کل	
* / ۰.۰۰۱ >	۹/۳۸۱	۵۷۶/۷۳۷	۵	۲۸۸۳/۶۸۴	بین گروه‌ها	تنفسی
		۶۱/۴۷۸	۱۶۸	۱۰۳۲۸/۳۴۵	درون گروه‌ها	
			۱۷۳	۱۳۲۱۲/۰۲۹	کل	



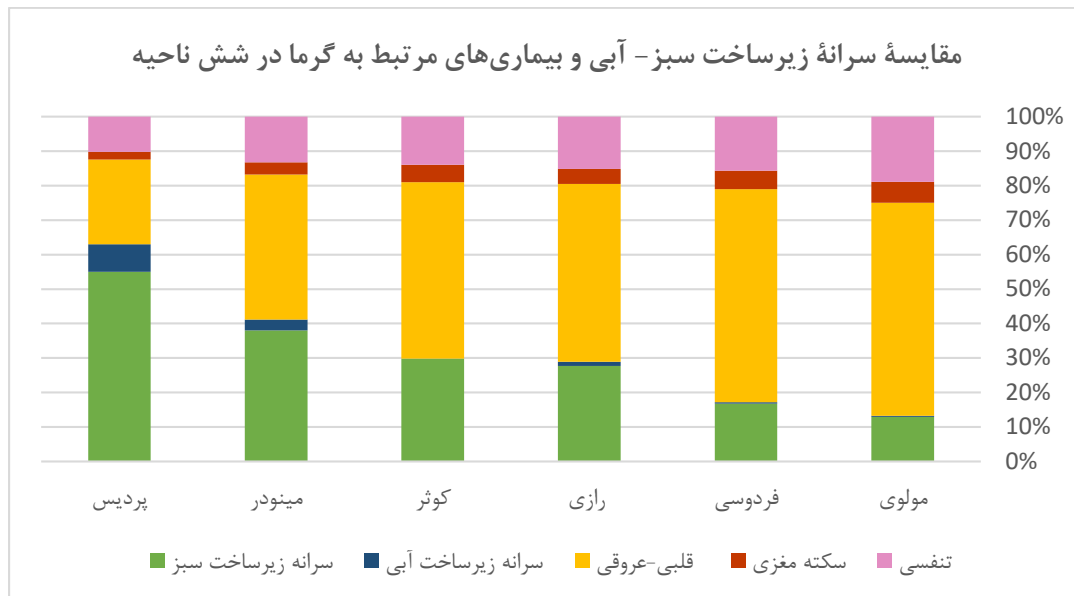
تصویر ۵. راست: نقشه همپوشانی سرانه زیرساخت سبز و تعداد تماس‌های اورژانس برای بیماری‌های مربوط به گرما به تفکیک شش ناحیه و چپ: نقشه همپوشانی سرانه زیرساخت آبی و تعداد تماس‌های اورژانس برای بیماری‌های مربوط به گرما به تفکیک شش ناحیه. مأخذ: نگارندگان.

گرما در همان ناحیه را به دنبال خواهد داشت و بالعکس. در پاسخ به سؤال سوم نیز، ارتباط هر یک از دو شاخص (سرانه و درصد مساحت) زیرساخت سبز-آبی با بیماری‌های مرتبط به گرما (قلبی-عروقی، سکته مغزی، تنفسی و گرمازدگی) بررسی شده است. نتایج نشان داد که میان سرانه زیرساخت سبز و تعداد تماس‌های اورژانس برای بیماری‌های قلبی-عروقی، سکته مغزی

دارند. دما به‌عنوان یک متغیر واسطه‌ای نحوه ارتباط بین متغیر مستقل (BGI) و متغیر وابسته (بیماری) را توضیح می‌دهد. زیرا در این پژوهش، متغیر مستقل نمی‌تواند مستقیماً بر متغیر وابسته تأثیر بگذارد. در عوض، این کار با استفاده از متغیر سوم انجام می‌گیرد. بنابراین، کاهش سرانه زیرساخت سبز-آبی در هر ناحیه، افزایش دما و به تبع فزونی تعداد بیماران مرتبط به



تصویر ۶. همپوشانی سرانه زیرساخت سبز-آبی و تعداد بیماران گرمزده به تفکیک شش ناحیه. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۷. نمودار مقایسه سرانه زیرساخت سبز-آبی و بیماری‌های مرتبط به گرما به تفکیک شش ناحیه. مأخذ: نگارندگان.

آبی، احتمالاً کمتر عوارض مرتبط به گرما را تجربه می‌کنند. به همین علت توصیه می‌شود، تصمیم‌گیرندگان شهری، مناطق با تراکم بالای جمعیت در شهر قزوین به‌عنوان نقاط بحرانی در اولویت برنامه‌ریزی منظر شهری قرار دهند تا آسیب‌های تغییرات اقلیمی، نیز کمتر شود. بدین ترتیب مدیریت منظر شهر در جهت جانمایی مناسب زیرساخت‌های سبز-آبی نوین و یا محافظت از زیرساخت‌های موجود، نه تنها سطح سلامت را افزایش می‌دهد،

و تنفسی ارتباط معنادار قوی وجود دارد. همچنین بین سرانه زیرساخت آبی و تعداد تماس‌های اورژانس برای بیماری‌های قلبی-عروقی و سکته مغزی نیز ارتباط معناداری دیده شد. اما چنین روابطی برای درصد مساحت زیرساخت سبز و همچنین آبی یافت نشد. بنابراین، همان‌طور که گفته شد، شاخص سرانه از درصد مساحت می‌تواند مؤثرتر واقع شود. به عبارت دیگر، ساکنان هر منطقه شهری با دسترسی بیشتر به زیرساخت سبز-

- Burkart, K., Meier, F., Schneider, A., Breitner, S., Canário, P.,... Endlicher, W. (2016). 'Modification of heat-related mortality in an elderly urban population by vegetation (urban green) and proximity to water (urban blue): evidence from Lisbon, Portugal' *Environmental Health Perspectives*, 124, 927-934.
- DoE, UNDP. (2010). *Iran's Second National Communication to UNFCCC*. Department of Environment, United Nations Development Programme. <http://unfccc.int/resource/docs/natc/iranc2.pdf>.
- Faggian, R. & Sposito, V.A. (2009). *Systemic regional development-a systems thinking approach*. In Proceedings of the 53rd Annual Meeting of the ISSS-2009, Brisbane, Australia.
- Faggian, R., Romeijn, H. & Sposito, V. (2012). *Soil data to support broad scale land suitability assessment in the Gippsland Region*. Melbourne: Agricultural Victoria Services.
- Gehrels, H., Van der Meulen, S., Schasfoort, F., Bosch, P., Broelsma, R., Van Dinther, D., ... & Kok, S. (2016). *Designing green and blue infrastructure to support healthy urban living*. Retrieved Feb 14, 2021, from <https://publicaties.ecn.nl/PdfFetch.aspx?nr=ECN-O--16-029>.
- Gill, S. E., Handley, J.F., Ennos, A.R. & Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure. *Built Environment*, 33, 115-33.
- Graham, D. A., Vanos, J.K., Kenny, N.K. & Brown, R.D. (2016). The relationship between neighbourhood tree canopy cover and heat-related ambulance calls during extreme heat events in Toronto, Canada. *Urban Forestry & Urban Greening*, 20, 180-86.
- Graham, D. A., Vanos, J.K., Kenny, N.K. & Brown, R.D. (2017). Modeling the effects of urban design on emergency medical response calls during extreme heat events in Toronto, Canada. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14, 778.
- Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J. & Bonn, A. (2017). *Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas: Linkages between science, policy and practice Switzerland*: Springer.
- Kazmierczak, A. & Carter, J. (2010). *Adaptation to climate change using green and blue infrastructure. A database of case studies*. Mancheste: The University of Manchester.
- Kolvir, H.R., Madadi, A., Safarianzengir, V. & Sobhani, B. (2020). Monitoring and analysis of the effects of atmospheric temperature and heat extreme of the environment on human health in Central Iran, located in southwest Asia. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 13, 1179-1191.
- Lelieveld, J., Proestos, Y., Hadjinicolaou, P., Tanarhte, M., Tyrllis, E. & Zittis, G. (2016). Strongly increasing heat extremes in the Middle East and North Africa (MENA) in the 21st century. *Climatic Change*, 137, 245-260.
- Lim, B., Spanger-Siegfried, E., Burton, I., Malone, E. & Huq, S. (2005). *Adaptation policy frameworks for climate change*:

بلکه عدالت سلامت را نیز به ارمغان خواهد آورد. نتایج این پژوهش می‌تواند برای برنامه‌ریزی و طراحی بهتر منظر شهر در آینده مؤثر واقع شود.

نکته دیگر آنکه در بین چهار بیماری نامبرده، بیماری قلبی-عروقی از اهمیت بالاتری برخوردار است. این بیماری در کنار بیماری‌های تنفسی و سکنه مغزی به‌عنوان بیماری‌های مرتبط به گرما شناخته می‌شود و رابطه معکوس معنادار با سرانه زیرساخت سبز-آبی دارد. همچنین مهمترین علت مرگومیر در کشور نیز به حساب می‌آید. بنابراین جای آن است که توجه ویژه‌ای به افزایش سرانه زیرساخت سبز-آبی در کشور شود تا به کاهش بیماری‌های قلبی-عروقی کمک نموده و موجب افزایش طول عمر انسان‌ها شود.

پی‌نوشت

۱. ضریب همبستگی

۲. معنی‌داری

۳. $p < 0.1$ ** نشان‌دهنده همبستگی معنادار متوسط

۴. $p < 0.05$ * نشان‌دهنده همبستگی معنادار قوی

فهرست منابع

- آبابایی، بهنام؛ سهرابی، تیمور و میرزایی، فرهاد. (۱۳۹۱). نمایشنامه‌های تغییر اقلیم در سطح شبکه آبیاری و زهکشی قزوین. *مهندسی منابع آب*، ۱۵(۱)، ۳۱-۵۵.
- اکبری، مهدی؛ نجفی علمدارلو حامد و موسوی، سید حبیب‌اله. (۱۳۹۸). اثرات تغییر اقلیم و خشکسالی روی ریسک درآمدی و الگوی کشت زراعی در شبکه آبیاری دشت قزوین. *پژوهش آب در کشاورزی*، ۲۳(۲)، ۲۶۵-۲۸۱.
- پرهیزکاری، ابودر و مظفری، محمد مهدی. (۱۳۹۵). ارزیابی اثرات انتشار گازهای گلخانه‌ای و تغییرات اقلیم بر عرضه و تقاضای آب آبیاری و تولیدات کشاورزی در حوزه‌های آبخیز استان قزوین. *پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز*، ۱۴(۱)، ۱۴۱-۱۵۱.
- قربانی، خلیل و ولیزاده، اسماعیل. (۱۳۹۳). بررسی تاریخ یخبندان‌ها و سرمایه‌های مؤثر در کشاورزی تحت تأثیر تغییر اقلیم (مطالعه موردی: مشهد، تبریز و قزوین). *پژوهش‌های حفاظت آب و خاک (علوم کشاورزی و منابع طبیعی)*، ۲۱(۴)، ۱۹۷-۲۱۴.
- هاشمی دره بادامی، سیروس؛ درویشی بلورانی، علی؛ علوی پناه، سید کاظم؛ ملک، محمد و بیات، رضا. (۱۳۹۸). تحلیل تغییرات جزیره حرارتی سطوح شهری در روز و شب با استفاده از محصولات چند زمانه سنجیده مادیس (مطالعه موردی: کلانشهر تهران). *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۱۹(۵۲)، ۱۱۳-۱۲۸.
- Antoszewski, P., Świerk, D. & Krzyżaniak, M. (2020). Statistical Review of Quality Parameters of Blue-Green Infrastructure Elements Important in Mitigating the Effect of the Urban Heat Island in the Temperate Climate (C) Zone. *International journal of environmental research and public health*, 17, 7093.
- Benedict, M. A. & T McMahon, E. (2002). Green infrastructure: smart conservation for the 21st century. *Renewable Resources Journal*, 20, 12-17.

developing strategies, policies and measures. Cambridge: Cambridge University Press.

- Liu, B., Lian, Z. & Brown, R.D. (2019). Effect of landscape microclimates on thermal comfort and physiological wellbeing. *Sustainability*, 11, 5387.
- Martinez, G.S., de'Donato, F. & Kendrovski, V. (Eds.) (2021). *Heat and health in the WHO European Region: updated evidence for effective prevention*. Retrieved Apr. 1, 2021, from <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/Climate-change/publications/2021/heat-and-health-in-the-who-european-region-updated-evidence-for-effective-prevention-2021>.
- Mell, I. C. (2008). Green infrastructure: concepts and planning. *FORUM Ejournal*, 69-80.
- Murray, V. & Ebi, K.L. (2012). IPCC special report on managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation (SREX). *Journal of Epidemiology Community Health*. 66, 759-760.
- Patz, J. A., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T. & Foley, J.A. (2005). Impact of regional climate change on human health. *Nature*, 438, 310-317.
- Smit, B., Burton, I., Klein, R.J.T & Wandel, J. (2000). An anatomy of adaptation to climate change and variability. *Societal Adaptation to Climate Variability and Change*, 45, 221-251.
- Tol, R. S. J, Fankhauser, S. & Smith, J.B. (1998). The scope for adaptation to climate change: what can we learn from the impact literature? *Global Environmental Change*, 8, 109-23.

- USGS. (2021). Landsat Normalized Difference Vegetation Index. U.S. Geological Survey. https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-normalized-difference-vegetation-index?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con.
- Venter, Z. S., Krog, N.H. & Barton, D.N. (2020). Linking green infrastructure to urban heat and human health risk mitigation in Oslo, Norway. *Science of The Total Environment*, 709, 136193.
- Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Beagley, J., Belesova, K., ... Campbell-Lendrum, D. (2021). The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. *The Lancet*, 397(10269), 129-170.
- WHO (World Health Organization). (2019). *Healthy environments for healthier populations: Why do they matter, and what can we do?* Geneva: World Health Organization. Retrieved Apr. 20, 2021, from <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/325877/WHO-CED-PHE-DO-19.01-eng.pdf>
- Yu, Z., Yang, G., Zuo, Sh., Jørgensen, G., Koga, M. & Vejre, H. (2020). Critical review on the cooling effect of urban blue-green space: A threshold-size perspective. *Urban Forestry & Urban Greening*, 49, 126630.
- Zehtabian, Gh.R., Salajegheh, A., Malekian, A., Boroomand, N. & Azareh, A. (2016). Evaluation and comparison of performance of SDSM and CLIMGEN models in simulation of climatic variables in Qazvin plain. *Desert*, 21, 155-164.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Bagh-e Nazar Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



نحوه ارجاع به این مقاله:
رضایی قلعه، مریم؛ حق پرست، فرزین و ملکی، آیدا. (۱۴۰۱). بررسی رابطه زیرساخت سبز-آبی و کاهش آسیب پذیری سلامت در برابر گرمای شدید متأثر از تغییرات اقلیمی نمونه‌موردی: شهر قزوین. *باغ نظر*، ۱۹(۱۰۷)، ۶۹-۸۴.

DOI:10.22034/BAGH.2021.273770.4810
URL: http://www.bagh-sj.com/article_144545.html

