



Research paper

(Received Feb. 29, 2024

Accepted Apr. 15, 2024)

Investigating urban resilience to climate change in the city of Tabriz

Mojtaba Azmoon^{*1}, Mohammad Mohammadnejad²

¹ Master student of Urban Planning, Urmia University, Urmia, Iran

² Master student of Urban Management, Urmia University, Urmia, Iran

Abstract

Urban resilience refers to the capacity of an urban system, over both temporal and spatial scales, to maintain or rapidly return to desired past functionalities in the face of disruptions or changes. Climate change essentially refers to the warming of the Earth's surface caused by the accumulation of greenhouse gases in the atmosphere. Urban ecological resilience refers to the capacity of ecological systems within cities to absorb disturbances and maintain necessary and intrinsic feedbacks, processes, and structures. Climate resilience is a subset of urban ecological resilience, denoting a city's potential to address problems arising from sudden weather phenomena and hazards influenced by climate change. Mitigating climate change focuses on five key factors: urban form, construction, artificial environment, urban infrastructure, transportation, and carbon production. Our research aims to contribute to current knowledge and deeper understanding and better identification of climate change and its effects on human life and urban climate quality, utilizing the features of urban green infrastructure, particularly in Tabriz city. We intend to report the effects of climate change and examine the components of resilience using previous studies by evaluating climatic elements. In this study, we employ the Park Cooling Effects method on Land Surface Temperature (LST) using urban green infrastructure. As an example, we sampled from the Bagh-e-Fajr in Tabriz, located in the city center. We have concluded that the presence of green spaces and urban green infrastructure plays a significant role in climate resilience and reducing land surface temperature.

Keywords: Urban resilience, land use planning, climate change, Tabriz, surface temperature.

* Corresponding Author: Mojtaba Azmoon
Email: moji.az.98@gmail.com
Phone: 09227997470



مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱/۲۷ تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱/۲۸

بررسی میزان تاب‌آوری شهری در مواجهه با تغییرات اقلیمی در شهر تبریز

مجتبی آزمون^{۱*}، محمد محمدنژاد^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی‌ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشکده معماری، شهرسازی و هنر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

^۲ دانشجوی کارشناسی‌ارشد مدیریت شهری، دانشکده معماری، شهرسازی و هنر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

چکیده

تاب‌آوری شهری به توانایی یک سیستم شهری در مقیاس زمانی و فضایی برای حفظ و یا بازگشت سریع به عملکردهای مطلوب گذشته در برابر اختلالات یا تغییرات گفته می‌شود. تغییر اقلیم در واقع گرم‌شدن سطح زمین است که در اثر انباشته‌شدن گازهای گلخانه‌ای در هوا ناشی می‌شود. تاب‌آوری اکولوژیک شهری، به ظرفیت سامانه‌های اکولوژیکی برای جذب اختلالات و نیز برای حفظ بازخوردها، فرایندها و ساختارهای لازم و ذاتی سامانه گفته می‌شود. از زیرشاخه‌های تاب‌آوری اکولوژیک شهری، تاب‌آوری اقلیمی است. تاب‌آوری اقلیمی بیانگر پتانسیل‌های یک شهر برای رفع مشکلات حاصل از پدیده‌های ناگهانی آب‌وهوایی و مخاطرات تحت‌تأثیر تغییرات اقلیمی می‌باشد. تقلیل تغییرات اقلیمی به این ۵ عامل کلیدی متمرکز شده است: شکل شهر، ساخت‌وساز، محیط مصنوع، زیرساخت‌های شهری، حمل‌ونقل و تولید کربن. هدف از این پژوهش کمک به دانش فعلی و درک عمیق‌تر و شناسایی بهتر تغییر اقلیمی و اثرات آن بر زندگی بشر و کیفیت آب‌وهوای شهر، با استفاده و بهره‌وری از ویژگی‌های زیرساخت‌های سبز شهری، بخصوص در شهر تبریز است که با ارزیابی عناصر اقلیمی می‌خواهیم اثرات تغییرات اقلیمی را گزارش و مؤلفه‌های تاب‌آوری را با استفاده از مطالعات پیشین بررسی کنیم. در این تحقیق از روش تأثیر سرمایه‌ی پارک (Park Cooling Effects) در دمای سطح زمین (LST) از زیرساخت‌های سبز شهری استفاده شد و به صورت نمونه باغ فجر تبریز که در مرکز شهر قرار دارد به عنوان نمونه مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از مطالعه بیانگر آن است که وجود فضای سبز و زیرساخت‌های سبز شهری در تاب‌آوری اقلیمی و کاهش دمای سطح زمین نقش بسزایی دارد.

کلمات کلیدی: تاب‌آوری شهری، برنامه‌ریزی کاربری زمین، تغییرات اقلیمی، تبریز، دمای سطح زمین.

۱- مقدمه

در حال حاضر، شهرنشینی به‌عنوان یک الگوی جهانی در حال گسترش است و این موضوع به این معناست که مناطق شهری به مکان اصلی بسیاری از بلایای احتمالی تبدیل خواهند شد. عوامل مختلفی باعث افزایش احتمالی خطرات بلایا در نواحی و مناطق شهری می‌شوند، از جمله این عوامل می‌توان به رشد جمعیت (افزایش جمعیت شهری به توسعه بیشتر شهرها و افزایش فشار بر زیرساخت‌ها و منابع منجر می‌شود)، مناطق آپارتمان‌نشین (ساخت و گسترش مناطق آپارتمانی باعث افزایش چگونگی تماس انسان با محیط‌های زندگی مشترک و افزایش خطرات بلایا می‌شود)، توسعه شهری برنامه‌ریزی نشده (برنامه‌ریزی نامناسب در توسعه شهری می‌تواند به افزایش بلایا و خطرات مرتبط با آنها منجر شود)، توسعه سریع سکونتگاه‌های غیررسمی (رشد غیرقابل‌پیش‌بینی و بدون برنامه در سکونتگاه‌های غیررسمی باعث افزایش خطرات مرتبط با زلزله، سیل، و بلایای طبیعی دیگر می‌شود) اشاره کرد. این عوامل به طور گسترده در تدوین استراتژی‌ها و برنامه‌های کاهش خطر و افزایش تاب‌آوری شهری در سطح جهانی موردتوجه قرار می‌گیرند [۱]. در پاسخ به این تغییرات و عواقب ناگوار آن در سطح شهر، در سالهای اخیر، دیدگاه‌ها و رویکردهای متنوعی مطرح شده است و در سطوح مختلف بین‌المللی، ملی، منطقه‌ای و محلی شهری راهکارهای متعددی ارائه و اجرا شده است. بر اساس گزارش‌های هیئت بین‌المللی تغییر اقلیم، درجه حرارت کره زمین در صد سال گذشته به طور متوسط حدود یک درجه افزایش داشته است و تمام تلاش‌ها در سطح بین‌المللی این بوده است که این افزایش تا پایان قرن بیست و یکم حداکثر به دو درجه محدود شود در حالی که پژوهش‌ها و پیش‌بینی‌ها بیانگر آن است که ادامه روند فعلی منجر به افزایش دو درجه حرارت تا سال ۲۰۵۰ خواهد شد [۱]. اگرچه اقلیم همچنان در حال تغییر است برخی از این راهکارها در کاهش و انطباق با این آسیب‌ها مؤثر هستند که تاب‌آوری شهری از مهم‌ترین آنها می‌باشد. تاب‌آوری این روزها به دغدغه مهمی برای شهرها تبدیل شده است و هم‌زمان با بزرگ‌تر شدن شهرها و تنوع نیازهای شهری، در کنار آسیب‌ها و تهدیدهای طبیعی مسائل انسانی نیز شهرها را تهدید خواهند کرد. مخاطرات طبیعی، شرایط زندگی سکنه شهرهای جهان را به شدت تحت‌تأثیر قرار داده است [۲]. از این‌رو، تبیین رابطه تاب‌آوری در برابر تهدیدات و کاهش اثرات آن، باتوجه‌به نتایجی که در برخواهد داشت و تأکیدی که این تحلیل بر بعد تاب‌آوری دارد، از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف این رویکرد کاهش آسیب‌پذیری شهرها و تقویت توانایی‌های شهروندان برای مقابله با خطرات ناشی از تهدیدات نظیر وقوع سوانح طبیعی است [۲]. بلایا و حوادث اتفاق افتاده در سال‌های اخیر، به‌ویژه در کشور ما، نشان‌دهنده این است که جوامع و افراد به‌صورت فزاینده‌ای آسیب‌پذیرتر شده‌اند و ریسک‌ها نیز افزایش یافته است. در شرایطی که ریسک و عدم قطعیت‌ها در حال رشد هستند، مفهوم تاب‌آوری به‌عنوان مواجهه با اختلالات، غافلگیری‌ها و تغییرات معرفی می‌شود [۳]. تغییرات اقلیمی یکی از بحث‌های مهم علوم محیطی است و سیستم‌های انسانی وابسته به عناصر اقلیمی است [۴]. همچنین مطالعات متعدد در جهان نشان داده است که در بیشتر نقاط دنیا تغییر اقلیم باعث افزایش دما، کاهش بارندگی، افزایش وقایع حدی و آنتروپی شده است؛ همچنین در اثر تغییر اقلیم مقدار بارش برف کاهش می‌یابد و طول دوره ریزش برف زودتر به پایان می‌رسد، به همین دلیل حجم رواناب در زمستان افزایش و در بهار کاهش می‌یابد [۵]. تغییر اقلیم به معنای افزایش گرمای سطح زمین ناشی از اثرات گازهای گلخانه‌ای به دلیل ذخیره‌شدن و انباشت گازهای گلخانه‌ای عمدتاً دی‌اکسیدکربن در جو زمین است و از مهم‌ترین اثرات تغییرات اقلیمی در شهرها و نواحی پیرامون آن، افزایش آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات و بلایا می‌باشد [۶]. تغییرات اقلیمی پدیده‌ای است که تقریباً بر کل زندگی انسان تأثیر می‌گذارد و غیر از تغییرات اقلیمی مشکلات زیادی هست که ما باید با دادن راه‌حل که این مشکلات را بدتر نکند با آن مقابله کنیم و علم ما همیشه با اقتدار پدیده تغییرات اقلیمی را ثابت کرده است [۷]. تغییر اقلیم تغییری برگشت‌ناپذیر در میانگین شرایط آب‌وهوایی است و در حال حاضر شرایط زندگی و معیشت همه ما را تهدید می‌کند، در حال حاضر سران کشورها برای نگرانی از افزایش دما در ۱٫۵ درجه سانتی‌گراد تلاش می‌کنند چرا که هر نقطه‌ای از جهان زیر سایه تهدید تغییرات اقلیمی روزگار می‌گذراند؛ بیشترین آسیب نیز متوجه کشورهای فقیرتر و توسعه‌نیافته است؛ چون منابع اقتصادی و زیرساخت‌های لازم برای مقابله با تغییرات اقلیمی را ندارند [۸]. تاب‌آوری دارای سه ویژگی اصلی می‌باشد: الف: ظرفیت تحمل در برابر بلایای طبیعی (احتمال شکست یا خسارت زیاد را می‌گیرد). ب: انعطاف‌پذیری و برگشتن به حالت عادی. پ: توانایی انطباق‌پذیری و بازیابی [۳]. 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 گرم‌شدن کره زمین و به علت سوزاندن سوخت‌های فسیلی و آزادسازی گازهای گلخانه‌ای رخ می‌دهد، تغییرات اقلیمی به طور فزاینده‌ای به طور 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 [۵]. برنامه‌ریزی کاربری زمین به‌عنوان یک ابزار قدرتمند، نقش بسیار مهمی در افزایش

تاب‌آوری جوامع شهری دارد. این نوع برنامه‌ریزی می‌تواند به تدابیر پیشگیری و مدیریت منابع زمین کمک کند تا اثرات بلایا و خطرات طبیعی را کاهش دهد [۴]. از جمله اقداماتی که برنامه‌ریزان شهری می‌توانند در این زمینه انجام دهند می‌توان به ارتقای زیرساخت‌های شهری (ساخت و بهبود زیرساخت‌های شهری از جمله جاده‌ها، پل‌ها، سیستم‌های آب و فاضلاب، و سیستم‌های ارتباطی، می‌تواند به افزایش تاب‌آوری شهری در برابر بلایا کمک کند)، احداث فضاهای سبز (سبزه‌سازی و ایجاد فضاهای سبز در شهرها، علاوه بر بهبود کیفیت هوا و محیط‌زیست، می‌تواند اثرات بلایا را کاهش داده و تاب‌آوری شهری را افزایش دهد)، برنامه‌ریزی برای مدیریت آب (ایجاد سیستم‌های مدیریت منابع آب، شامل جلوگیری از سیلاب‌ها و مدیریت توزیع آب، می‌تواند به افزایش تاب‌آوری شهری در برابر بلایا کمک کند)، توسعه فضاهای امن (ایجاد فضاهای عمومی امن و مطمئن، از جمله پارک‌ها و میدان‌ها، می‌تواند افزایش امنیت شهروندان در مواجهه با بلایای طبیعی را تضمین کند)، ارتقای آمادگی و پاسخگویی (ایجاد طرح‌ها و برنامه‌های آمادگی و پاسخگویی به بلایا، از جمله آموزش‌ها و مشارکت مردمی، می‌تواند تاب‌آوری شهری را افزایش دهد) اشاره نمود که با این اقدامات، برنامه‌ریزی کاربری زمین می‌تواند به کاهش آسیب‌پذیری شهرها در برابر بلایا کمک کرده و تاب‌آوری جوامع شهری را تقویت نماید [۹]؛ بنابراین اهمیت اقدامات کاهش و سازگاری با صدماتی که در نتیجه تغییرات اقلیمی در شهرها به وجود می‌آید، چندبرابر می‌شود؛ بر همین اساس می‌توان به‌وسیله‌ی ویژگی‌هایی که زیرساخت‌های سبز دارند، میزان تاب‌آوری اقلیمی در شهرها را بررسی کرد.

افزایش تعداد و شدت بلایا، علاوه بر نشان دادن آسیب‌پذیری بالای شهرها، نیاز به مطالعه علل وقوع این رویدادها و راه‌های مقابله با آنها را مطرح می‌کند. بخش عمده‌ای از این حوادث تحت‌تأثیر پدیده‌ای به نام تغییرات اقلیمی قرار دارد [۵]. این تغییرات اساساً ناشی از فعالیت‌های انسانی در ابعاد مختلف از جمله فعالیت‌های صنعتی، توسعه شهری، و تخریب محیط‌زیست طبیعی است. تغییرات اقلیمی با افزایش مخاطرات طبیعی دوگانه ارتباط دارند؛ به عبارت دیگر، تغییرات اقلیمی به‌عنوان یک نتیجه از فعالیت‌های انسانی، به گسترش و افزایش بروز بلایا، به‌ویژه در مناطق شهری، منجر شده است؛ بنابراین، بررسی علل این تغییرات و اتخاذ راه‌های مقابله با آنها، امری حیاتی برای حفظ امنیت و پایداری شهرها است [۶]. ایران به لحاظ شرایط جغرافیایی و زمین‌شناسی، در رده‌ی کشورهای قرار دارد که آسیب‌پذیری بسیار زیادی در برابر سوانح طبیعی دارد. این کشور مستعد برای وقوع سوانح طبیعی نظیر زلزله، سیل، خسارت‌های ناشی از خشکسالی و... است. به‌عنوان یکی از ده کشور اول حادثه‌خیز جهان، ایران مواجه با تنوع گسترده‌ای از خطرات طبیعی است که نیاز به برنامه‌ریزی و مدیریت مناسب برای پیشگیری و مقابله با آنها را افزایش می‌دهد، به‌طوری‌که در گزارش سوانح مرتبط با مخاطرات تکتونیکی، ایران را جزو ده کشور اول دنیا و از حیث مرگ‌ومیر ناشی از این مخاطرات جایگاه ایران را بین رتبه اول تا سوم جهان ذکر می‌کند [۱۰]. بر اساس گزارش در بیماری‌های جهانی، آلودگی هوا هفتمین عامل مرگ در دنیا و هفتمین عامل در ایران است [۱۱]. کلانشهر تبریز همانند سایر شهرهای ایرانی با این تغییرات به‌ویژه پدیده گرمایش جهانی، آلودگی هوا و... مواجه است از طرفی مخاطرات طبیعی و تغییرات اقلیم، باعث افزایش آسیب‌پذیری این شهر در برابر وقوع بلایا شده است. تغییرات اقلیمی با افزایش دما و کاهش بارش همراه است، و درحالی‌که تعداد بارش‌ها ممکن است تغییر کند (معمولاً کاهش می‌یابد)، شدت آنها افزایش می‌یابد. مطالعات در این زمینه نشان می‌دهد که در شهر تبریز در دو دوره زمانی ۲۰۳۹-۲۰۱۰ و ۲۰۹۹-۲۰۷۰ با کاهش بارش مواجه است، درحالی‌که در دوره زمانی ۲۰۴۰-۲۰۶۹ پیش‌بینی می‌شود که شدت بارش افزایش یابد؛ بنابراین، در دوره حاضر، شهر تبریز دوره‌ای خشک‌تر را نسبت به گذشته و آینده تجربه می‌کند. در پژوهش حاضر باغ گلستان که یکی از قدیمی‌ترین باغ‌های ساخته شده در شهر تبریز می‌باشد که امروزه «باغ فجر» نامگذاری شده، به عنوان نمونه موردی انتخاب و با استفاده از داده‌ها و اطلاعات این محدوده به تحلیل داده‌ها و اطلاعات پرداخته شده است. بنابراین، هدف از این پژوهش کمک به دانش فعلی و درک عمیق‌تر و شناسایی بهتر تغییر اقلیمی و اثرات آن بر زندگی بشر و کیفیت آب‌وهوای شهری، با استفاده و بهره‌وری از ویژگی‌های زیرساخت‌های سبز شهری، بخصوص در شهر تبریز است. بر این اساس هدف این تحقیق بررسی میزان تاب‌آوری شهری در مواجهه با تغییرات اقلیمی در شهر تبریز می‌باشد از این رو به‌تأثیر مولفه وجود فضای سبز و زیرساخت‌های سبز شهری در تاب‌آوری اقلیمی می‌پردازیم که برای این منظور محدوده باغ فجر در کلانشهر تبریز به عنوان نمونه انتخاب شده است.

۲- پیشینه پژوهش و مبانی نظری

از پژوهش‌هایی که در خصوص ارزیابی تاب‌آوری شهری در ایران صورت‌گرفته است می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

احمدزاده و امین‌زاده (۱۳۹۹)، در تحقیقی با عنوان، «ارزیابی ابعاد تاب‌آوری شهری با استفاده از روش میانگین مجموع فواصل از حد بهینه» که در این پژوهش با استفاده از مدل میانگین مجموع فواصل از حد بهینه مقادیر DSF, IIF و URF محاسبه شده و به بررسی و تحلیل شاخص‌های تاب‌آوری، اندازه‌گیری تاب‌آوری، بررسی میزان تاب‌آوری منطقه ۹ شهرداری مشهد پرداخته‌اند. پژوهشگران در این پژوهش دریافته‌اند که میزان تاب‌آوری منطقه ۹ شهرداری برابر ۰٫۸۹ بوده که بیانگر شرایطی نسبتاً تاب‌آور است [۱۲]. فرجی و همکاران (۱۳۹۹)، در پژوهشی با عنوان «سنجش و ارزیابی جامعه‌شناختی تاب‌آوری شهر ورامین در برابر مخاطرات ناشی از تغییرات اقلیمی» که با استفاده از پرسشنامه‌ای که براساس مؤلفه‌های چهارگانه محیطی، اقتصادی - اجتماعی، زیربنایی و نهادی با مشارکت ۳۹۳ نفر از شهروندان ورامین در پاسخ به پرسش‌نامه‌ای با آلفای کرونباخ ۰٫۸۹ طراحی شده بود به روش توصیفی - تحلیلی مطالعه کرده و تحلیل نشان می‌دهد که میزان تاب‌آوری از دیدگاه شهروندان در منطقه ورامین به‌اندازه‌ای که باید مطلوب نبوده و از متوسط مورد انتظار پایین‌تر است. این نتیجه نشان می‌دهد که شهروندان این منطقه در برابر مخاطراتی که از تغییرات اقلیمی ناشی می‌شوند، آسیب‌پذیر هستند و نیاز به افزایش تاب‌آوری دارند. علاوه بر این، از دیدگاه شهروندان، عوامل اقتصادی - اجتماعی و زیربنایی به نظر می‌رسد که میزان تاب‌آوری بالاتری نسبت به عوامل محیطی و نهادی دارند. این ممکن است به معنای این باشد که شهروندان بیشترین توجه خود را به جوانب اقتصادی، اجتماعی و زیربنایی مختلف می‌دهند و این عوامل برای آن‌ها اهمیت بیشتری در افزایش تاب‌آوری شهری دارند. این موضوع می‌تواند به تدابیر و برنامه‌های مؤثرتری برای افزایش تاب‌آوری در این منطقه منجر شود. بنا بر پیشنهادها به‌دست‌آمده از شهروندان؛ همکاری دولت، نهادهای محلی و سازمان‌های آموزشی برای آگاهی‌دادن به افزایش مشارکت شهروندی در کاهش و سازگاری با اثرهای تغییرات آب‌وهوایی و بهبود تاب‌آوری شهری مؤثر است [۱۳].

سعیده زرابادی و همکاران (۱۳۹۹)، در پژوهشی با عنوان «شناسایی و بررسی وضعیت موجود تغییرات اقلیمی و چالش‌های آن در تاب‌آوری بوم‌شناسانه» که با استفاده از روشی آینده‌پژوهانه از طریق روش دلفی، پیشران‌ها و سناریوها موجود را تجزیه و تحلیل نموده‌اند تا وضعیت موجود تغییرات اقلیمی و چالش‌های حاصل از آن را شناسایی نموده و معیارها و شاخص‌هایی را که در این موضوع مطرح است را با تحلیل کیفی در جهت دستیابی به یک مسیر و نقشه راهبردی شناسایی نمایند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که مهم‌ترین چالش حاصل از تغییرات اقلیمی تشدید وقوع سیل می‌باشد و بعد محیطی یعنی فضاهای سبز و باز و همچنین حفاظت از رودخانه‌های داخل و پیرامون شهر بیش از سایر ابعاد در دستیابی به تاب‌آوری اقلیمی اهمیت دارد؛ لذا کاربست عوامل مذکور و سنجش موفقیت آن، می‌تواند بسترهای لازم برای اقدام در سایر شهرهای مجموعه شهری را فراهم کند [۶].

قلی‌نژاد و همکاران (۱۴۰۱)، در پژوهشی با عنوان «تحلیل و ارتقای تاب‌آوری شهرهای ساحلی در برابر مخاطرات ناشی از تغییر اقلیم»، که با استفاده از روش‌های اسنادی و میدانی (تکمیل پرسشنامه و مصاحبه با افراد) استفاده از داده‌های آب و هوایی به بررسی میزان تاب‌آوری و شناخت ساکنان و مسئولین شهر بابلسر از تغییرات اقلیمی پرداخته‌اند. با توجه به یافته‌های تحقیق و نتایج آزمون منکنندال پژوهشگران به این نتیجه رسیده‌اند که شهر بابلسر روند افزایشی دما، دمای کمینه و روند کاهش بارش را تجربه می‌کند. در مقابل آن، آگاهی و شناخت کم ساکنین و مسئولین شهری نسبت به مفاهیم تاب‌آوری، تغییر اقلیم و فقدان آموزش، تبادل اطلاعات و نظرخواهی از ساکنین در طرح‌ها و برنامه‌ها و در نتیجه، تاب‌آوری پایین در برابر مخاطرات ناشی از تغییر اقلیم به اثبات رسیده است [۱۴].

دارابی و سعیدی (۱۳۹۸)، در پژوهشی با عنوان «طراحی بازگشت‌پذیر فضاهای سبز شهری در راستای سازگاری با تغییر اقلیم (مطالعه موردی: بلوار بهشت بروجرد)» که با استفاده از روش دلفی مبتنی بر نظر متخصصین و AHP صورت گرفته است. نتایج حاصل از این پژوهش بدین صورت است که فضاهای سبز موجود در برابر تغییرات اقلیمی آسیب‌پذیر است. سیکل‌های ترکیبی مانند کمبود آب و تنش‌های شهری بر شدت این آسیب‌پذیری می‌افزاید. با به‌کارگیری اصول بنیادین مانند طراحی بازگشت‌پذیر می‌توان ضمن بهبود کیفیت این فضاها، آنها را بازگشت‌پذیر نمود. در نهایت با توجه به نتایج به‌دست‌آمده راهبرد کلی برای بازطراحی فضاهای سبز شهری به منظور بهبود و تقویت منظر بازگشت‌پذیر شهری ارائه شده است [۱۵].

باتوجه به آنچه گفته شد در رابطه با موضوع پژوهش، در دو دهه اخیر، در این زمینه مطالعات متعددی در داخل و خارج صورت گرفته است و تاب‌آوری شهرها را بر اساس مؤلفه‌های گوناگون مورد ارزیابی قرار داده‌اند و مبانی نظری متعددی در این زمینه ارائه داده‌اند که در ادامه به چند مورد اشاره می‌شود:

الف) تاب‌آوری به‌عنوان پایداری: در این رویکرد، مفهوم تاب‌آوری از مطالعات اکولوژیکی که تاب‌آوری را به‌عنوان توانایی بازگشت به حالت قبل تعریف می‌کند، بسط یافته است. این رویکرد، تاب‌آوری را به‌عنوان میزانی از اختلال که یک سیستم قبل از اینکه به حالت دیگری منتقل شود، می‌تواند تحمل یا جذب کند، تعریف می‌کند. به‌عبارت‌دیگر، تاب‌آوری در این رویکرد به میزان توانایی سیستم برای تحمل یا جذب اختلالات قبل از وقوع تغییرات اشاره دارد، به‌گونه‌ای که سیستم همچنان قادر به حفظ و استمرار عملکرد مناسب خود باشد [۱۶].

ب) تاب‌آوری به‌عنوان بازیابی: تاب‌آوری به‌عنوان بازیابی به معنای توانایی جامعه برای "بازگشت به گذشته" از تغییر یا عامل فشار و برگشت به حالت اولیه آن است. در این رویکرد، تاب‌آوری به‌عنوان یک معیار برای اندازه‌گیری زمانی که یک جامعه برای بازیابی از تغییر صرف می‌کند، مورداستفاده قرار می‌گیرد. به‌عبارت‌دیگر، تاب‌آوری در این رویکرد به‌عنوان زمانی که برای بازیابی از تغییر صرف می‌شود، در نظر گرفته می‌شود [۱۶].

ج) تاب‌آوری به‌عنوان دگرگونی: این رویکرد بیشتر به تاب‌آوری اجتماعی تأکید دارد و به‌عنوان یکی از ظرفیت‌های جامعه برای واکنش به تغییر و به شکل سازگارانه، مطرح می‌شود. به‌جای بازگشت ساده به حالت قبلی پس از وقوع یک حادثه، این رویکرد به معنای تغییر به حالت جدیدی است که در محیط موجود پایدارتر و مقاوم‌تر است. این به معنای ارتقای توانایی جوامع برای مقابله با تغییرات و سوانح طبیعی، و توانایی آنها برای ادامه فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی در شرایط جدید، می‌باشد [۱۶].

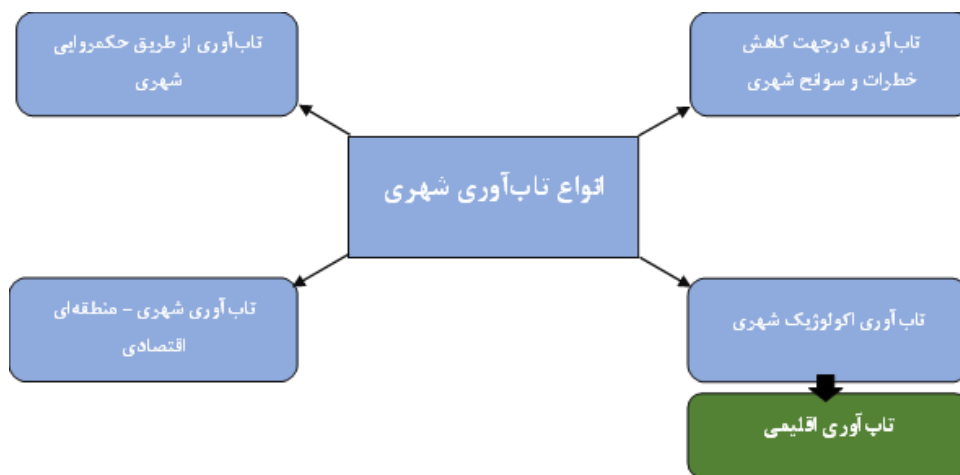
تغییرات اقلیم به معنای افزایش گرمایش سطح زمین ناشی از انباشت گازهای گلخانه‌ای، به‌ویژه دی‌اکسیدکربن در جو زمین است [۶]. این تغییرات شامل تغییراتی در شرایط آب‌وهوایی می‌شود، از جمله تغییر در میانگین دما، تعداد و میزان امواج گرمایشی، خشکسالی‌ها، سیل‌ها، طوفان‌ها و سایر رویدادهای سخت آب‌وهوایی را می‌توان نام برد. تغییرات اقلیم ممکن است به‌صورت طبیعی رخ دهد، اما بیشتر ناشی از فعالیت‌های انسانی، به‌خصوص انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌واسطه مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر است [۷]. اثرات تغییرات اقلیمی در شهرها و مناطق پیرامون آن عبارت‌اند از افزایش آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات و حوادث طبیعی. برای مقابله با این چالش، دو رویکرد اصلی وجود دارد: کاهش و انطباق. کاهش اقلیمی شامل فعالیت‌هایی است که از طریق کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به کاهش تغییرات اقلیمی کمک می‌کند. انطباق اقلیمی هم به معنای آمادگی جوامع محلی برای پاسخگویی به یک اقلیم متغیر در آینده است. تاب‌آوری اقلیمی به توانایی و ظرفیت یک شهر یا جامعه اشاره دارد که بتواند به چالش‌های ناشی از رویدادهای شدید آب‌وهوایی و مخاطرات تحت‌تأثیر تغییرات اقلیمی پاسخ دهد. به‌عبارت‌دیگر، تاب‌آوری اقلیمی فرصتی منحصربه‌فرد برای کاهش نابرابری‌ها و چالش‌های مربوط به مخاطرات طبیعی ایجاد می‌کند و افراد را قادر می‌سازد تا راهبردهایی برای افزایش تاب‌آوری سیستم‌های فعلی اتخاذ کنند و از اختلالاتی نظیر آتش‌سوزی، سیل، طوفان و... بهبود یابند. این رویکرد نه‌تنها برای حفظ امنیت و رفاه شهروندان در معرض خطرات طبیعی اهمیت دارد، بلکه از طریق ایجاد زیرساخت‌ها و سیاست‌های مناسب، می‌تواند به توسعه پایدار و مقاوم جوامع کمک کند. افزایش تاب‌آوری اقلیمی نیازمند همکاری بین نهادهای مختلف، افراد و جوامع می‌باشد تا با ترکیب دانش، منابع و تجربیات، به ارائه راهکارهای مؤثر و مستدامی برای مواجهه با چالش‌های اقلیمی بپردازند [۶]. ابعاد تاب‌آوری شهری در پاسخ به تغییرات اقلیمی در چهار بعد: اقتصادی، اجتماعی، کالبدی - محیطی و نهادی مطرح شده که هر یک دارای تعریف و شاخص‌هایی است [۱۷] که در جدول (۱) بیان شده است.

جدول ۱- مفهوم، ابعاد و شاخص‌های تاب‌آوری شهری در پاسخ به تغییرات محیطی [۱۷]

بعد	تعریف	شاخص‌ها
اقتصادی	برنامه‌ریزی برای تداوم کسب‌وکار جهت جلوگیری از اختلال در صورت بروز بلایا و تعادل بعد از وقوع سوانح و بحران‌ها می‌پردازد.	- ظرفیت (توانایی) جبران خسارت - توانایی برگشت به شرایط شغلی و درآمدی مناسب - شدت خسارات - سرمایه اجتماعی
اجتماعی	تفاوت ظرفیت اجتماعی در میان گروه‌های مختلف است و بازیابی ظرفیت گروه-ها بعد از وقوع سانحه.	- دانش - نگرش - مهارت - آگاهی

بعد	تعریف	شاخص‌ها
کالبدی - محیطی	در بعد کالبدی علاوه بر تأمین سرپناه‌هایی برای آسیب‌دیدگان بعد از وقوع بحران، به اصولی برای طراحی کالبد قبل از وقوع بحران و مخاطره پرداخته می‌شود.	- وضعیت فضاهای باز - کاربری‌های ناسازگار - زمین (بستر) - مقاومت ساختمان - دسترسی - مالکیت - تراکم
نهادی	ترویج هماهنگی میان ادارات داخلی و رهبری برای کاهش خطرپذیری بلایا، ایجاد ظرفیت نهادی و تخصیص منابع، تنظیم توسعه شهری و محلی با اصول کاهش خطرپذیری.	- نهادی - روابط نهادی - عملکرد نهادی

با عنایت به جدول فوق، تقلیل تغییرات اقلیمی به این ۵ عامل کلیدی متمرکز شده است: شکل شهر، ساخت‌وساز، محیط مصنوع، زیرساخت‌های شهری، حمل‌ونقل و تولید کربن. از انواع تاب‌آوری می‌توان به تاب‌آوری اکولوژیک شهری، تاب‌آوری شهری - منطقه‌ای - اقتصادی، تاب‌آوری در جهت کاهش خطرات و سوانح شهری و ارتقای تاب‌آوری از طریق حکمروایی شهری اشاره کرد. تاب‌آوری اکولوژیک شهری، به ظرفیت سامانه‌های اکولوژیک برای جذب اختلالات و نیز برای حفظ بازخوردها، فرایندها و ساختارهای لازم و ذاتی سامانه گفته می‌شود [۱۸]. از زیرشاخه‌های تاب‌آوری اکولوژیک شهری، تاب‌آوری اقلیمی است. تاب‌آوری اقلیمی شامل: ظرفیت یک واحد مستقل یا یک جمع یا یک سازمان برای پاسخگویی به تغییرات اقلیمی به صورت پویا و مؤثر، درحالی‌که همچنان در یک رده قابل قبول در حال ادامه‌دادن به فعالیت‌های روزمره خود است را گویند. در کل تاب‌آوری شهرها به تغییرات اقلیمی را تاب‌آوری اقلیمی گویند [۱۸]. ارتباط بین تاب‌آوری اقلیمی با سایر انواع تاب‌آوری‌ها در شکل (۱) نمایش داده شده است.



شکل ۱- رابطه تاب‌آوری اقلیمی با انواع تاب‌آوری [۱۸]

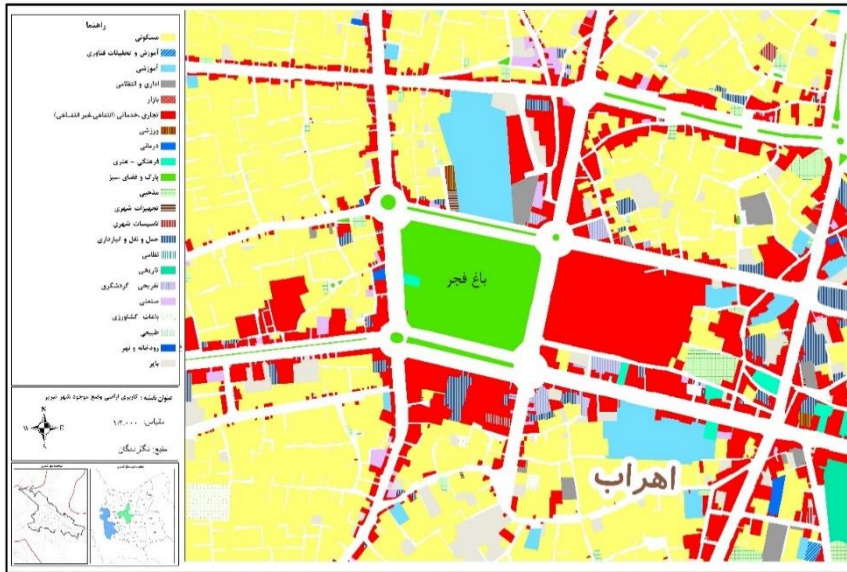
زیرساخت‌های سبز شهری در سازگاری با تغییرات اقلیمی، یکی از مهم‌ترین استراتژی‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی که به صورت سه‌گانه شامل: حفظ و تقویت پوشش گیاهی موجود، استفاده از گیاهان مقاوم به تغییرات اقلیمی و استفاده از علم اکولوژی سیمای سرزمین در مکان‌یابی مناسب پوشش سبز در پروژه‌های جدید شهری است، محسوب می‌شوند که از این استراتژی‌های سازگاری می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- حفظ و تقویت پوشش گیاهی موجود
- ۲- استفاده از گیاهان مقاوم در برابر تغییرات اقلیمی
- ۳- استفاده از دانش اکولوژی سرزمین برای مکان‌یابی مناسب پوشش گیاهی [۱۸].

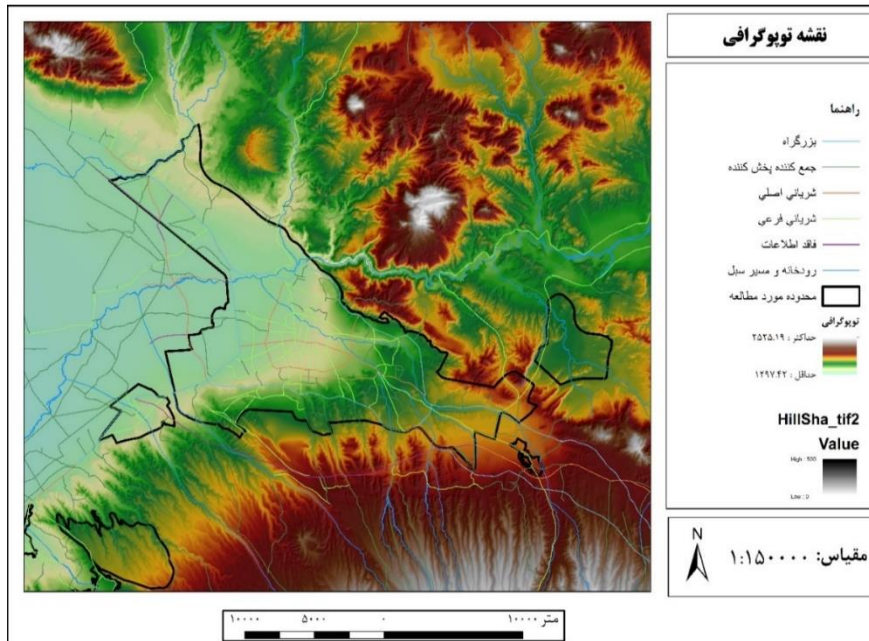
زیرساخت‌های سبز مانند حائلی، شهرها را دربرگرفته‌اند و قابلیت کاهش اثرات تغییرات اقلیمی در آینده را دارند. اثرات ساختارهای سبز بر کاهش تأثیرات تغییرات اقلیمی و افزایش تاب‌آوری در شهرها را می‌توان به چند دسته تقسیم کرد: تأثیرات فیزیکی، افزایش آسایش دمایی و کاهش مصرف انرژی، کاهش اثرات منفی سیل و افزایش کیفیت آب و کاهش خشکسالی، تأثیر بر کیفیت هوا، تأثیرات مثبت روان‌شناختی و اجتماعی، تأثیر بر سلامت، تأثیر بر فعالیت‌های اجتماعی و فردی، آموزشی [۱۸].

۳- محدوده مورد مطالعه

تبریز مرکز استان آذربایجان شرقی است، در ۴۶ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و دو دقیقه عرض شمالی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است، ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۴۰ متر می‌باشد. با وسعتی حدود ۱۱۸۰۰ کیلومتر در قلمرو میانی خطه آذربایجان و در قسمت شرقی شمال دریاچه ارومیه و ۶۱۹ کیلومتری غرب تهران قرار دارد و در ۱۵۰ کیلومتری جنوب جلفا، مرز ایران و جمهوری آذربایجان قرار گرفته است [۱۶]. باغ گلستان، یکی از قدیمی‌ترین باغ‌های ساخته شده در شهر تبریز می‌باشد که امروزه «باغ فجر» نامگذاری شده است. یکی از اقدامات مهم شهرسازی دوران پهلوی و شهرداری "محمدعلی تربیت" در سال ۱۳۰۸ خورشیدی، تبدیل گورستان گجیل به پارک شهری (باغ گلستان) می‌باشد. این پارک که در سمت غربی خیابان فلسطین تبریز قرار دارد، الگوی غالب حرکت در آن پیاده و تجمع است و امکان مکث در آن نسبتاً قوی می‌باشد. این پارک ملی به دلیل نزدیکی به مرکز شهر در منطقه هشت، مورد توجه بسیاری از مردم در گذشته بوده است. مردم آن زمان، پس از انجام خرید از بازار برای استراحت به این فضای شهری مطلوب و سرزنده می‌آمدند اما متأسفانه با گذشت زمان این فضای عمومی، زیبایی و جذابیت سابق خود را از دست داده است. شهر تبریز به لحاظ ویژگی‌های جغرافیایی و طبیعی مکان‌گزینی مساعدی داشته که در روند تاریخی توسعه و تبدیل به یکی از بزرگ‌ترین شهرهای کشور نقش بسزایی داشته است. موقعیت جغرافیایی تبریز کوهستانی، و دشتی را در اختیار دارد که به دلیل مساعدت‌های فراوان محیط، همواره جذابیت زیادی برای جامعه‌های انسانی داشته و به‌عنوان مرکز جذب جمعیت و سکونتگاه‌ها شناخته شده است. موقعیت کوهستانی و نزدیکی به دشت‌ها در این منطقه نقش مهمی در تاریخچه توسعه شهری داشته است. این ویژگی‌ها باعث ایجاد محیطی مساعد با اقلیم مناسب، دوری از خطرات طبیعی مانند سیل و رانش زمین، و دسترسی به منابع آب سطحی و زیرزمینی شده است. این موارد به شهر تبریز کمک کرده‌اند که به‌عنوان یک مرکز تجاری و صنعتی مهم در منطقه به رشد و توسعه بیشتری دست یابد. همچنین، بافت تاریخی شهر همچنان از این ویژگی‌های جغرافیایی بهره‌مند است و نقش مهمی در شکل‌گیری شهر، بازی کرده است. این ارث‌های طبیعی، علاوه بر ارزش تاریخی، به تقویت تاب‌آوری شهر در برابر مخاطرات ناشی از تغییرات اقلیمی کمک می‌کند. با این حال، با توجه به نقشه توپوگرافی (شکل ۳)، مخاطرات طبیعی و تغییرات اقلیم در این شهر، باعث افزایش آسیب‌پذیری این شهر در برابر وقوع بلایا شده است. تغییرات اقلیمی با افزایش دما و کاهش بارش همراه است، و در حالی که تعداد بارش‌ها ممکن است تغییر کند (معمولاً کاهش می‌یابد)، شدت آنها افزایش می‌یابد. مطالعات در این زمینه نشان می‌دهد که در شهر تبریز در دو دوره زمانی ۲۰۳۹-۲۰۱۰ و ۲۰۹۹-۲۰۷۰ با کاهش بارش مواجه است، در حالی که در دوره زمانی ۲۰۶۹-۲۰۴۰ پیش‌بینی می‌شود که شدت بارش افزایش یابد؛ بنابراین، در دوره حاضر، شهر تبریز دوره‌ای خشک‌تر را نسبت به گذشته و آینده تجربه می‌کند. علاوه بر این، در سال‌های آینده، تابستان‌های گرم‌تری (تا ۸ درجه بیشتر) پیش‌بینی می‌شود که این میزان تا اواخر قرن بیست و یکم (۲۰۹۹) به ۱۱ درجه نیز افزایش می‌یابد [۶].



شکل ۲- موقعیت باغ فجر و کاربری اراضی وضع موجود (منبع: نگارندگان).



شکل ۳- نقشه توپوگرافی شهر تبریز (منبع: نگارندگان)

۴- روش تحقیق

برای سنجش میزان تاب آوری شهری چهارچوب هایی ارائه شده است که یکی از آن چهارچوب ها، سنجش زیرساخت های سبز شهری می باشد. در این تحقیق از روش تأثیر سرمایه‌ی پارک (Park Cooling Effects) در دمای سطح زمین (LST) استفاده شده است. اثرات سرمایه‌ی پارک یا "پارکولوژی" بر دمای سطح زمین (LST) می‌تواند به دلایل مختلفی اتفاق بیفتد. برخی از این دلایل شامل:

- ۱) رفتار جذب و انتقال حرارت از طریق گیاهان در پارک‌ها: گیاهان در پارک‌ها می‌توانند انرژی خورشیدی را جذب کرده و آن را به فضا منتقل کنند، که این می‌تواند منجر به کاهش دمای سطح زمین در اطراف پارک شود.
- ۲) انتشار بخار آب حاصل از گیاهان: گیاهان می‌توانند از طریق فرآیند تعرق، آب را از خود تبخیر کرده و بخاری را تشکیل دهند که باعث خنک شدن محیط می‌شود.

۳) کاهش اثرات جزر و مد: پارک‌ها می‌توانند به عنوان سد برای حفظ آب در سطح زمین عمل کنند و از اثرات جزر و مد در سطح زمین کاسته شود که می‌تواند تغییراتی در دمای سطح زمین ایجاد کند.

۴) به طور کلی، پارک‌ها می‌توانند به عنوان مناطق سبز و محیط‌زیستی عمل کنند که در کاهش دما و بهبود کیفیت هوا موثر باشند. اما برای ارزیابی دقیق‌تر اثرات سرمایه‌میشی پارک بر دمای سطح زمین در یک منطقه خاص، نیاز به مطالعات علمی و شبیه‌سازی‌های دقیق‌تری است.

در این پژوهش به صورت نمونه از باغ فجر تبریز که در مرکز شهر قرار دارد نمونه‌برداری گردید و در نرم‌افزار ARC GIS به صورت برداری، سطح فضای باز و تفاوت دمایی نشان داده شده است. روش کار به این صورت است که ابتدا پوشش گیاهی و سلامت پوشش گیاهی از تصاویر ماهواره لندست ۸ تهیه گردید (با باندهای ۵ و ۳ و ۲ و برای سلامت پوشش گیاهی از باندهای ۷ و ۵ و ۳) و مورد استفاده قرار گرفت، در ادامه با استفاده از همین تصاویر دمای سطح زمین را نیز طی ۶ مرحله و فرمول تهیه و دماهای اندازه‌گیری شده در فواصل مشخص از پارک و داخل پارک با استفاده از نرم‌افزار ARC GIS مشخص و نقشه‌های نهایی ارائه گردید.

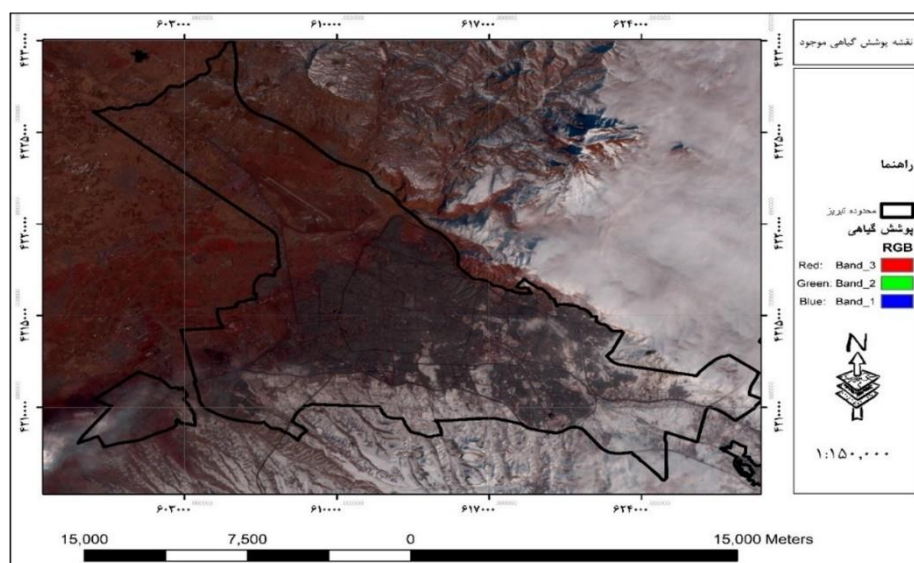
۵- نتایج و بحث

در جدول ۲ میزان تکثیر مداخله زیرساخت‌های سبز شهری بیان شده است.

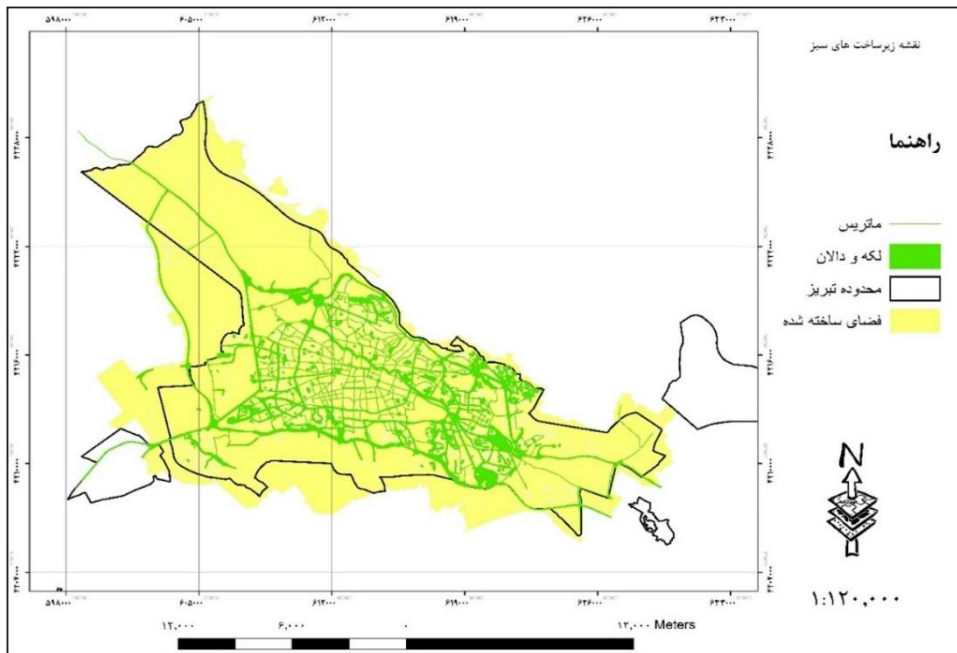
جدول ۲- اصول استراتژیک مداخله در زیرساخت‌های سبز شهری با زبان‌دانش اکولوژی سرزمین (لکه، دالان، ماتریس) [۲]

شبکه ماتریس منسجم‌تر	دالان‌های سبز طبیعی و مصنوعی به هم متصل	لکه‌های سبز
افزایش تاب‌آوری اقلیمی		
شبکه ماتریس منسجم‌تر	دالان‌های سبز طبیعی و مصنوعی به هم متصل	لکه‌های سبز
- تبخیر بیشتر و تهویه هوای بهتر در شهرهای که با معضل آلودگی هوا روبه‌رو هستند.	- افزایش تصفیه فاضلاب و آب حاصل از باران - سایه‌اندازی بیشتر و افزایش تعدیل دما	- افزایش ذخیره آب باران

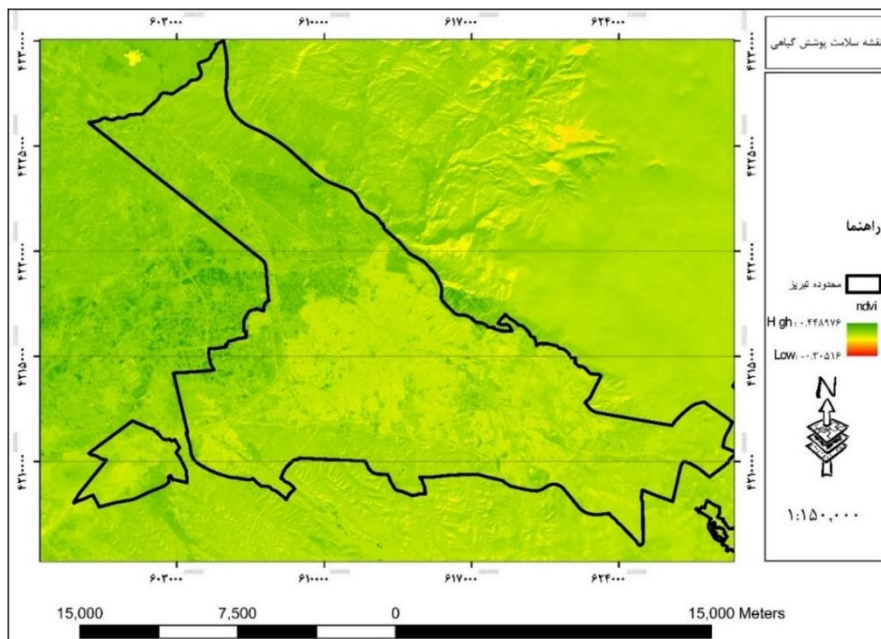
در اینجا ابتدا، نقشه زیرساخت‌های سبز شهری را در شهر تبریز هم به صورت ماهواره‌ای و هم به صورت برداری به منظور شناسایی موقعیت و سلامت پوشش گیاهی با استفاده از نرم‌افزار ARC GIS و ماهواره لندست ۸ مورد بررسی کمی و کیفی قرار گرفتند، و سپس دمای سطح زمین به صورت کیفی نشان داده شده است، که (شکل‌های ۴ تا ۸) نشانگر این موضوع هستند.



شکل ۴- نقاط قرمز رنگ نشان‌دهنده پوشش گیاهی موجود در داخل و حریم کلان‌شهر تبریز (منبع: نگارندگان).

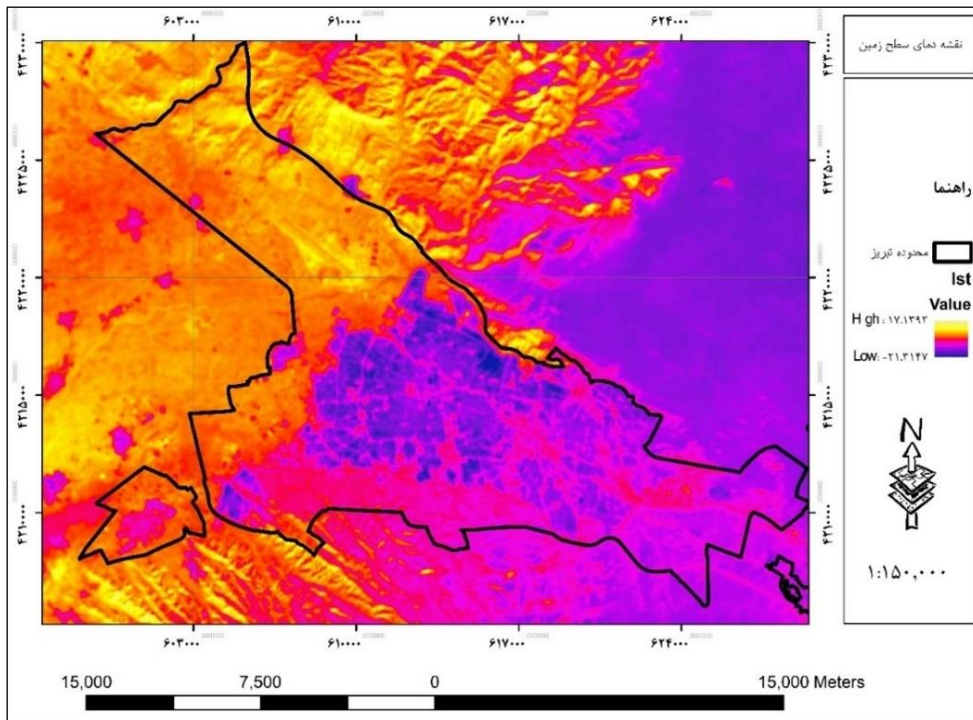


شکل ۵- موقعیت پوشش گیاهی موجود در کلان‌شهر تبریز برای تشخیص بهتر (منبع: نگارندگان).



شکل ۶- نقشه NDVI یا همان سلامت پوشش گیاهی (منبع: نگارندگان).

با توجه به اطلاعات بدست آمده، فضای سبز موجود در شهر تبریز در نقشه طرح جامع تبریز ۱۰۳۲ هکتار است که اکنون سرانه فضای سبز شهری ۱۶ متر است و همچنین میزان دمای سطح زمین را به صورت کیفی که در (شکل ۶) نشان داده شده است (از منفی ۲۱ تا مثبت ۱۷ ثبت شده است)؛ این نقشه با استفاده از تصاویر ثبت شده در تاریخ ۲۰۲۳/۰۱/۱۹ با ماهواره لندست ۸ گرفته شده است.



شکل ۷- نقشه کیفی تغییرات دمای سطح زمین در کلان‌شهر تبریز (منبع: نگارندگان)

در آخر نمونه موردی برای تاثیر باغ فجر بر دمای محدوده که با استفاده از دماسنج با اندازه‌گیری دهم و در تاریخ ۱۴۰۱/۱۰/۰۸ اندازه‌گیری شده که با فاصله گرفتن از پارک دما نسبتاً کمی گرم می‌شود؛ زیرا به‌خاطر رطوبت و سایه‌اندازی درخت‌ها که تأثیر سرمایشی دارند این تغییرات دمایی بوجود می‌آید.



شکل ۸- نمونه تأثیر پارک بر دمای سطح زمین در باغ فجر کلان‌شهر تبریز (منبع: نگارندگان)

۶- نتیجه گیری

تغییرات اقلیمی از یک طرف با فعالیت های بشری که اثرات مخربی بر محیط زیست دارد، تشدید می شوند و از طرف دیگر خود عامل تشدید بروز بلایای طبیعی و فاجعه آمیز در سطح شهر می گردند. علاوه بر این، فعالیت های شهری از جمله گسترش بدون ضابطه و توسعه در نواحی مستعد خطر، مصرف انرژی، تخریب فضاها، سبز و محیط طبیعی، عدم توجه به منابع آبی و سایر موارد آسیب پذیری شهر در برابر این مخاطرات را افزایش می دهند. در نتیجه ارتباط تنگاتنگی میان سه موضوع تغییرات اقلیمی فعالیت های بشری در شهر و آسیب پذیری شهرها وجود دارد. از این رو راهکارها جهت مقابله با این چالش ها باید به نحوی تعریف شوند به که هر سه عامل توجه نمایند. از جمله این راهکارها، تاب آوری اقلیمی می باشد.

مطالعات نظری در این پژوهش نشان داد که تاب آوری در شهر شامل ویژگی هایی است که ضمن کاهش آسیب پذیری شهری، منجر به انطباق با تغییرات اقلیمی می شود و در این زمینه فعالیت های انسانی در ابعاد مختلف بوم شناسانه، اجتماعی، کالبدی و نهادی نقش کلیدی در رفع چالش های فعلی ایفا می کنند. باتوجه به بررسی های انجام شده در این پژوهش به نظر می رسد که تا به امروز تأثیر زیرساخت های سبز شهری و نقش آن در شهر و تاب آوری اقلیمی به صورت صحیح بیان نشده است، درحالی که این نکته در کشورهای توسعه یافته اثبات شده است که استفاده از زیرساخت های شهری به عنوان یک استراتژی برای تاب آوری در مقابل تغییرات اقلیمی و همچنین در مقابل گرمایش زمین حائز اهمیت است. باغشهر واژه ای بود که برای کلان شهر تبریز در گذشته نه چندان دور از آن یاد می شد؛ اما به خاطر بی توجهی به مسائل فضای سبز، نوع آن و میزان مقاومت و از طرفی افزایش تغییرات کاربری زمین و حمله به زمین های سبز و توسعه شهری نادرست باعث تخریب بیش از ۱۱۰۰ هکتار از فضای سبز، و بیش از ۳۷۰۰ هکتار زمین زراعی شده است.

در پژوهشی تحت عنوان "سنجش عوامل مؤثر بر تاب آوری اقلیمی (نمونه موردی: شهر تبریز)" که توسط بهزادفر و همکاران در سال ۱۳۹۸ با استفاده از روش تاپسیس صورت گرفت، نتایج پژوهششان بیانگر آن است که مهم ترین عوامل تاب آوری اقلیمی در شهر تبریز عبارت اند از: بهره مندی از نیروی متخصص و ماهر در مدیریت بلایا، حفاظت از زیرساخت آبی، استفاده از حمل و نقل عمومی و همچنین تأمین امنیت غذایی. از این رو عوامل مؤثر بر تاب آوری اقلیمی در شهر تبریز، حائز هر دو ویژگی انطباقی و کاهش هستند و باید جهت تاب آوری ساختن تبریز در برابر مخاطرات طبیعی ناشی از تغییرات اقلیمی، مورد استفاده قرار گیرند. در این پژوهش سعی شده است که به بررسی مولفه های تأثیرگذار در افزایش میزان کیفیت و کمیت زیرساخت های سبز شهری و افزایش میزان تاب آوری در توسعه شهرها علی الخصوص شهر تبریز پرداخته شود که برای نمونه باغ فجر در این شهر مورد بررسی قرار گرفته است. یافته های حاصل از پژوهش بیانگر آن است که وجود فضای سبز و زیرساخت های سبز شهری در تاب آوری اقلیمی و کاهش دمای سطح زمین نقش بسزایی دارد و باتوجه به یافته های تحقیق با فاصله گرفتن از پارک (باغ فجر) دمای سطح زمین نسبتاً کمی گرم می شود؛ براین اساس پیشنهاد می شود که فاکتورهای تأثیرگذار بر میزان تاب آوری اقلیمی همچون: افزایش تعداد و مساحت فضاها، سبز شهری، نوع گونه های کاشت شده در فضای سبز (گونه های مقاوم به شرایط آب و هوا و میزان مصرف آب کمی داشته باشد زیرا شهر تبریز یکی از شهرهای کم آب ایران می باشد و برای تأمین آب شرب شهری از استان های همجوار کمک می گیرد و در آبیاری فضای سبز شهری نیز با مشکل مواجه است) مورد توجه قرار گیرد و در اولویت کاری مدیران شهری برای ارتقای میزان تاب آوری شهری علی الخصوص در شهر تبریز قرار گیرد.

در نهایت می توان نتیجه گرفت که علی رغم تداوم روند تغییرات اقلیمی که خود متأثر از فعالیتهای بشری است، راهکارهای کاهش و به ویژه انطباقی در قالب تاب آوری می تواند نقش مؤثری در مقابله با این تغییرات داشته باشد. از آنجا که ماهیت و ویژگی شهرها متمایز از یکدیگر است و چالش های اقلیمی در هر شهر، متغیر می باشد جهت کاهش آسیب پذیری شهرها، ابتدا باید مخاطرات شناسایی شوند و سپس مهمترین عوامل مقابله تعیین گردند. در این راستا، پیشنهاد می شود تا در پژوهش های آتی عوامل منجر به بروز تغییرات اقلیمی، مخاطرات طبیعی و اولویت راهکارها در سایر شهرهای ایرانی مورد بررسی و سنجش قرار گیرد.

۷- منابع و مراجع

- 1.Sharma,A. 2019. Outcomes of the UN Climate Change Conference in Paris/
<https://www.c2es.org/document/outcomes-of-the-u-n-climate-change-conference-in-paris/>

2. Mitchell T, Harris K. Resilience: A risk management approach. ODI background note. 2012 Jan 23:1-7.
3. Gill, S.E. Handley, J.F., & Ennos, A.R. Adapting cities for climate change: the role of green infrastructure, E-Journal of Built Environment,(2007). 33(1). 115- 133. DOI: [10.2148/benv.33.1.115](https://doi.org/10.2148/benv.33.1.115).
4. Measham, T.G., Preston, B.L., Smith, T.F., Brooke, C., Gorddard, R., Withycombe, G. and Morrison, C., 2011. Adapting to climate change through local municipal planning: barriers and challenges. Mitigation and adaptation strategies for global change, v. 16(8), p. 889-909.
5. Xu, H. and Xue, B., 2017. Key indicators for the resilience of complex urban public spaces. Journal of Building Engineering, v. 12, p. 306-313. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2017.06.018>
6. Kim, H. and Marcouiller, D.W. 2016. Natural disaster response, community resilience, and economic capacity: A case study of coastal Florida. Society & Natural Resources, 29(8): 981-997. <https://doi.org/10.1080/08941920.2015.1080336>
7. Parry, M.L. (2009). Assessing the costs of adaptation to climate change: a review of the UNFCCC and other recent estimates. Iied.
8. Lowe, A.; Foster, J. and Winkelman, S. 2009. Ask the climate question: adapting to climate change impacts in urban regions.
۹. محمدپور، ص؛ مهرجو، م. کاربست سیاست‌های کاربری زمین در راستای ارتقای تاب‌آوری شهری مطالعه موردی: شهر رودبار. مجله شهر پایدار. ۱۴۰۰؛ ۴(۳): ۳۹-۵۴. DOI: [10.22034/jsc.2021.229769.1241](https://doi.org/10.22034/jsc.2021.229769.1241)
۱۰. رنجبر، ف؛ خادم الحسینی، ا؛ صابری، ح؛ گندمکار، ح. پایش تاب‌آوری شهری به‌منظور کاهش اثرات حوادث طبیعی با تاکید بر زلزله (مطالعه موردی اسلامشهر). فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، ۱۴۰۱؛ ۱۲(۳): ۱۶۶-۱۷۷. magiran.com/p2476155
۱۱. کریمی رزکانی، ع؛ شیخ الاسلامی، ع؛ پریزادی، ط. نقش مدیریت شهری در تاب‌آوری شهرها در برابر سوانح طبیعی (مورد مطالعه: شهر باقرشهر). نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی (جغرافیای انسانی) ۱۳۹۸؛ ۱۲(۱): ۴۴۱-۴۵۶. <https://sid.ir/paper/519774/fa>
۱۲. اسدی، م؛ زارع ابیانه، ح؛ دلاور، ن؛ اسدی، آ. اثر پدیده‌ی تغییر اقلیم بر فراسنجه‌های اقلیمی همدان. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۳۹۸؛ ۲۱(۹) (پیاپی ۸۸): ۱-۱۴. <https://sid.ir/paper/395899/fa>
۱۳. رضایی قلعه، م؛ حق پرست، ف؛ ملکی، آ. بررسی رابطه‌ی زیرساخت سبز-آبی و کاهش آسیب‌پذیری سلامت در برابر گرمای شدید متأثر از تغییرات اقلیمی (نمونه موردی: شهر قزوین). باغ نظر، ۱۴۰۱؛ ۱۹(۱۰۷): ۶۹-۸۴. DOI: [10.22034/bagh.2021.273770.4810](https://doi.org/10.22034/bagh.2021.273770.4810)
۱۴. منا فلویان، س؛ سعیده زرابادی، ز؛ بهزادفر، م. سنجش عوامل مؤثر بر تاب‌آوری اقلیمی (نمونه موردی: شهر تبریز). نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی (جغرافیای انسانی)، ۱۳۹۸؛ ۱۲(۱): ۵۰۹-۵۲۵. <https://sid.ir/paper/521773/fa>
۱۵. سروشان، غ؛ هندیانی، ع؛ زیویار پرده ای، پ؛ توکلان، ع. بررسی تاثیر حکمروایی شهری بر تاب‌آوری شهرها (مورد مطالعه: شهرتهران). نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. ۱۴۰۱؛ ۲۲(۶۷): ۴۱۳-۴۳۷. <http://jgs.khu.ac.ir/article->
۱۶. کرمی، س. تغییرات اقلیمی: بینش‌هایی از مجله کسب و کار هاروارد؛ ۱۴۰۰. تهران.
۱۷. بهزادافشار، ک؛ اکبری، پ. تبیین و تحلیل معیارهای کاربری برنامه ریزی زمین در کاهش خطر زلزله جهت افزایش تاب‌آوری شهری (نمونه موردی: شهر سنندج). نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی (جغرافیای انسانی)، ۱۳۹۸؛ ۱۱(۲): ۳۳۷-۳۵۳. <https://sid.ir/paper/521766/fa>
۱۸. بهتاش، ف؛ کی نژاد، م؛ پیربابایی، م؛ عسگری، م. ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز. نشریه هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی، ۱۳۹۲؛ ۱۸(شماره ۳): ۳۳-۴۲. DOI: [10.22059/jfaup.2013.51316](https://doi.org/10.22059/jfaup.2013.51316)

۱۹. معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی. پیامدهای زیست محیطی آلودگی هوا، دفتر: مطالعات زیربنایی، مرداد ماه ۱۳۹۶.
۲۰. احمدزاده کرمانی، ح؛ امین زاده گوهرریزی، ب. ارزیابی ابعاد تاب‌آوری شهری با استفاده از روش میانگین مجموع فواصل از حد بهینه (نمونه مورد مطالعه: منطقه ۹ شهرداری مشهد)، هویت شهر، (۱۳۹۹)؛ شماره ۴۱، سال ۱۴، بهار ۱۳۹۹، صص ۳۳-۴۴.
۲۱. فرجی، ع؛ شمسی پور، ع؛ بارزمان، س. سنجش و ارزیابی جامعه شناختی تاب‌آوری شهر ورامین در برابر مخاطرات ناشی از تغییرات اقلیمی. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۱۳۹۹؛ ۵۲(۴): ۶۰۵-۶۱۹. https://jphgr.ut.ac.ir/article_80329.html
۲۲. قلی نژاد، م؛ پوراحمد، ا؛ حاتمی نژاد، ح؛ صفرزاد، ط. تحلیل و ارتقای تاب‌آوری شهرهای ساحلی در برابر مخاطرات ناشی از تغییر اقلیم (مطالعه موردی: شهر بابلسر). پژوهش‌های دانش زمین، ۱۴۰۱؛ ۱۳(۱): ۱۱۷-۱۳۴. https://esrj.sbu.ac.ir/article_101348.html
۲۳. دارابی، ح؛ سعیدی، ا. طراحی بازگشت‌پذیر فضاهای سبز شهری در راستای سازگاری با تغییر اقلیم (مطالعه موردی: بلوار بهشت بروجرد). علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۳۹۸؛ ۲۱(۹) (پیاپی ۸۸): ۲۰۹-۲۱۹. <https://sid.ir/paper/394361/fa>
۲۴. پاکرو، ن؛ موسوی، م. ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: منطقه یک شهر تبریز). نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۴۰۲؛ ۲۳(۶۸): ۱۳۵-۱۱۵. <http://jgs.khu.ac.ir/article-1-3459-fa.html>
۲۵. رفیعیان، م؛ رضایی، م؛ عسگری، ع؛ پرهیزکار، ا؛ شایان، س. تبیین مفهومی تاب‌آوری و شاخص‌سازی آن در مدیریت سوانح اجتماع محور (CBDM). برنامه ریزی و آمایش فضا (مدرس علوم انسانی)، ۱۳۹۰؛ ۱۵(۴) (پیاپی ۷۲): ۱۹-۴۱. <https://sid.ir/paper/171828/fa>
۲۶. شیرگیر، ا؛ بهزادفر، م؛ خیرالدین، ر. تبیین روشی جهت سنجش و افزایش میزان تاب‌آوری شهری به تغییرات اقلیمی بر پایه اصول اکولوژی سیمای سرزمین در مقیاس محله شهری (مطالعه موردی: محله یوسف آباد تهران). هویت شهر، ۱۴۰۰؛ ۱۵(۴۶): ۶۹-۸۴. <https://sid.ir/paper/951870/fa>