

# بررسی رابطه بین کیفیت هوا و تاب آوری شهری بندرعباس و ارائه راهبردهای مدیریت و برنامه ریزی شهری نرجس درمانی

دانشجوی دکتری گروه مدیریت محیط زیست، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران

## حسین پرورش<sup>۱</sup>

استادیار گروه مدیریت محیط زیست، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران

## محسن دهقانی

دانشیار گروه مدیریت محیط زیست، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران

## ولی علی پور

دانشیار گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی هرمزگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۱

### چکیده

شهرها با چالش‌های مهمی در ارتباط با فشارهای ناشی از تغییرات، دگرگونی‌های شهری و اثرات تغییرات آب و هوایی روبرو هستند. تاب آوری شهری در شهر بندرعباس به عنوان یکی از ابعاد کلیدی توسعه پایدار، در معنای قابلیت شهر در آمادگی، پاسخگویی و سلامت عمومی، اقتصاد و امنیت تعریف شده است. پژوهش حاضر با هدف بررسی رابطه بین کیفیت هوا و تاب آوری شهری بندرعباس و ارائه راهبردهای مدیریت و برنامه ریزی شهری انجام شده است. فرایند انجام این پژوهش شامل مرحله اول: ارزیابی تاب آوری زیست محیطی شهر بندرعباس در شاخص و مولفه‌های کیفیت هوا براساس داده‌های سامانه پایش کیفی هوای کشور از ایستگاه‌های محیط زیست شهر بندرعباس و بر مبنای راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص کیفیت هوای منتشر شده توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی؛ مرحله دوم: ارزیابی و تحلیل تاب آوری شهر بندرعباس در ابعاد و مولفه‌های هوا براساس شاخص-هوا مطابق با نظرات خبرگان مسائل شهری و دسترسی به داده. مرحله سوم: بررسی ارتباط شاخص‌ها و مولفه‌های کیفیت هوا و تاب آوری شهر بندرعباس استفاده از نتایج آزمون تی تست. مرحله چهارم: ارائه راهبردهای مدیریت و برنامه ریزی شهری جهت تاب آور نمودن شهر بندرعباس در شاخص کیفیت هوا با توجه به فراوانی رتبه بندی راهبردها توسط خبرگان و نتایج تحقیقات در سراسر جهان با توجه به وضعیت زیست محیطی کنونی شهر بندرعباس است.

**کلیدواژه‌گان: برنامه ریزی شهری، بندرعباس، تاب آوری، کیفیت هوا، مدیریت.**

اکنون به طور قطع وارد آنتروپوسن<sup>۱</sup> (دوره زمین شناسی که در آن فعالیت انسان برای اولین بار در تاریخ مستقیماً بر سیستم‌های زمین تأثیری می‌گذارد) می‌شویم، بنابراین ما نیاز به ایجاد شهرهای تاب آور داریم که بتوانند با افزایش خطرات کنار بیایند (Admiraal and Cornaro, 2020:223). شهرها به عنوان پیچیده‌ترین ساخته دست بشر در سراسر جهان به طور فزاینده‌ای در معرض انواع مختلف خطرات هستند (Shariif and Yamagata, 2018:2)، به طوری که امروزه رشد توسعه شهرنشینی موجب پدید آمدن تسهیلات فراوانی شده است که همراه خود عوامل بحران‌زا را نیز افزایش داده است. جوامع امروز شهری، به ویژه جوامع در حال توسعه، با طیف پیچیده‌ای از چالش‌های اجتماعی، زیست‌محیطی، اقتصادی و... در برابر مخاطرات طبیعی روبرو هستند (Shariif, 2019:..). قابلیت تاب‌آوری شهر را به عنوان توانایی مقاومت، جذب، انطباق با شوک‌ها و استرس‌ها و بهبودی آن، برای حفظ عملکرد خدمات بحرانی، نظارت و یادگیری از فرایندهای در حال انجام از طریق همکاری‌های شهرستان و همکاری بین‌منطقه‌ای و افزایش توانایی‌های سازگاری و تقویت آمادگی با پیش بینی و پاسخ مناسب به چالش‌های آینده (Hernantes et al, 2018:97). تاب‌آوری نشان‌دهنده توانایی پایداری یک شهر در برابر شرایط اضطراری، برای ادامه مأموریت اصلی خود علی‌رغم چالش‌های دلهره‌آور (مانند مدیریت خطر بلا یا تغییرات آب و هوایی) در عین ارائه سطح یکسان از همه نوع خدمات به شهروندان است (Cocone and Bellini, 2019:557). شهرها با چالش‌های مهمی در ارتباط با فشارهای ناشی از تغییرات، دگرگونی‌های شهری و اثرات تغییرات آب و هوایی روبرو هستند. درک عوامل کلیدی تعیین‌کننده آسیب‌پذیری یک شهر، چارچوبی را برای در نظر گرفتن تاب‌آوری فراهم می‌کند (Borrego et al, 2018:14). در حوزه مطالعات شهری و منطقه‌ای هولینگ<sup>۲</sup> (اکولوژیست) برای اولین بار در سال ۱۹۷۳، اصطلاح دانشگاهی تاب‌آوری را ارائه داد. این اصطلاح از کلمه لاتین رزلیو<sup>۳</sup> به معنی پرش به عقب و به حالت اولیه مشتق شده است (Widborg, 2017:11). با توجه به مفهوم تاب‌آوری شهری، که توسط هولینگ به عنوان توانایی یک شهر برای جذب اختلال در حالی که عملکردها و ساختارهای آن را حفظ می‌کند، تعریف شده است، می‌توان الگوی جدیدی برای مقابله با آلودگی هوای شهری ارائه دهد. بنابراین می‌توان مفهوم تاب‌آوری شهری را با آلودگی هوای تطبیق دهیم (Cariolet et al. 2018: 589). آلودگی هوا فاکتور اصلی خطر سلامت محیط زیست است. آلودگی هوا بدون توجه به سطح اقتصادی و اجتماعی در اکثر کشورهای جهان (از جمله ایالات متحده) به عنوان ۱۰ عامل خطر اصلی است. به عنوان مثال، تقریباً همه شهرهای آسیا و آفریقا دارای سطح PM<sub>2.5</sub> هستند که از دستورالعمل سازمان بهداشت جهانی<sup>۴</sup> فراتر می‌رود (Anenberg et al., 885). کیفیت هوای شهرهای بزرگ در سراسر جهان روز به روز در حال وخامت است که می‌تواند ناشی از افزایش انتشار خودروها و صنایع، گرد و غبارها همراه با زیست توده و سوزاندن زغال سنگ باشد. با توسعه بی‌رویه ساختمان‌ها، صنایع بزرگ شهر ظرفیت پراکندگی و احیا را محدود می‌کنند. غلظت جرمی و شیمی آلاینده‌های هوا تحت تأثیر منابع، قدرت آنها، عوامل هواشناسی (سرعت باد، جهت باد، رطوبت و ارتفاع مخلوط) و موقعیت جغرافیایی محیط شهری است. این فصل میزان انتشار آلاینده‌های متعدد، تأثیر

1. Anthropocene

2. Holling

3. Resilio

1. WHO: World Health Organization

آنها و رشد پایدار مناطق شهری بدون به خطر انداختن کیفیت هوا را نشان می‌دهد (Kumar and Maharana, 185: 2020). آلودگی هوا مخلوط پیچیده‌ای از اجزای سمی بوده و یکی از مهمترین مخاطرات طبیعی، بخصوص در کلانشهرها می‌باشد که در دهه های اخیر در بسیاری از مناطق جهان باعث افزایش نگرانی عمومی در ایجاد عوارض بهداشتی شده است (بریدکاظمی و همکاران، ۱۳۹۸: ۹) آلودگی هوا باعث ایجاد خطرات سلامت برای انسان و سایر جانداران می‌شود، به طوری که در بسیاری از مطالعات رابطه بین آلودگی و بیماری های جسمی و روانی مانند برونشیت اختلالات قلبی - عروقی ، ریوی، عفونت دستگاه تنفسی و... مشخص شده است (حیدری و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۱۰). این پژوهش از نوع پژوهش‌های شناختی است که به صورت توصیفی- تحلیلی و از نظر نحوه گردآوری اطلاعات و داده‌های مورد نیاز، از نوع تحقیقات میدانی و پیمایشی قلمداد می‌شود. همچنین برای گردآوری بعضی از داده‌ها از پرسش‌نامه استفاده شد و برای بخشی دیگر از داده‌ها و اطلاعات موجود از جدیدترین مدل‌ها استفاده شد. به طور کلی این تحقیق مطابق مراحل ذیل انجام گردید: برای انتخاب معیارهای نهایی تعیین وضعیت شاخص‌های تاب‌آوری کیفیت هوای شهر بندرعباس از روش ماتریس سازگاری که توسط سازمان ملل<sup>۱</sup> طراحی شده است و با در نظر گرفتن شرایط محیط زیستی شهر بندرعباس معیارهای نهایی تعیین وضعیت شاخص- های تاب‌آوری کیفیت هوای شهر بندرعباس انتخاب گردید. مرحله تهیه پرسشنامه، پرسشنامه محقق ساخت براساس مصاحبه‌های مفصل از کارشناسان و خبرگان انجام شد و در نهایت پرسشنامه با گویه‌هایی براساس طیف رتبه‌ای لیکرت به صورت پنج گزینه ای که با امتیازات ۱ تا ۵ طراحی و اجرا شد. جامعه و نمونه آماری و روش های نمونه‌گیری جامعه آماری پژوهش خبرگان مسائل برنامه‌ریزی شهری که به صورت نمونه‌های هدفمند انتخاب و مورد پرسشگری قرار گرفت. برای محاسبه حجم نمونه از فرمول کوکران استفاده شد. بررسی کیفیت هوای شهر بندرعباس براساس شاخص کیفیت هوا<sup>۲</sup>: اطلاعات غلظت آلاینده‌های اصلی یعنی ازن سطح زمین، ذرات معلق، منوکسیدکربن، دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن که توسط ایستگاه‌های سنجش محیط زیست شهر در سطح شهر بندرعباس در سال ۱۳۹۸ از سازمان حفاظت محیط زیست جمع آوری گردید و بر مبنای راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص کیفیت هوای منتشر شده توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی انجام شد. برآورد و ارزیابی تاب‌آوری اکوسیستمی در شهر بندرعباس براساس مولفه‌های و شاخص‌های زیست محیطی هوا از دیدگاه خبرگان مسائل شهر بندرعباس با تاکید بر تاب‌آوری اکوسیستمی با استفاده از آزمون‌های پارامتریک تی استیودنت تک نمونه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. برای آزمون اثر هر کدام از متغیرها به دلیل توزیع نرمال بر تاب‌آوری از آزمون تی-تست استفاده شد. در نهایت راهبردها مدیریت شهری توسط خبرگان با توجه به وضعیت زیست محیطی کنونی شهر بندرعباس جهت بهبود تاب‌آوری کیفیت هوای شهر بندرعباس ارائه گردید.

### مبانی نظری

هوای پاک یک ضرورت اساسی برای سلامت و رفاه انسان است. طبق تعریف خدمات اکوسیستم<sup>۳</sup> از ارزیابی اکوسیستم هزاره، هوای پاک یکی از نیازهای اساسی زندگی بشر است (Sannigrahi et al., 2021: 195)) برای

2. United Nations, 2007

1. Air Quality Index

2. Ecosystem Service

سنجش وضعیت هوا از شاخص کیفیت هوا<sup>۱</sup> استفاده می‌شود (آماده و همکاران، ۱۳۹۷: ۳۲-۳۱). کیفیت هوا، زندگی و تنفس انسان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همان گونه که وضعیت آب و هوا روز به روز و حتی ساعت به ساعت تغییر می‌کند، کیفیت هوا نیز می‌تواند متغیر باشد به طور کلی شاخص کیفیت هوا، شاخصی جهت گزارش روزانه کیفیت هوا است. این شاخص مردم را از کیفیت هوا آگاه می‌سازد و اثرات سلامتی مرتبط با آن را ارائه می‌کند (دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۱۳۹۹: ۳). کیفیت هوا توسط ذرات و اجزای گازی موجود در جو محیط تعریف می‌شود. طیف گسترده‌ای از ذرات (با قطر آیرودینامیکی بین ۰.۱ نانومتر تا ۱۰۰ میکرومتر) موجود در اتمسفر به عنوان ذرات معلق در نظر گرفته می‌شوند. علاوه بر این، ذرات با قطر آیرودینامیکی میکرومتر  $\leq 2.5$  و میکرومتر  $\leq 10$  به ترتیب  $PM_{2.5}$  و  $PM_{10}$  نامیده می‌شوند. این ذرات یک نگرانی عمده برای سلامت انسان، تغییرات آب و هوایی، پویایی مواد مغذی و شیمی جوی هستند. علاوه بر این، آلاینده‌های گازی  $O_3$ ،  $SO_x$ ،  $NO_x$ ،  $CO$  و سرب بر سلامت انسان، گیاهان و حیوانات عمدتاً در محیط شهری تأثیر می‌گذارد (Kumar and Maharana: 2020:185). ارتباط شاخص کیفیت هوا با سطح اهمیت بهداشتی و رنگ‌های متناظر با آن در جدول شماره ۱ آمده است.

#### جدول ۱. ارتباط شاخص کیفیت هوا با سطح اهمیت بهداشتی و رنگ‌های متناظر با آن

شاخص کیفی هوا	سطح اهمیت بهداشتی	رنگ‌ها
وقتی که شاخص کیفیت هوا درگستره زیر است:	کیفیت هوا را این گونه توصیف می‌کنیم:	و با رنگ زیر نمایش می‌دهیم:
۰-۵۰	پاک	سبز
۵۱-۱۰۰	سالم	زرد
۱۰۱-۱۵۰	ناسالم برای گروه‌های حساس	نارنجی
۱۵۱-۲۰۰	ناسالم	قرمز
۲۰۱-۳۰۰	خیلی ناسالم	بنفش
بالاتر از ۳۰۰	خطرناک	خرمایی

(دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۱۳۹۹: ۵)

میزان آلودگی هوا تأثیر شدیدی بر سلامت انسان و رفاه عمومی دارد. آلودگی هوا سالانه باعث مرگ نزدیک به ۵ میلیون نفر در جهان می‌شود (IHME, 2018). در سال ۲۰۱۷، آلودگی هوا به ۹ درصد از کل مرگ‌ها کمک کرده است، از ۲ درصد در کشورهای بسیار توسعه یافته تا حداکثر ۱۵ درصد در کشورهای کم توسعه، به ویژه در جنوب و شرق آسیا (IHME, 2018). برای تاب‌آوری بیشتر در برابر آلودگی هوا، باید بازخوردهای احتمالی تغییرات آب و هوایی در کیفیت هوا را در نظر بگیریم. تحقیقات جدید نشان می‌دهد که تغییرات آب و هوایی در آینده ممکن است پیامدهای نامطلوبی را برای کیفیت هوا ایجاد کند (Anenberg et al., 2019: 886). آلودگی هوا، مرگ و میرها و معلولیت‌های ناشی از آن و ارتباط نزدیک آن با تغییرات آب و هوایی، یک تهدید بزرگ برای تحقق چشم‌انداز جهان بهتر است. از مجموعه ۱۷ اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد؛ آلودگی هوا حداقل تحت چهار اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد از جمله: تمرکز هدف ۳ بر سلامت و رفاه؛ هدف ۷ دسترسی به انرژی پاک و مقرون به صرفه؛ هدف ۱۱ تمرکز بر شهرها و جوامع پایدار؛ هدف ۱۳ به مقابله با تغییرات آب و هوایی قرار می‌پردازد (Baklanov et al., 2020:261-262).

سه نکته اساسی در تاب آوری شهری که مهم به نظر می رسد، عبارت از:

۱- سیستم‌های زیربنایی به طور گسترده‌ای نقش مهمی در حفظ رونق اقتصادی و تاب‌آوری و پایداری شهری ایفا می‌کنند. با این حال، زیرساخت‌های شهری در شهرهای با تراکم بالا مواجهه با چالش‌های فزاینده‌ای از فروپاشی است؛ چرا که بسیاری از سیستم‌های زیربنایی فعلی قدیمی هستند و ممکن است سال‌های پیش ساخته شده باشند و در حال حاضر زمان پایان دادن به دوره خدمات رسانی آنها فرا رسیده است. (Yang et al, 2018:409).

۲- کمی‌سازی و اندازه‌گیری تاب‌آوری برای سیستم‌های فنی و اجتماعی پیچیده یک چالش است. در واقع، تاب‌آوری را نمی‌توان با استفاده از راستی آزمایی مانند رعایت استانداردها و قوانین اندازه‌گیری کرد. معیار تاب‌آوری باید با نحوه عملکرد سیستم و نحوه کنترل عملکرد در طول یک دوره معین رابطه مستقیم دارد (Cocone and Bellini, 2019:557).

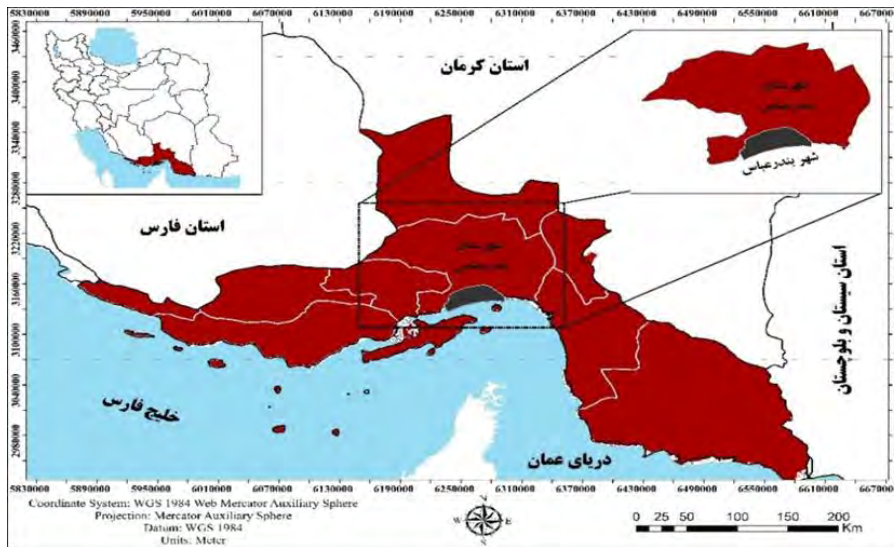
۳- شهرهای مختلف ساختارهای اداری مختلفی دارند و در درجات مختلف در برابر بلایا تاب آور هستند. دولت‌ها سهم ویژه‌ای در مقاوم سازی شهرها از طریق «توانمندسازی دولت‌های محلی» به عهده دارند. از جمله شوراهای شهری شکل اصلی دولت‌های محلی را در مناطق شهری کشور ایفا می‌کنند (Malalgoda et al, 2018:903).

در کشور ایران، با وجود برخی مطالعات در زمینه‌ی متون نظری در مقیاس شهری، هنوز مطالعه‌ی عمیق و جامعی بر روی مفهوم تاب‌آوری براساس شاخص‌های و مولفه‌های زیست محیطی به خصوص کیفیت هوا صورت پذیرفته است. براین اساس سیاست ارتقای تاب‌آوری شهری در زمینه شاخص و مولفه‌ی کیفیت هوا به عنوان یکی از اهداف اصلی بازآفرینی شهری پایدار در شهر بندرعباس مطرح است. از آنجا که بندرعباس قطب اقتصاد ایران شناخته شده است. با توجه به مشکلات کیفیت هوا در محیط زیست شهری بندرعباس با مشخص شدن تاب‌آوری شهر بندرعباس براساس شاخص کیفیت هوا و تعیین تاب‌آوری، می‌توان در جهت کمک به مدیران و برنامه‌ریزان شهری جهت پایش منابع اصلی آلاینده‌های هوا و همچنین آگاه ساختن شهروندان از وضعیت روزانه کیفیت هوای محل زندگی آنان گام مؤثری برداشت، لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی ارتباط کیفیت هوای شهر بندرعباس و تاب‌آوری با استفاده از شاخص بر مبنای راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص کیفیت هوا کیفیت هوای منتشر شده توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی انجام شد.

#### محدوده مورد مطالعه

شهر بندرعباس به عنوان مرکز استان هرمزگان امروزه یکی از شهرهای بزرگ ایران و مرکز مهم فعالیت‌های اقتصادی و تجاری است. این شهر که در قسمت انتهایی خلیج فارس و در فصل مشترک شاهراه خلیج فارس و دریای عمان واقع شده است، نقش مهمی در زمینه صادرات و واردات کشور ایفا می‌کند (سازمان پژوهش و برنامه ریزی، ۱۳۹۹). شهر بندرعباس، با مختصات جغرافیایی  $00^{\circ} 17' 56''$  طول شرقی و  $11^{\circ} 27'$  عرض شمالی، با ارتفاع ۱۰ متر از سطح دریا (جعفری، ۱۳۷۹: ۱۹۹) و در فاصله ۱۲۸۳ کیلومتری تهران واقع است (سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور، ۱۳۸۰: ۱۳۴). شهر بندرعباس مرکز شهرستان بندرعباس است. وسعت این شهر که

در ساحل خلیج فارس واقع شده است حدود ۴۵ کیلومتر مربع و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۰ متر می باشد. (اداره سازمان هواشناسی، ۱۳۹۹).



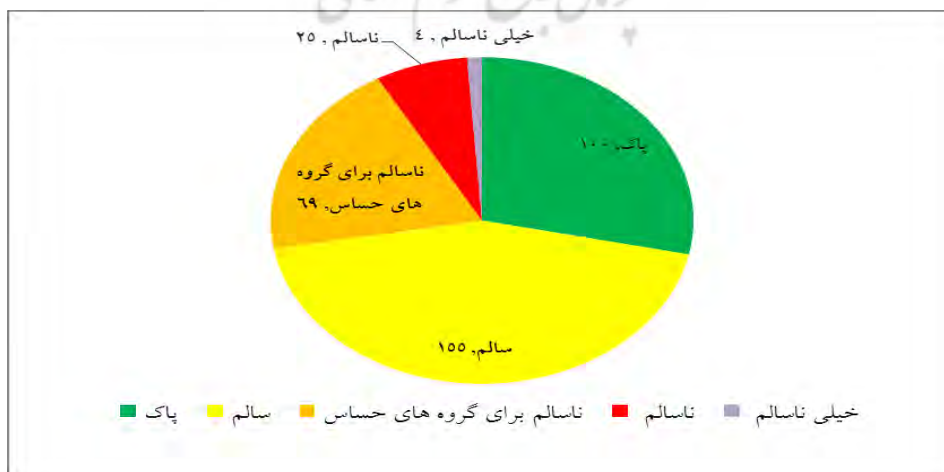
شکل ۱. موقعیت شهر بندرعباس در استان و کشور

ماخذ: نویسندگان (GIS)، ۱۴۰۰

### نتایج حاصل از پژوهش

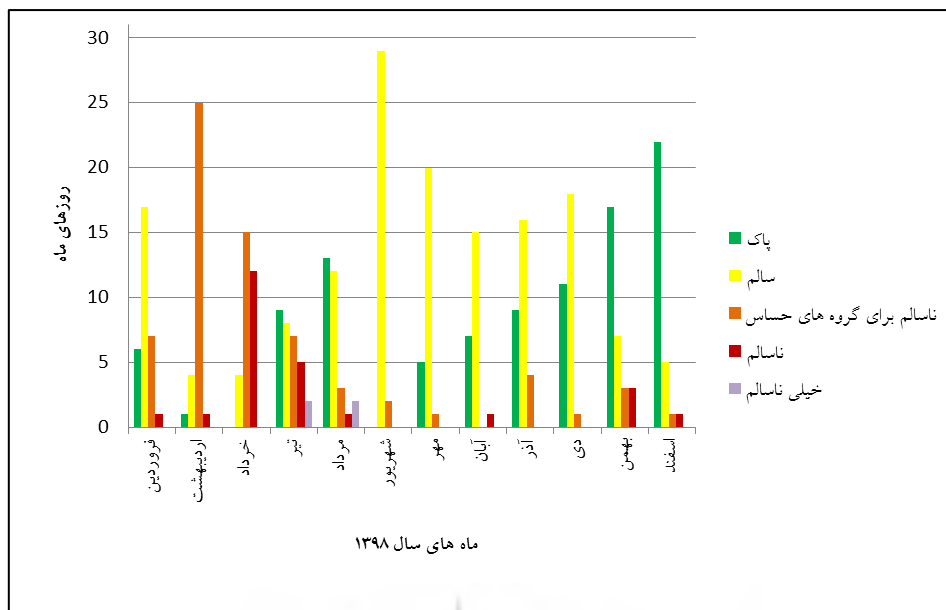
براساس داده‌های سامانه پایش کیفی هوای کشور از ایستگاه‌های محیط زیست شهر بندرعباس و برمبنای راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص کیفیت هوای منتشر شده توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی انجام شد. مقدار شاخص روزانه برای تمام غلظت‌های استاندارد شده آلاینده‌های مورد نظر در ایستگاه محیط زیست بندرعباس محاسبه و بالاترین میزان از بین شاخص‌های محاسبه شده تمامی ایستگاه‌ها به عنوان شاخص کیفی هوا در شهر بندرعباس در نظر گرفته شد و آلاینده‌ای که بالاترین میزان شاخص کیفیت هوا را داشت، به عنوان آلاینده مسئول آلودگی هوا تعیین گردید. شکل شماره ۲ کیفیت هوای شهر بندرعباس براساس روزهای سال ۱۳۹۸ و نمودار شماره ۱ شاخص کیفیت هوای شهر بندرعباس در ماه‌های مختلف سال ۱۳۹۸ به دست آمده است.

شکل ۲. کیفیت هوای شهر بندرعباس سال ۱۳۹۸



(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

نمودار ۱. توزیع طبقه بندی کیفیت بهداشتی هوا شهر بندرعباس سال ۱۳۹۸



(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

لازم به ذکر است از مجموع ۳۶۵ روز سال ۱۳۹۸، به دلیل بروز مشکل در ایستگاه شهر بندرعباس ۱۲ روز داده نداشته ایم و در نتیجه کیفیت هوای بندرعباس از مجموع ۳۵۳ روز در نظر گرفته شده است.

ارزیابی تاب آوری زیست محیطی شهر بندرعباس در شاخص و مولفه های کیفیت هوا

با استفاده از نتایج آزمون تی تست (به دلیل غیرنرمال بودن توزیع داده‌های کیفیت هوا از آزمون دو جمله‌ای استفاده گردید) و براساس نتایج حاصل از بررسی کیفیت هوا از ایستگاه محیط زیست شهر بندرعباس ارتباط کیفیت هوا و تاب آوری ۹۰ درصد و بالا بوده است. با توجه به سطح معناداری برابر صفر که کمتر از ۰.۰۵ می باشد و اینکه نسبت مشاهده شده در وضعیت وجود ارتباط بین دو متغیر از نسبت مفروض (۶۰٪) بالاتر است و به عبارتی بین شاخص کیفیت هوا و تاب آوری شهری بندرعباس ارتباط معناداری وجود دارد.

جدول ۲. نتایج آزمون تی-تست

فرضیه	پاسخ ها	تعداد	نسبت مشاهده شده	نسبت مفروض	سطح معنی داری
کیفیت هوا- تاب	$\leq 3$	۲	۱۰٪	۶۰٪	۰.۰۰۰
آوری	$> 3$	۱۸	۹۰٪		
جمع		۲۰	۱۰۰٪		

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

ارزیابی تاب آوری زیست محیطی شهر بندرعباس در شاخص و مولفه های هوا

با استفاده از نتایج آزمون تی تست و با توجه به جدول شماره ۶ مقدار قدر مطلق آماره آزمون ۲.۴۹ و بزرگتر از میزان ۱.۹۶، حد بالا و پایین میانگین هم علامت و مثبت و سطح معناداری برابر با ۰.۰۲۲ است که کمتر از میزان ۰.۰۵ می باشد و این بدین معناست که بین شاخص هوا و تاب آوری شهری بندرعباس ارتباط معناداری وجود دارد. نتایج حاصل از تی تک نمونه ای مطابق با جدول شماره ۶ برای سنجش تاب آوری زیست محیطی در شاخص نشان می

دهد، بین حد مبنا (۳) و مقدار محاسبه شده (۳/۴۲) بالاتر از میانگین در نظر گرفته شده، می باشد. نتیجه می گیریم وضعیت تاب آوری زیست محیطی شهر بندرعباس در شاخص هوا در حد مطلوب می باشد. لذا وضعیت شاخص هوا شهر بندرعباس مطلوب محاسبه گردید.

### جدول ۳. نتایج آزمون تی-تست

ارزش آزمون=۳		میانگین	انحراف	مقدار	درجه	سطح	تفاوت	فاصله اطمینان میانگین با	
		معیار	آماره	آزادی	معناداری	میانگین	اطمینان ۹۵ درصد	حد بالا	
		آزمون	آزمون	آزمون	آزمون	آزمون	حد پایین	حد بالا	
هوا- تاب آوری		۳.۴۲	۰.۷۵	۲.۴۹	۱۹	۰.۰۲۲	۰.۴۲	۰.۰۶	۰.۷۷

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

### نتیجه گیری و دستاوردهای علمی و پژوهشی

افزایش مخاطرات طبیعی و انسانی به ویژه در کشورهای در حال توسعه سبب توجه بیشتر به مفاهیمی مانند آسیب پذیری و تاب آوری شده است. سیاست ارتقای تاب آوری شهری به عنوان یکی از اهداف اصلی بازآفرینی شهری پایدار در شهر بندرعباس مطرح است. تاب آوری به طور مستقیم با آسیب پذیری شهر در برابر اثرات آب و هوایی شهری و حوادث شدید جوی مرتبط است. افزایش تاب آوری شهری به طور گسترده ای در سیاست آب و هوایی اروپا به عنوان یک هدف کلیدی در سازگاری و کاهش استراتژی ها ذکر شده است (Borrego et al., 2018:16). براساس نتایج این مطالعه در بررسی ارتباط بین شاخص کیفیت هوا در سال ۱۳۹۸ در شهر بندرعباس، کیفیت هوای از مجموع ۳۶۵ روز، به دلیل بروز مشکل در ایستگاه شهر بندرعباس ۱۲ روز داده نداشته ایم و در نتیجه کیفیت هوای بندرعباس از مجموع ۳۵۳ روز به صورت زیر در نظر گرفته شده است:

- سبز: خوب ۱۰۰ روز

- زرد: متوسط ۱۵۵ روز

- نارنجی: ناسالم برای گروه حساس ۶۹ روز

- قرمز: ناسالم ۲۵ روز

- بنفش: خطرناک ۴ روز

شرایط آب و هوایی شهر بندرعباس گرم و مرطوب است. به طور کلی در بندرعباس از نیمه آبان تا نیمه فروردین دارای آب و هوای مطبوعی است. ماه های اردیبهشت و خرداد هوا خشک، ماه های تیر تا مهر دارای آب و هوای مرطوب است. دمای هوای شهر بندرعباس در گرم ترین روزها به ۵۲ درجه سانتیگراد و در سردترین روزها به ۲ درجه سانتیگراد می رسد. میانگین بارش بندرعباس در حدود ۲۰۰ میلیمتر است (سازمان هواشناسی، ۱۴۰۰).

باتوجه به نتایج بررسی ها در شهر بندرعباس در سال ۱۳۹۸:

- در فصل بهار و تابستان (نیمه اول سال ۱۳۹۸) ۲۹ روز پاک، ۷۴ روز سالم، ۵۹ روز ناسالم برای گروه های حساس، ۲۰ روز ناسالم و ۴ روز بسیار ناسالم آلاینده مسئول  $O_3$ ،  $PM_{2.5}$  و  $PM_{10}$  می باشد. تغییرات در سطح آلاینده های هوا، بر الگوهای کیفیت هوای منطقه ای و شهری در مقیاس فضایی و



زمانی مختلف تأثیر می‌گذارد. تحقیقات بورگو و همکارانش نشان می‌دهد که در مناطق شهری پورتو غلظت آلاینده‌های  $PM_{10}$  و  $O_3$  با افزایش شدید در حال وقوع است و از مقادیر قانونی سالانه فراتر رفته است و تعداد روزهای بیشتری را از این آلاینده‌ها ثبت می‌کنند. این الگوی تخریب کیفیت هوا به احتمال زیاد با روندهای موجود در تغییرات آب و هوای مرتبط است که دلالت بر شرایط گرم‌تر و خشک‌تر شدن آب و هوا شهر پورتو را دارد و به دنبال آن افزایش غلظت  $O_3$  و  $PM_{10}$  در پی داشته است. (Borrego et al, 2018:17). و مطابق با نتیجه پژوهش حاضر در شهر بندرعباس در نیمه اول سال ۱۳۹۸ می‌باشد.

- در فصل پاییز و زمستان ۷۱ روز پاک، ۸۱ روز سالم، ۱۰ روز ناسالم برای گروه‌های حساس و ۵ روز ناسالم و آلاینده مسئول  $PM_{2.5}$ ،  $PM_{10}$  و CO گزارش شده است. براساس نتایج مطالعه حیدری و همکاران، سال ۱۳۹۶ در بررسی شاخص کیفیت هوا در شهر کرمان، مشخص شد که در تمام موارد ذرات معلق، آلاینده مسئول می‌باشند. در مطالعه جعفری و همکاران سال ۲۰۱۷ که به بررسی شاخص کیفیت هوای اصفهان پرداختند، آلاینده مسئول ذرات معلق گزارش شد. در نیمه دوم سال ذرات معلق آلاینده اصلی و مسئول در شهر بندرعباس می‌باشد که در واقع متناسب با دو گزارش تحقیقات ذکر شده می‌باشد. البته به دلیل استقرار صنایع در غرب شهر بندرعباس از نظر آلودگی CO نیز باید نگران باشیم.

در ارزیابی و تحلیل تاب‌آوری شهر بندرعباس بین ابعاد و مولفه‌های شاخص کیفیت هوا و تاب‌آوری شهری بندرعباس ارتباط معناداری وجود دارد. هرنانتز و همکاران (۲۰۱۸)، در مقاله «به سوی شهرهای مقاوم: یک مدل بلوغ برای عملی کردن تاب‌آوری» به ارائه یک مدل بلوغ تاب‌آوری شهرها و یک راهکار برای عملی ساختن پروسه شرایط مناسب برای بهبود سطح تاب‌آوری پرداخته است. نتیجه این تحقیق مشخص کرده است که یکی از عوامل تأثیر گذار در تاب‌آوری شهری شاخص هوا و کیفیت هوا می‌باشد (Hernantes et al, 2018:96). مطابق با پژوهش بورگو و همکارانش (۲۰۱۸) تغییرات در ساختار و دگرگونی‌های شهری همراه با تغییرات آب و هوایی بر انتشار گازهای جوی، کیفیت هوای شهری و در نتیجه سلامت انسان تأثیر می‌گذارد. بنابراین، یک ارزیابی یکپارچه از تعامل بین عوامل تاب‌آوری و اثرات تغییرات آب و هوایی و تأثیر آن بر اقلیم شهری و کیفیت هوا، برای سازگاری بهتر با آب و هوای آینده مورد نیاز است (Borrego et al, 2018:14). در مقاله کاریولت و همکاران در سال ۲۰۱۸ اشاره به مفهوم تاب‌آوری شهری که توسط هولینگ به عنوان توانایی یک شهر برای جذب اختلال در حالی که عملکردها و ساختارهای آن را حفظ می‌کند، تعریف شده است، الگوی جدیدی برای مقابله با آلودگی هوای شهری ارائه نمودند که مفهوم تاب‌آوری شهری را با آلودگی هوای و کیفیت هوای شهری تطبیق دهیم. (Cariolet et al. 2018: 588).

در پایان نتایج حاصل از بررسی رابطه تاب‌آوری و کیفیت هوای شهر بندرعباس به طور کلی به این نتیجه می‌رسیم که وضعیت تاب‌آوری زیست‌محیطی شهر بندرعباس در شاخص و مولفه‌های کیفیت هوا مطلوب و در وضعیت مناسبی در مقابل بحران‌های زیست‌محیطی قرار دارد. البته نکته قابل توجه در بررسی تاب‌آوری شهر بندرعباس در ابعاد و مولفه‌های هوا و کیفیت هوا توجه به مواردی همچون فقر خاک، شرایط اقلیمی، هم‌جواری با طیف متراکی از صنایع واقع در غرب بندرعباس، انتقال فروریزهای آلودگی این صنایع به صورت ذرات هوا برد به بندرعباس،

وجود پالایشگاه‌های نفت و گاز، کارخانه‌های فولاد و آلومینیوم که باعث بروز مشکلاتی در کیفیت هوا در سال‌های آینده خواهد شد.

### ارائه راهبردها و برنامه ریزی مدیریت شهری

#### خبرگان و متخصصان شهر بندرعباس

براساس نظرات خبرگان و متخصصان مسائل شهری و با توجه به وضعیت زیست‌محیطی شهر بندرعباس، راهبرد جهت بهبود تاب‌آوری شهر بندرعباس در شاخص و مولفه‌های هوا و کیفیت هوا مطابق با جدول شماره ۴ ارائه شده است.

جدول ۴. رتبه بندی راهبردها توسط خبرگان

ردیف	رتبه بندی (تعداد=۲۰ خبره)	رتبه بندی					راهبرد	ردیف
		۵	۴	۳	۲	۱		
۱	۳۷	-	-	۲	۱۳	۵	جایگزینی وسائط نقلیه عمومی و کاهش وابستگی به وسایل نقلیه شخصی	۱
۲	۶۸	-	۹	۱۰	۱	-	ایجاد آب نما ها و فواره ها در شهر برای جذب گرد و غبار	۲
۳	۲۵	-	-	-	۵	۱۵	ایجاد کمربند سبز در اطراف شهر جهت ارتقا کیفیت هوا	۳
۴	۷۰	-	۱۱	۸	۱	-	جایگزینی خودروی های فرسوده با تشویق استفاده از وام های بانکی از خودروسازان	۴
۵	۱۰۰	۲۰	-	-	-	-	اعطای تشویق ها و تسهیلات مالی و بخشودگی های مالیاتی برای صاحبان کارخانه های با آلودگی بیشتر برای خرید دستگاه ها و ماشین آلات با استانداردهای روز و متناسب با محیط زیست که دارای میزان آلودگی کمتری هستند.	۵

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

با توجه به جدول شماره ۴ و جمع امتیازات رتبه‌های داده شده به هر راهبرد توسط خبرگان مسائل شهری در ابعاد مرتبط با تاب‌آوری هوا و کیفیت هوا، اولویت‌های شاخص و مولفه‌های هوا و کیفیت هوا جهت مدیریت شهری بندرعباس به قرار زیر مشخص گردید:

۱. اعطای تشویق‌ها و تسهیلات مالی و بخشودگی‌های مالیاتی برای صاحبان کارخانه‌های با آلودگی بیشتر برای خرید دستگاه‌ها و ماشین‌آلات با استانداردهای روز و متناسب با محیط زیست که دارای میزان آلودگی کمتری هستند؛

۲. جایگزینی خودروی‌های فرسوده با تشویق استفاده از وام‌های بانکی از خودروسازان

۳. ایجاد آب نما‌ها و فواره‌ها در شهر برای جذب گرد و غبار

۴. جایگزینی وسائط نقلیه عمومی و کاهش وابستگی به وسایل نقلیه شخصی

۵. ایجاد کمربند سبز در اطراف شهر جهت ارتقا کیفیت هوا

#### نتیجه‌گیری و دستاورد علمی پژوهشی

بورگو و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش خود تحت عنوان «کیفیت هوا، تغییرات شهری و تاب‌آوری شهرها تحت تغییرات آب و هوایی» راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت و تغییر رنگ شهرها، توسعه روش‌شناسی در زمینه‌های «نوآوری

با طبیعت» را مطرح کرده است که نتیجه آن ایجاد جوامع پایدارتر و مقاوم‌تری است. این به اصطلاح راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت پاسخ‌های پایدار، هزینه کم، جایگزین‌های چند منظوره و انعطاف‌پذیر برای مواجهه با تأثیر تغییرات آب و هوایی ارائه داده است. استفاده از راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت منجر به: به ترویج استفاده پایدار از منابع و دستیابی به اقتصادی کارآمد، رقابتی و سبز کمک می‌کند. راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت همچنین از ایجاد مشاغل جدید، از طریق تولید و عرضه محصولات و خدمات جدید که سرمایه طبیعی را افزایش می‌دهند و نه به اتمام می‌رساند، پشتیبانی می‌کند (Borrego et al, 2018:15).

اقدامات تاب‌آوری بر روی تغییرات آب و هوایی و کیفیت هوا عبارت از: افزایش مناطق سبز شهری، کاربرد سقف‌های سبز؛ استفاده از سقف‌های سفید؛ افزایش مناطق سبز شهری به علاوه استفاده از بام‌های سبز؛ افزایش مناطق سبز شهری به علاوه استفاده از سقف‌های سفید.

باکلانو و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله «پیشرفت در مدل سازی و پیش بینی کیفیت هوا» ارزیابی سالانه میانگین کیفیت هوا برای اثرات سلامتی، همچنین پیش بینی کوتاه مدت غلظت حداکثر آلاینده‌ها برای جلوگیری از اثرات سلامتی در دوره‌های حاد را بسیار مهم دانسته است و اعلام نمودند برای محافظت از شهروندان در برابر هوای ناسالم، بسیاری از کشورها باید برنامه‌های پیش بینی زمان واقعی کیفیت هوا<sup>۱</sup> را برای پیش بینی غلظت آلاینده‌های مربوط به سلامتی مانند ازن ( $O_3$ )، دی اکسید نیتروژن ( $NO_2$ )، ذرات معلق ( $PM_{10}$  و  $PM_{2.5}$ ) در نظر بگیرند. بنابراین پیش بینی دقیق کیفیت هوا می‌تواند با ایجاد برنامه‌ریزی پیشرفته برای افراد، سازمان‌ها و جوامع به منظور جلوگیری از در معرض قرار گرفتن و کاهش انتشار آلاینده‌ها و آثار سوء آنها بر سلامتی، منافع اجتماعی و اقتصادی فوق العاده‌ای را ارائه دهد (Baklanov et al. 2020: 262). کاربولت و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش «ارزیابی تاب‌آوری مناطق شهری در برابر آلودگی هوای مربوط به ترافیک» برای ارزیابی میزان تاب‌آوری یک منطقه شهری در برابر آلودگی هوا روش «سه ظرفیت تاب‌آوری»: ظرفیت یک منطقه شهری برای کاهش انتشار آلودگی هوا، ظرفیت کاهش غلظت‌ها و ظرفیت کاهش قرار گرفتن در معرض را معرفی کرده است. محاسبه براساس تجزیه و تحلیل طراحی شهری است که به عنوان الگوی ساختمان‌ها و همچنین عناصر ساختاری که یک منطقه شهری را تعریف می‌کنند (مورفولوژی شهری، شبکه حمل و نقل، خدمات و کاربری زمین) تعریف شده است. برای هر ظرفیت تاب‌آوری، شاخص‌ها با استفاده از یک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و یک روش مبتنی بر شبکه محاسبه می‌شوند (Cariolet et al. 2018: 589). آنببرگ و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیق با عنوان «به سوی جامعه جهانی تاب‌آور: هوا، سطح دریا، زلزله و آب و هوا» برای بررسی ارزش و پیشرفت اجتماعی، تاب‌آوری را مربع چهاروجهی در نظر گرفت. گوشه-های تاب‌آوری عبارتند از آماده سازی: درک تغییرات و برنامه ریزی برای به حداقل رساندن تأثیر آنها؛ جذب: برخورد با عوارض جانبی، پاسخگویی: اقدامات ما در طول و بعد از یک رویداد، از جمله حمایت محلی و منطقه‌ای و حمایت فزاینده ملی و بین‌المللی از جمعیت تحت تأثیر و سازگاری: اقداماتی را که برای به حداقل رساندن تأثیرات رویدادهای اجتناب ناپذیر آینده. در حالی که گوشه‌ها به هم متصل هستند. افزایش بهره‌وری انرژی برای ساختمان‌ها، تولید برق از منابعی که آلاینده صفر دارند، مانند خورشید و باد، و جابجایی سفرهای موتوری با پیاده

روی، دوچرخه سواری و حمل و نقل عمومی، سوخت کمتری می‌سوزاند که منجر به آب و هوا، کیفیت هوا و منافع بهداشت عمومی می‌شود (Anenberg et al., 2019: 885).

## منابع

- آماده، حمید؛ قدسی ماب، محمدعلی؛ احراری، مهدی (۱۳۹۷)، مطالعه تاب آوری اکوسیستم شهر تهران در برابر آلاینده های هوا، فصل نامه علمی پژوهشی، سال سیزدهم، شماره سوم، پاییز، صفحات ۲۷-۵۵.
- برید کاظمی، سیماء؛ معینان، خلیل الله؛ تقی پور، علی؛ ناصحی نیا، حمیدرضا (۱۳۹۸)، بررسی ارتباط پارامترهای هواشناسی با روند تغییرات  $PM_{2.5}$  براساس شاخص AQI در مشهد طی سال های ۹۵-۱۳۹۳، مجله دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه، دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸.
- جعفری، عباس (۱۳۷۹)، گیتاشناسی ایران ج. ۳، دایرةالمعارف جغرافیایی ایران، چ ۱، تهران: گیتاشناسی، ۱۳۷۹، ص ۱۹۹.
- دانشگاه علوم پزشکی تهران، پژوهشکده محیط زیست، مرکز سلامت محیط کار، ۱۳۹۹.
- سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش، استان هرمزگان، چاپ دهم، ۱۳۹۹، صفحات ۶۳.
- سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور (۱۳۸۰)، وزارت راه و ترابری، اطلس جاده‌های ایران (ویرایش دوم). تهران: همشهری، ص ۱۳۴.
- سازمان هواشناسی کشور، اداره کل هواشناسی استان هرمزگان، ۱۴۰۰.
- محسن حیدری، محسن؛ حیدری نژاد، ضحی؛ علیپور، ولی؛ دیندارلو، کاووس؛ رحمانیان، امید؛ گودرزی، بابک؛ موسی پور، حسن (۱۳۹۶)، ارزیابی کیفیت هوا بر اساس شاخص کیفیت هوا در شهر کرمان در سال ۱۳۹۴، فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط، دوره سوم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۶، صفحات ۲۰۸-۲۱۸.
- Admiraal, H. Cornaro, A. (2020) Future cities, resilient cities – The role of underground space in achieving urban resilience, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.undsp.2019.02.001>.
- Anenberg, C.S., Dutton, A., Goulet, A. C., Swain, L.D., Pluijm, B., (2019). Toward a Resilient Global Society: Air, Sea Level, Earthquakes, and Weather, *Earth's Future*, 7, 854–864. <https://doi.org/10.1029/2019EF001242>
- Baklanov, A. Zhang, Y. (2020) Advances in air quality modeling and forecasting, *Global Transitions*, Volume 2, 2020, Pages 261-270. <https://doi.org/10.1016/j.glt.2020.11.001>
- Borrego, C. Rafael, S. Rodrigues, V. Monteiro, A. Sorte, S. Coelho, S. Lopes, M. (2018). Air quality, urban fluxes and cities resilience under climate change – A brief overview, *International Journal of Environmental Impacts* 1(1):14-27, January 2018, DOI: 10.2495/EI-V1-N1-14-27.
- Cariolet, J-M. Colombert, M. Vuillet, M. Diab, Y. (2018), Assessing the resilience of urban areas to traffic-related air pollution: Application in Greater Paris, *Science of The Total Environment* Volume 615, 15 February 2018, Pages 588-596, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.334>
- Cocone, Laura; Bellini, Emanuele; 2019, Advanced Traffic Management Systems supporting resilient smart cities, *Transport Research Procedia* 41 (2019) 556–558.
- Hernantes, J. Marañá, P. Gimenez, R. Mari-Sarriegi, J. Labaka, L. (2018). "Towards resilient cities: A maturity model for operationally zing resilience" Contents lists available at Science Direct *Cities*, Volume 84, January 2019, Pages 96-103.
- Institute for Health Metrics and Evaluation, 2018. Findings from the Global Burden of Disease Study 2017, IHME, WA.

Jafari N, Ebrahimi AA, Mohammadi A, et al. Evaluation of Seasonal and Spatial Variations of Air Quality Index and Ambient Air Pollutants in Isfahan using Geographic Information System. *J Environ Health Sustain Dev.* 2017; 2(2): 261-70.

Kumar,S. Maharana, P.(2020). Emerging Patterns and Social-Ecological Systems, *Urban Ecology*,2020, Pages 185-200,Chapter 11 - Air quality and its impact on urban environment, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820730-7.00011-2>.

Malalgoda, C. Amaratunga, D. Haigh, R. (2018). Empowering local governments in making cities resilient to disasters: research methodological perspectives, *Procedia Engineering* 212 (2018) 902–909, Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).

Sannigrahi, S. Kumar,A. Molter,A. Zhang, Q. Basu,B. SarkarBasu,A. Pilla,F. (2021), Examining the status of improved air quality in world cities due to COVID-19 led temporary reduction in anthropogenic emissions, *Environmental Research*, volume196,May 2021, 110927, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110927>.

Shariif ,A. (2019). “Resilient urban forms: A macro-scale analysis”, Contents lists available at Science Direct: *Cities*, Volume 85, February 2019, pp1-14.DOI: 10.1016/ J.CITIES. 2018.11.023.Copus ID: 158978671.

Shariif ,A. Yamagata, Y. (2018).” Resilience-Oriented Urban Planning” ,Global Carbon Project—Tsukuba International Office, National Institute for Environmental Studies, Ono gawa, Tsukuba, Ibaraki Prefecture 305-8506,© Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018, *Resilience-Oriented Urban Planning, Lecture Notes in Energy* 65,pp3-27. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-75798-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75798-8_1)

Widborg, A. (2017). The Challenge of Change: Planning for Social Urban Resilience. In *Urban Regions Now & Tomorrow*, Springer Fachmedien Wiesbaden: 99-119.pp 373–385. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-16759-2-5>. 2013. 204.

Yang ,Y. Thomas Ng , S. J. Xu,F. Skit more , M. (2018). onwards sustainable and resilient high; h density cities through better integration of infrastructure networks”, *Sustainable Cities and Society* Volume 42, October 2018, pp 407-422.