

پیامدهای اجتماعی - اقتصادی تغییر اقلیم در فضاهای شهری با استفاده از مدل دینامیک سیستم (مورد مطالعه: کلان شهر اهواز)

هوشنگ مرادی^۱، سعید ملکی^{۲*}

۱- دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۲- استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. (نویسنده مسئول)

Email : malekis@scu.ac.ir - Tel: 09188424415

چکیده

تغییرات اقلیمی یک تهدید جدی برای توسعه پایدار شهری است و بسیاری از شهرها را در معرض خطر قرار می‌دهد. این پژوهش پیامدهای تغییر اقلیم را برای رفاه اجتماعی و توسعه اقتصادی در مناطق شهری، با تمرکز ویژه بر درک تأثیرات تغییرات آب و هوایی بر آسیب‌پذیرترین جمعیت‌ها، در نظر می‌گیرد. پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی - نظری و از حیث ماهیت و روش توصیفی - تحلیلی و اکتشافی می‌باشد. گردآوری داده‌ها و اطلاعات، به‌وسیله مطالعات منابع کتابخانه‌ای - اسنادی، برداشت‌های میدانی و مراجعه به سازمان‌ها در شهر اهواز صورت گرفت. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از مدل‌های کمی، نرم‌افزاری، تحلیل آماری و تحلیل ساختاری استفاده شده است. در بخش نخست پژوهش، به‌منظور تحلیل روند تغییرات اقلیمی در کلان‌شهر اهواز پارامترهای مهم (دما، بارش، رطوبت و سرعت باد) ایستگاه سینوپتیک اهواز، طی بازه زمانی (۱۴۰۰-۱۳۷۰) مورد بررسی قرار گرفت و روند زمانی تغییرات پارامترهای اقلیمی مذکور با استفاده از آزمون نا پارامتری من-کندال در سری زمانی سالانه طی دوره آماری مورد مطالعه محاسبه گردید. سپس با استفاده از مدل پویایی سیستم به بررسی روابط علی و معلولی متغیرها پرداخته شد. نتایج نشان می‌دهد بارندگی سالانه طی روند مذکور با میانگین (۲۰۸/۵۱) میلی‌متر و کاهش حدود (۰/۷۱۱) میلی‌متر در هر سال، روند کاهشی داشته است. همچنین پارامتر اقلیمی دما با میانگین ۲۵/۹۶ میلی‌متر و افزایش ۰/۵۷ درجه سانتی‌گراد روند افزایشی را نشان می‌دهد. در پایان یافته‌های این پژوهش بیانگر آن است که تغییرات اقلیمی بر شهر اهواز در وجه افزایش دما و کاهش بارش، خود را نشان داده است. یافته‌های حاصل از مدل‌سازی کیفی و بررسی رابطه علی و معلولی نشان داد که تغییرات اقلیمی در شهر اهواز پیامدهای اجتماعی - اقتصادی متنوعی را در بر داشته است اثرات مستقیمی بر بخش‌های مختلف زیرساختی و مدیریتی (کاهش سرمایه‌گذاری، آسیب به زیرساخت‌ها، افزایش هزینه‌ها، حاشیه‌نشینی و رشد نامناسب شهری، منابع آبی، تولیدات کشاورزی، مصارف و تقاضای انرژی) داشته و متغیرهای (کاهش منابع آبی، امواج شدید گرما و کاهش بارندگی) مهم‌ترین فاکتورهای اهرمی مدل می‌باشند.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، پیامدها، مدل پویایی سیستم، اهواز.

Socio-economic consequences of climate change in urban spaces using system dynamics model (case study: Ahvaz metropolis)

Hoshang moradi¹, saeed maleki^{2*}

1. PhD student of geography and urban planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

2. Professor, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Literature and Humanities, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

* Email: malekis@scu.ac.ir

Received: August 2024 Accepted: November 2024

DOI: <http://doi.org/10.22034/JPRD.2024.62937.1116>

Abstract

Climate change is a serious threat to sustainable urban development and puts many cities at risk. Urban areas have unique characteristics that make residents and their assets particularly vulnerable to climate change. This research considers the implications of climate change for social well-being and economic development in urban areas, with a particular focus on understanding the impacts of climate change on the most vulnerable populations. The current research is applied-theoretical in terms of purpose and descriptive-analytical and exploratory in terms of its nature and method. The collection of data and information was done through the study of library-documentary sources, field observations, and referring to organizations in Ahvaz City. Quantitative models, software, statistical analysis, and structural analysis were used to analyze the data.

In the first part of the research, in order to analyze the climate change trend in the Ahvaz metropolis, the important parameters (temperature, precipitation) of the Ahvaz synoptic station were examined during the period (1340-1400). The time trend of changes in the aforementioned climatic parameters was calculated using the Mann-Kendall non-parametric test in monthly, seasonal, and annual time series during the studied statistical period. The results showed that during the 60-year process, climate change has shown itself in the city of Ahvaz in the form of an increase in temperature and a decrease in precipitation, and it has had consequences for the metropolis of Ahvaz. Then, using the system dynamics model, the cause-and-effect relationships of the variables were examined. The results of the qualitative modeling and investigation of the cause-and-effect relationship showed that the climate changes in Ahvaz city have various socio-economic consequences. It has had direct effects on various infrastructure and management sectors (reduction of investment, damage to infrastructure, increase in costs, marginalization and inappropriate urban growth, water resources, agricultural production, consumption, and energy demand) And the variables (reduction of water resources, severe heat waves and reduction of rainfall) are the most important leverage factors of the model.

Keywords: climate change, aspects, system dynamics model, Ahvaz.

مقدمه

تغییرات آب و هوایی به عنوان یکی از مهم ترین بحران های قرن بیست و یک تلقی می شود که تمام جنبه های زندگی بشر را تحت تأثیر خود قرار داده (خوشجی و اکبری^۱، ۲۰۲۰: ۱۲)؛ و یک پدیده زیست محیطی جهانی است که بسیاری از کشورها در سراسر جهان را درگیر خود کرده است. تغییرات آب و هوایی تقریباً همه جوامع و اقتصاد آن ها را تحت تأثیر قرار داده و مسائل و مشکلات زیست محیطی را در سراسر جهان ایجاد کرده است (نقویان و ترا^۲، ۲۰۱۷: ۲۲)، اگر چه تأثیرات آن در مقیاس جهانی است، اما شواهد نشان می دهد که کشورهای فقیر متحمل فشار سنگینی می شوند (کینگ و همکاران^۳، ۲۰۱۸: ۴)؛ در واقع تغییرات اقلیمی از فعالیت های انسان ناشی می شوند و شواهد زیادی وجود دارد که نشان می دهد انتشار گازهای گلخانه ای ناشی از فعالیت های انسانی باعث تغییر اقلیم می شوند. تغییرات اقلیمی یکی از اصلی ترین عوامل محرکه بلندمدت در ایجاد تغییرات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی است که از طریق تغییر شرایط طبیعی بر پتانسیل رشد و پایداری منطقه ای و همچنین کیفیت زندگی تأثیر می گذارد. تغییر اقلیم یکی از مسائل مهم در دوره مدرن است (زنگ و همکاران^۴، ۲۰۲۰: ۵)، شدت و دفعات خطرات آن در سراسر جهان در حال افزایش است (پترسون و چارلز^۵، ۲۰۱۹: ۶). طبق گزارش سازمان ملل متحد (۲۰۱۹) برای جلوگیری از افزایش بیش از حد دما، انتشار جهانی گازهای گلخانه ای باید بین سال های ۲۰۲۰ و ۲۰۳۰ هر ساله ۶ الی ۷ درصد کاهش یابد و کشورها باید هم زمان برای کاهش انتشار این گازها اقدام کنند تا کره زمین را در یک سطح نسبتاً امن از گرم شدن قرار دهند، لذا گزارش کمیسیون جهانی سازگاری بیان نمود که چنین کاهش هایی در انتشار کربن غیر واقعی است و اقدامات سازگاری برای مقابله با تأثیرات تغییرات اقلیمی ضروری است (کیامون و همکاران^۶، ۲۰۱۹: ۹). شهرنشینی و تغییر اقلیم منجر به افزایش نیاز به مطالعه مدیریت آب در مقیاس شهری می شود. در حالی که در دهه ۱۹۵۰ تنها ۳۰ درصد از ساکنان جهان در شهرها زندگی می کردند تا سال ۲۰۰۷ این درصد به بیش از ۵۰ درصد افزایش یافت؛ پیش بینی می شود تا سال ۲۰۵۰، دو سوم جمعیت جهان شهرنشین باشند (سازمان جهانی آب، ۲۰۱۴: ۸). در بسیاری از موارد، سرعت سریع شهرنشینی بیش از ظرفیت دولت ها برای پاسخگویی است که منجر به انواع مشکلات مرتبط با آب، از جمله تأمین آب ناکافی، فقدان سرویس های بهداشتی، مدیریت ناموفق سیلاب و تخریب اکوسیستم می شود (ناراین^۷، ۲۰۱۳: صدوف^۸ و همکاران، ۲۰۱۵: واریس و همکاران^۹، ۲۰۰۶: ۹). در عین حال، تغییرات آب و هوایی فشار فزاینده ای بر سیستم های آبی شهری وارد می کند، به عنوان مثال، با تشدید خطرات سیل به دلیل بالا آمدن سطح آب دریاها (هلگات و همکاران، ۲۰۱۳: ۱۰) و افزایش دفعات دوره های خشک طولانی مدت است (ایززلر و همکاران^{۱۱}، ۲۰۱۰: ۱۱). تغییرات اقلیمی باعث چالش های جدید و منحصربه فردی شده است که زندگی و معیشت را تهدید می کند. با توجه به افزایش خطرات و بی ثباتی ناشی از این تغییرات، افزایش توجه به سمت سازگاری و یا استراتژی هایی است که انسان را قادر می سازد تا از میان این تغییرات، به بهترین وجه به شکوفایی و ثبات قدم برسد. اگر چه تغییرات آب و هوا یک مشکل جهانی است که اغلب در سطح ملی مورد بحث قرار می گیرد، اما مناطق شهری به طور خاص یک نقش مجزا، انگیزه و ظرفیت متمایز برای سازگاری دارند. کلان شهرها به عنوان نقاط گره گاهی سیستم جهانی، تحت تأثیر مجموعه ای از تحولات کلان در مقیاس های محلی، ملی، منطقه ای و جهانی هستند که کمتر در کنترل تصمیم گیران و مدیران شهری قرار دارند. بر اساس پیش بینی سازمان ملل انتظار می رود تا سال ۲۰۵۰، ۷۰ درصد جمعیت جهان در شهرها زندگی کنند (سازمان ملل، ۲۰۱۲). تمرکز زیاد جمعیت در مناطق شهری تهدیدهایی را برای رفاه اقتصادی، اجتماعی و محیطی

¹- Khoshji & Akbari

²- Nguyen et al

³- King et al

⁴- Zhang et al

⁵- Paterson et al

⁶- Ki-moon et al

⁷- Narain et al

⁸- Sadoff et al

⁹- Varis et al

¹⁰- Hallegatte et al

¹¹- Isler et al

ایجاد می‌کند و فشارهایی را بر این سیستم وارد می‌آورد. افزایش جمعیت و نیاز شدید فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی به منابع آب برای توسعه، موجب افزایش مصرف آب در جهان شده است. تنها در طول قرن گذشته جمعیت جهان تقریباً ۴ برابر افزایش یافته است؛ درحالی‌که مصرف آب جامعه انسانی به ترتیب ۵، ۸ و ۱۰ برابر برای مصرف بخش‌های کشاورزی، صنعتی و شهری افزایش یافته است. بر این اساس امنیت آب تحت فشار افزایش مصرف در جهان قرار دارد (ناظمی و مدنی^۱، ۲۰۱۷: ۵). بدین ترتیب، کشورها ناگزیر به رویارویی رویارویی و پاسخگویی به تهدیدها و چالش‌هایی شده‌اند که تا پیش از این چندان اهمیت و جایگاهی نداشتند. این تهدیدات امنیتی غیر سنتی، توسعه، بقا و بهزیستی نوع بشر و دولت‌ها را با مخاطرات و چالش‌هایی جدی روبرو ساخته‌اند. قرار گرفتن ایران در کمربند خشک کره زمین به همراه کاهش ذخایر منابع آبی، موضوع تنش و کم‌آبی را به بحرانی جدی برای کشور تبدیل کرده است. ایران واقع در غرب آسیا و دومین کشور بزرگ خاورمیانه (بعد از عربستان سعودی) است. کشور ایران با بحران‌ها و مسائل متعددی مواجه است. خشک‌سالی، افزایش تقاضای آب، تخریب و سوء مدیریت منابع آب، مسائل و چالش‌های اجتماعی - اقتصادی جامعه را تحت فشار قرار داده و موجب نارضایتی گسترده‌تری از عوامل مدیریتی و حاکمیتی شده است. اگر چه هنوز اثرات آن مشخص نیست، تغییرات اقلیمی در آینده پیامدهای اجتماعی - اقتصادی بسیاری بالأخص در کلان‌شهرها را با خود به همراه خواهد آورد، این وضعیت می‌تواند تنش‌ها و ناهنجاری‌هایی را در بین سکونتگاه‌های شهری هم تشدید کند. آنچه در این پژوهش مدنظر است توجه به جنوب غرب کشور و استان خوزستان و کلان‌شهر اهواز است. استان خوزستان نیز از جمله استان‌های خشک ایران است این استان، با توجه به قرار گرفتن آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک غرب کشور در دهه‌های اخیر با مشکلات و مسائل عدیده‌ای همچون افزایش آلودگی زیست‌محیطی، کاهش توان اکولوژیکی، افزایش بار وارده به محیط‌زیست، مسائل و مشکلات اجتماعی - اقتصادی و از همه مهم‌تر ناتوانی متولیان شهری در تأمین و اداره شهر مواجه شده است که همگی مؤید ناپایدارتر شدن فضاهای اکولوژیک این کلان‌شهر است؛ بنابراین مسأله اصلی این پژوهش بررسی و تحلیل پیامدهای اجتماعی - اقتصادی تغییر اقلیم در محیط و فضاهای شهری کلان‌شهر اهواز است.

پیشینه‌ی تحقیق

با توجه به مباحث مطرح شده در حوزه پیامدهای اجتماعی - اقتصادی تغییرات اقلیمی در فضاهای شهری، برخی از مهم‌ترین پژوهش‌های انجام شده عبارت‌اند از:

مناطق شهری عرصه‌های اصلی چنین اقداماتی در زمینه تغییرات آب و هوایی هستند. دیدگاه‌ها و نظریات اخیر جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی چالش‌های موجود در شهرها را به دلیل تغییرات آب و هوایی مانند زیرساخت‌های آسیب دیده، مرگ‌ومیر ناشی از گرما، کمبود انرژی و کمبود آب و غذا نشان می‌دهد. مناطق شهری باید برای مواجهه با شوک ناشی از تغییرات آب و هوایی انعطاف‌پذیر شوند (لیچنکو و همکاران^۲، ۲۰۱۱: ۱۶۸-۱۶۴). گاسپر و همکاران^۳ (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای اثرات اقتصادی و اجتماعی تغییرات آب و هوایی بر مناطق شهری را مورد مطالعه قرار داد. مشکلات اجتماعی - اقتصادی و جمعیتی در برخی مناطق شهری آن‌ها را در برابر تغییرات آب و هوایی آسیب‌پذیرتر می‌کند. اهمیت حکمرانی برای مقابله با تغییرات آب و هوایی ضرورتی انکارناپذیر است.

میرزا باف و همکاران^۴ (۲۰۲۳) در پژوهشی به بررسی خطرات شدید تغییرات آب و هوایی برای امنیت غذایی و تغذیه پرداختند، این پژوهش از تعاریف مورد توافق بین‌المللی از خطرات برای امنیت غذایی و تغذیه برای توصیف میزان عواقب نامطلوب استفاده می‌کند. علاوه بر آن، این مطالعه شرایطی را ارزیابی می‌کند که تحت آن خطرات ناشی از تغییرات آب و هوایی برای امنیت غذایی و تغذیه بر اساس یافته‌های موجود در ادبیات با استفاده از سناریوهای مختلف تغییر آب‌وهوا و مسیرهای اجتماعی - اقتصادی مشترک می‌تواند تشدید

¹- Nazemi et al

²- Leichenko et al

³- gasper et al

⁴- mirzabaeve et al

شود. سرانجام، این تحقیق گزینه‌های سازگاری، از جمله اقدامات مدیریت نهادی و اقدامات حاکمیتی را ارائه می‌دهد که اکنون می‌تواند برای جلوگیری یا کاهش خطرات شدید آب‌وهوا برای امنیت و تغذیه غذایی آینده انسان انجام شود.

چنچن شی و همکاران^۱ (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای به بررسی اینکه تغییرات آب و هوایی چگونه بر زندگی شهری در چین تأثیر می‌گذارد، پرداخته است. هدف این مطالعه بررسی تغییرات زیست‌محیطی شهری در فرآیند آسیب‌های شهری و سازگاری تحت تأثیر تغییرات آب‌وهوا در کشور چین است. یک شاخص ترکیبی بر اساس مدل فشار-وضعیت-واکنش و سه تابع کلیدی شهری شامل معیشت، زیست‌محیطی و تابع تولید ساخته شد. این شاخص برای ارزیابی الگوی فضایی زیست‌محیطی شهری در ۲۹۰ شهر در سطح استانی در کشور چین مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان دهنده ناهمگونی فضایی زیست‌محیطی شهری در چین در سراسر قلمرو جغرافیایی، سلسله‌مراتب توسعه اداری و اقتصادی می‌باشد. همچنین نامناسب بودن عملکردهای شهری در شهرهای چین وجود دارد که تولید و معیشت در تسلط زیست‌پذیری شهری است. این امر مستلزم برنامه‌ریزان شهری و مدیرانی است تا با تقویت عملکرد اکولوژیکی شهری از طریق نوآوری فنی و تحول صنعتی که متناسب با نیازهای سازگاری با آب‌وهوا است، توجه کنند.

متیو و همکاران^۲ (۲۰۲۲) در تحقیقی به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر فضای پیرامون شهری و بیماری‌های عفونی نوظهور پرداختند. نتایج این مطالعه بیانگر این است که تغییرات آب و هوایی با جابجایی مردم و سایر گونه‌ها به مناطق حاشیه شهری مرتبط است و در نتیجه فرصت‌های انتقال بیماری مشترک بین انسان و دام را افزایش می‌دهد. فضای پیرامون شهری چه ساحلی یا داخلی که با منابع کم و خدمات ناکافی مشخص می‌شود، معمولاً در برابر تأثیرات اقلیمی فزاینده از جمله رویدادهای شدید آب و هوایی، افزایش سطح دریا، سیل، فرسایش، خشک‌سالی، شور شدن و امواج گرما آسیب‌پذیر است که باعث ایجاد شرایط اجتماعی - اکولوژیکی که در معرض شیوع (بیماری‌های عفونی در حال ظهور) است.

سیشفر^۳ (۲۰۲۲) در پژوهشی تحت عنوان تغییرات آب‌وهوا: امنیت انسانی بین درگیری و همکاری پرداختند، در این مطالعه تحقیقات شرایط و مکانیسم‌هایی را که بر وضعیت آب‌وهوا - امنیت و امنیت تأثیر می‌گذارد، شناسایی کرده‌اند و غالباً پیوندهای قابل‌توجهی بین متغیرهای آب‌وهوا و درگیری پیدا می‌کند. مطالعات دیگر سؤالاتی را مطرح می‌کنند و شرایط اقتصادی و سیاسی را مسئول درگیری یا همکاری می‌کنند. جوامع شکننده با توسعه انسانی پایین، تقسیمات مربوطه و نابرابری‌ها به‌طور کلی در برابر آب‌وهوا و خطر درگیری آسیب‌پذیرتر هستند که می‌تواند مهاجرت را تشدید کند و به ماریج‌های رو به پایین خشونت و بی‌ثباتی اجتماعی کمک کند. برای مهار حلقه‌های معیوب، استراتژی‌های یکپارچه برای حلقه‌های مطلوب توسعه پایدار، همکاری و ایجاد صلح محیطی هدف قرار می‌گیرند.

سلیمی و قامدی (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیرات تغییر اقلیم بر زیرساخت‌های حیاتی شهری و استراتژی‌های تاب‌آوری شهری برای خاورمیانه پرداختند. هدف اصلی این مطالعه بررسی تأثیرات کلیدی تغییر اقلیم در مناطق شهری خاورمیانه، آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها و سیستم‌های حیاتی شهری است و توسعه استراتژی‌های سازگاری با تغییرات آب و هوایی برای ایجاد محیط‌های شهری قوی‌تر که در برابر رویدادهای تدریجی ناشی از تغییرات آب و هوایی و رویدادهای شدید انعطاف‌پذیر باشند. با آماده‌سازی کارآمد برای تهدیدات قریب‌الوقوع ناشی از تغییرات آب و هوایی، می‌توان ثبات اجتماعی و اقتصادی را حفظ کرد و رشد را در یک محیط در حال تغییر امکان‌پذیر کرد. با توجه به آسیب‌پذیری شهر دوحه در برابر دمای شدید حباب خشک و مرطوب، وضعیت آن از نظر آب‌وهوای پیش‌بینی‌شده در آینده برجسته شده است.

خاوریان گرمسیر و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی به بررسی اثرات تغییر اقلیم، تخریب محیط‌زیست و محرک‌های مهاجرت در کوچک شدن بافت شهرها: مطالعه موردی استان خوزستان، ایران پرداختند. با بررسی نقش عوامل مختلف در مهاجرت به خارج از شهرهای کوچک استان خوزستان، این مطالعه نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی و تخریب محیط‌زیست تأثیر قابل‌توجهی بر مهاجرت به خارج از کشور دارد. به طور کلی این عوامل محیطی اثرات مستقیم و غیر مستقیم دارند. اولی که از طریق تحلیل کمی ثابت می‌شود، نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی و محیطی آن‌قدر تأثیرگذار است که سکونت انسان را در این منطقه از خاورمیانه به خطر بیندازد؛ بنابراین، با رسیدن به آستانه خطر، مردم به‌طور فزاینده‌ای متقاعد می‌شوند که شهرهای کوچک‌شده را ترک کنند. علاوه بر این، میزان تأثیر تغییرات

¹ - chenchen shi et al

² - matthew et al

³ - seishfer

محیطی در تشدید رکود اقتصادی، بیکاری، اعتیاد، فساد، خشونت، جرائم و اختلال در زیرساخت‌های شهری در این منطقه اهمیت تأثیرات غیرمستقیم تغییرات اقلیمی و محیطی را در مهاجرت از شهرهای کوچک استان خوزستان نشان می‌دهد.

تورد کیلستروم و همکاران^۱ (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای به بررسی تهدیدات تغییرات آب و هوایی برای سلامت و رفاه جمعیت: ضرورت راه‌حل‌های حفاظتی که ماندگار خواهند بود، پرداختند. در این مطالعه ضروری است که اقدامات و راهبردهایی را شناسایی کنیم که در کاهش این تهدیدات احتمالی فزاینده برای سلامتی و رفاه مؤثر باشد. استراتژی پیشگیرانه اساسی، البته، کاهش تغییرات آب و هوایی با کاهش قابل توجه انتشار گازهای گلخانه‌ای جهانی، به‌ویژه دی‌اکسید کربن طولانی اثر (CO₂) و افزایش جذب CO₂ در سطح زمین است. این شامل تغییرات فوری در تولید انرژی از سوخت‌های فسیلی به منابع انرژی تجدید پذیر، صرفه‌جویی در انرژی در طراحی ساختمان و برنامه‌ریزی شهری و کاهش اتلاف انرژی برای حمل‌ونقل، گرمایش/ سرمایش ساختمان و کشاورزی است. همچنین شامل تغییراتی در تولید کشاورزی و سیستم‌های غذایی برای کاهش مصرف انرژی و آب به‌ویژه در تولید گوشت می‌شود. همچنین پتانسیل پیشگیری از طریق اقدامات کاهش، انطباق، یا ایجاد تاب‌آوری وجود دارد، اما برای جمعیت بزرگ کشورهای گرمسیری، کاهش تغییرات آب‌وهوا برای دستیابی به راه‌حل‌های حفاظت از سلامت که پایدار خواهد بود، مورد نیاز است.

مرادی و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی به بررسی چارچوب مفهومی سنجش و ارزیابی امنیت آب شهری (مورد مطالعه: کلان‌شهر اهواز) پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که طی روند زمانی (۱۳۴۵ - ۱۴۰۰) تغییراتی در پارامترهای اقلیمی مذکور بر شهر اهواز در وجه کاهش بارش و کاهش میزان دبی، خود را نشان داده است و پیامدهایی را برای کلان‌شهر اهواز در پی داشته است.

ملکی و همکاران (۱۴۰۲) در مطالعه‌ای به بررسی و ارزیابی امنیت اجتماعی کلان‌شهرها در شرایط تغییر اقلیم (مورد مطالعه: کلان‌شهر اهواز) پرداختند. نتایج این مطالعه گویای این واقعیت است که تغییرات اقلیمی، پیامدهایی در ابعاد اجتماعی، اقتصادی، سیاسی - امنیتی را به دنبال دارد. این تغییرات دارای تعاملات پیچیده‌ای با یکدیگر هستند به‌نحوی که ابعاد مذکور اثرات یکدیگر را بر روی کاهش کیفیت زندگی و افزایش فقر و بیکاری تشدید می‌نمایند. به این معنا که پدیده تغییر اقلیم منجر به پدید آمدن آثار و عواملی شده که هر کدام به‌نوعی امنیت اجتماعی را تحت تأثیر قرار داده است: از بین رفتن زیرساخت‌ها، افزایش مخاطرات، انتقال بیماری‌ها و در نهایت افزایش مهاجرت‌ها در شهر اهواز را در پی داشته است و زمینه را برای ناآرامی‌ها، عدم ثبات و پایداری سکونتگاه‌ها فراهم می‌کند.

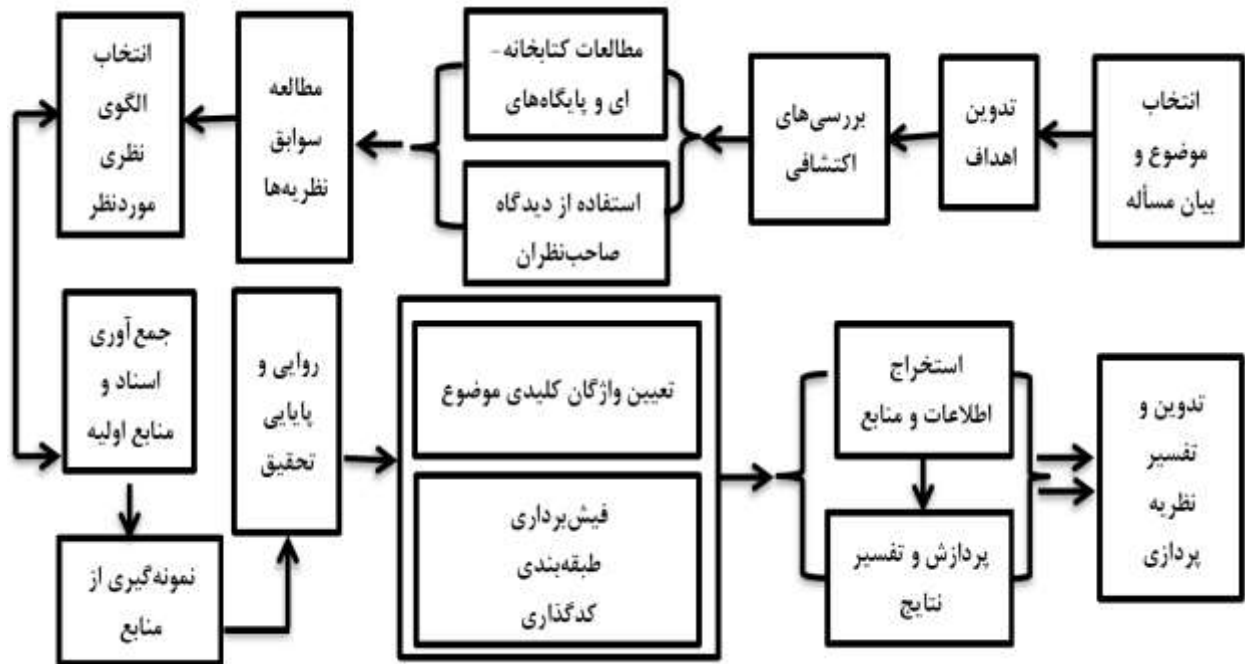
کرمی، صادق (۱۳۹۹) در پژوهشی تحت عنوان بازکاوی پیامدها و شیوه‌های مدیریت تغییرات اقلیمی (نمونه موردی: حوضه آبریز مرکزی ایران) پرداختند، یافته‌های پژوهش حاکی از این است که تغییرات اقلیمی در حوزه آبریز مرکزی در ابعاد گوناگون بر زیست جامعه و کشور مؤثر افتاده به‌گونه‌ای که در صورت تداوم روند موجود تمدن ایرانی را دچار چالش راهبردی خواهد کرد. بدین منظور در پایان کار پژوهش، حکمرانی خوب آب، به‌عنوان بهترین راه مقابله و کنترل پیامدهای منفی تغییرات اقلیمی بر حوضه آبریز مرکزی به‌طور ویژه و ایران به‌طور عام استدلال شده است.

روش پژوهش

هر پژوهشی بسته به موضوع مورد بررسی نیاز به آزمون‌هایی دارد تا بر اساس آن‌ها به تجزیه و تحلیل داده‌های مورد استفاده بپردازد. پردازش آمارها به دو صورت توصیفی و استنباطی است و برای تحلیل آن‌ها از آزمون‌های پارامتریک و نا پارامتریک استفاده شده است. این پژوهش از نظر هدف کاربردی و به لحاظ داده کمی - کیفی (آمیخته) محسوب می‌شود و بر مبنای روش توصیفی تحلیلی بنا نهاده شده است. بخشی از جمع‌آوری داده‌ها از طریق مطالعات اسنادی و سالنامه‌های آماری و بخشی دیگر با استفاده از نظرات نخبگان و متخصصان استان خوزستان (شهر اهواز)، تهیه خواهد شد. چون روش مطالعه این تحقیق یک روش (ترکیبی) می‌باشد. برای تکمیل اطلاعات پژوهش با استفاده از پرسشنامه طراحی شده هم از روش نمونه‌گیری هدفمند (بین خبرگان، نخبگان و کارشناسان) استفاده شد. تعداد نمونه (۳۵ نفر) نیز با توجه به روش تحقیق مورد نظر که از روش نمونه‌گیری هدفمند استفاده شد تا زمان به اشباع رسیدن تئوری ادامه یافت. در بخش دوم روش نمونه‌گیری برای توزیع پرسشنامه‌ها روش نمونه‌گیری گلوله برفی و دیگر روش‌های نمونه‌گیری مرتبط با حیطه تحقیق بوده است.

¹ - Kilstrom

روش‌شناسی انجام پژوهش بر مبنای آزمون آماری و مدل‌سازی کیفی با رویکرد سیستمی می‌باشد. در پژوهش حاضر جهت تحلیل روند تغییرات پارامترهای اقلیمی داده‌های زمینی شامل آمار میانگین (دما، بارش، رطوبت و سرعت باد) برای یک دوره حداقل ۳۰ و ۴۰ ساله ایستگاه سینوپتیک اهواز که از سازمان هواشناسی کشور و همچنین از سازمان آب منطقه‌ای خوزستان تهیه و با استفاده از آزمون آماری من-کندال مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه با بهره‌گیری از علم پویایی سیستم به بررسی روابط علی و معلولی بین متغیرها و مدل‌سازی ساختاری پیامدهای تغییرات اقلیمی در نرم‌افزار Vensim پرداخته شده است. در شکل شماره (۱) فرایند روش تحقیق اسنادی این پژوهش آورده شده است. به این ترتیب که بعد از گزینش رویکرد نظری، اسناد عمده‌تأثیر جمع‌آوری شده و نمونه‌گیری از منابع صورت گرفته است.



شکل ۱. چارچوب پژوهش (مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳).

موقعیت محدوده مورد مطالعه

قلمرو جغرافیایی پژوهش حاضر، کلان‌شهر اهواز (مرکز استان خوزستان) می‌باشد. اهواز پرجمعیت‌ترین شهر استان خوزستان است که جمعیت آن طبق آمار رسمی سال ۱۳۹۵ برابر ۱۱۸۴۷۸۸ نفر و ۱۲۶۲۵۸۱ برآورد (برآورد ۱۴۰۰) می‌باشد (معاونت برنامه‌ریزی و توسعه سرمایه انسانی شهرداری اهواز، ۱۴۰۰). اهواز در موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۶۵ دقیقه طول شرقی، در بخش جلگه‌ای خوزستان واقع شده است (صیدی و گندم‌کار، ۱۴۰۰). این شهر که در استانی نفت‌خیز هم‌مرز با عراق و کویت قرار دارد، موقعیت ژئوپلیتیکی قابل توجهی دارد (علیزاده و شریفی^۱، ۲۰۲۰). کلان‌شهر اهواز به هشت منطقه شهری تقسیم شده است که اطلاعات تقسیمات کالبدی آن در جدول (۱) و موقعیت جغرافیایی شهر در شکل (۲) نشان داده شده است.

جدول ۱. تقسیمات کالبدی شهر اهواز

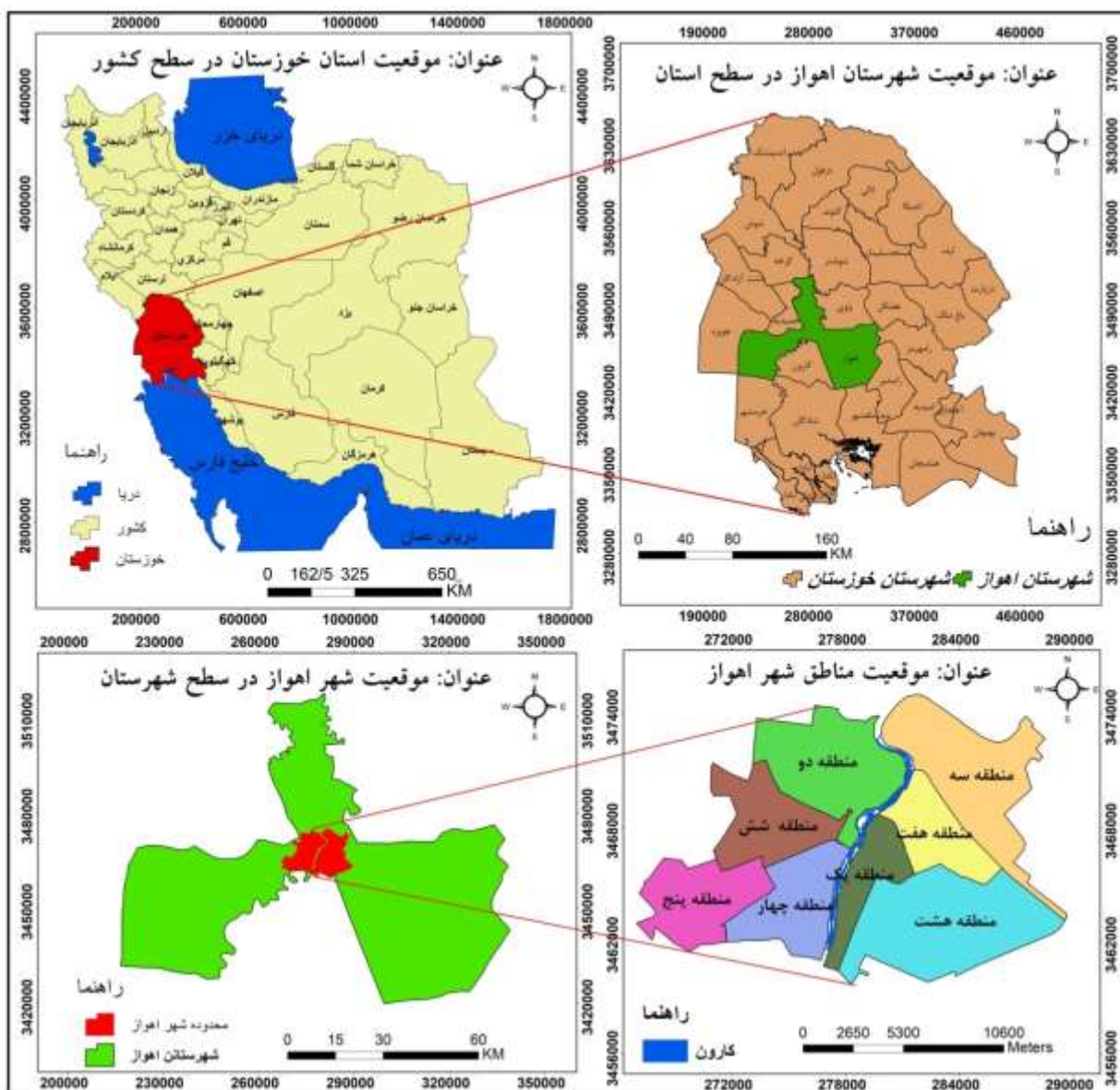
منطقه	مساحت	جمعیت ۱۳۹۵	برآورد جمعیت ۱۴۰۰
منطقه ۱	۱۱۰۲۶	۱۳۹۴۲۷	۱۴۸۵۸۳
منطقه ۲	۲۹۱۳۰۸	۱۰۲۲۷۴	۱۱۴۳۱۷
منطقه ۳	۳۱۸۱۳۶	۱۷۶۱۶۷	۱۸۷۷۳۵
منطقه ۴	۲۵۲۷۰۹	۱۵۳۳۱۳	۱۶۳۳۸۰
منطقه ۵	۲۱۵۴۷۴	۱۰۵۴۷۷	۱۱۲۴۰۲

^۱ - Alizadeh & Sharifi

منطقه ۶	۲۱۱۰۵۳	۱۶۵۱۱۰	۱۷۵۹۵۱
منطقه ۷	۱۷۱۸۷۱	۱۴۶۲۱۸	۱۵۵۸۱۹
منطقه ۸	۳۰۹۱۱۱	۱۹۱۸۰۲	۲۰۴۳۹۴
مجموع	۱۸۸۰۶۴۴	۱۱۸۴۷۸۸	۱۲۶۲۵۸۱
رودخانه	۶۸۷۵۷	-	-
محدوده قانونی شهر	۱۹۴۹۴۰۱	-	-

(منبع: معاونت شهرسازی و معماری شهرداری اهواز- استانداری خوزستان، دفتر آمار و اطلاعات)

جمعیت بر اساس محدوده مصوب استانداری (آمارنامه کلان‌شهر اهواز، ۱۴۰۲).



شکل

۲. موقعیت جغرافیایی شهر اهواز (ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۳).

ویژگی‌های پاسخگویان

یافته‌های توصیفی مربوط به متغیرهای جمعیت شناختی پژوهش نشان داده است که ۵۴ درصد پرسش‌شوندگان را مرد و ۴۶ درصد آن‌ها را زنان تشکیل داده‌اند. در میان گروه‌های سنی، بالای ۵۵ سال با ۷ درصد و بین ۲۱ تا ۴۰ سال ۵۶/۵ درصد به ترتیب کم‌ترین و

بیشترین حجم نمونه‌ی آماری را در بر می‌گیرند. در میان پاسخ‌دهندگان ۳۱ درصد دارای مدرک کارشناسی، ۴۳ درصد دارای مدارک کارشناسی ارشد و ۲۶ درصد مابقی دارای تحصیلات بالاتری بوده‌اند که بیانگر اطمینان بسیار بالا از میزان درک پاسخگویان نسبت به موضوع پژوهش است. همچنین ۳۵/۴ درصد پاسخگویان مجرد و ۶۴/۶ درصد آن‌ها متأهل بوده‌اند. پاسخگویان در بخش دوم این پژوهش در پاسخ به پیامدهای ساختاری تغییرات اقلیمی در کلان‌شهر اهواز کدام‌ها هستند. شاخص‌ها و ابعاد موضوع مورد مطالعه در پاسخ به سوال مذکور با استفاده از روش پویایی سیستم در ادامه این مبحث آورده شده است. مشخصات پاسخگویان در جدول شماره (۲) در زیر آورده شده است.

جدول ۲. یافته‌های توصیفی مربوط به متغیرهای جمعیت شناختی پژوهش

متغیرهای توصیفی	نوع	تعداد	درصد
جنس	مرد	۱۹	۰/۵۴
	زن	۱۶	۰/۴۶
تحصیلات	لیسانس	۱۱	۳۱/۴
	فوق لیسانس	۱۵	۴۲/۸
	بالاتر	۹	۲۵/۷
شغل	کارمند	۱۴	۰/۴۰
	دانشگاهی	۹	۲۵/۷
	سایر	۱۲	۳۴/۳

ماخذ: (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳).

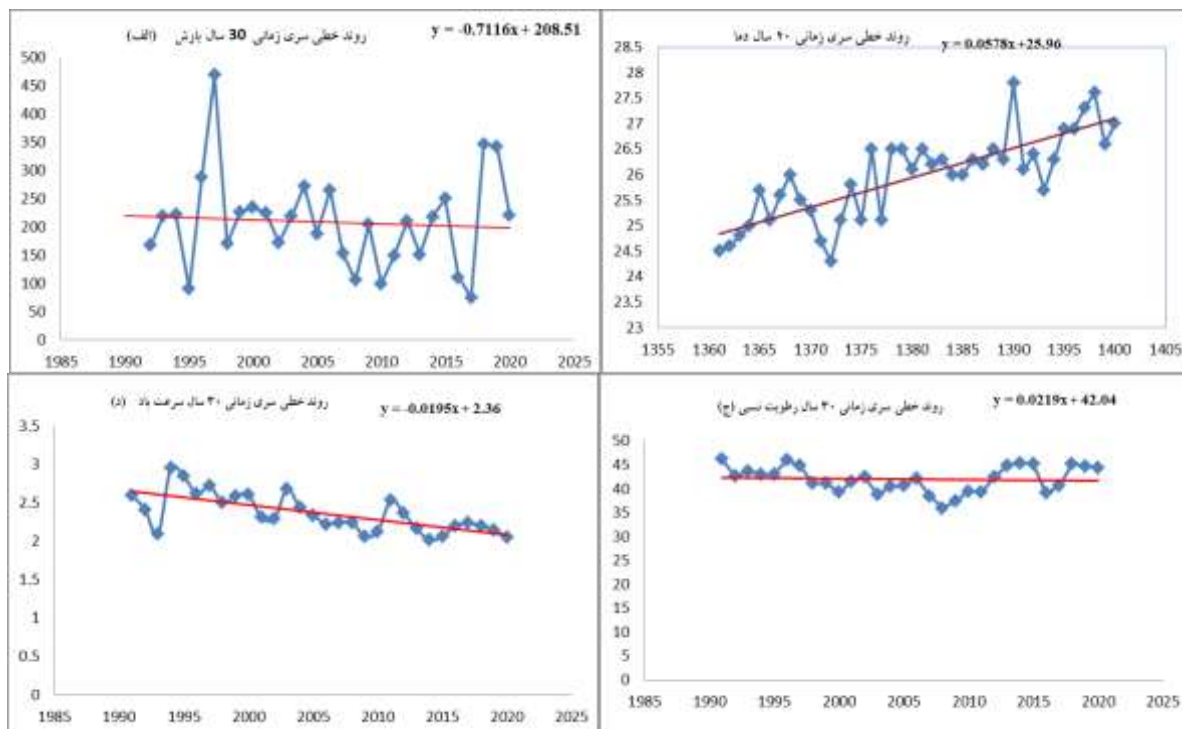
یافته‌های پژوهش

بسیاری از بحث‌های عمومی پیرامون تغییرات آب و هوایی بر این موضوع متمرکز شده است که کره زمین در قرن آینده چقدر گرم خواهد شد؛ اما تغییرات آب و هوایی فقط به دما محدود نمی‌شود. تغییرات اقلیمی می‌تواند بر شدت و فراوانی بارش نیز تأثیر بگذارد، بدین‌صورت که بارش شدید منجر به سیلاب شهری می‌شود و کاهش بارش نیز کمبود آب و خشک‌سالی را در پی دارد (شوسر و همکاران^۱، ۲۰۱۰). شهر اهواز بارندگی‌های خود را عمدتاً از فعالیت‌های سیستم‌های مدیریتانه‌ای و گاه از فعالیت کم- فشارهای سودانی و کم‌فشارهای تشکیل شده بر روی صحرای عربستان دریافت می‌دارد. مهم‌ترین ویژگی‌های بارندگی در شهر اهواز، باران‌های رگباری، درشت‌دانه و سریع هستند که ظرف مدت کمی باعث آب‌گرفتگی و سیلاب می‌شوند.

با توجه به اهمیت تغییرپذیری پارامترهای اقلیمی، ارزیابی سالانه برای داده‌های مشاهداتی بارش (میلی‌متر) و دما (سانتی‌گراد) با استفاده از آزمون من کندال در ایستگاه سینوپتیک اهواز طی دوره‌ی (۳۰ و ۴۰) ساله مورد بررسی قرار گرفت. روند تغییرات این عناصر اقلیمی دما به صورت افزایشی و بارندگی به صورت کاهشی بوده است. طبق بررسی داده‌ها پارامتر اقلیمی بارش، طی روند ۳۰ ساله (۱۳۷۰-۱۴۰۰) با میانگین (۲۰۸/۵۱) میلی‌متر نشان داده شده است، بیشترین میزان بارش مربوط به سال ۱۹۹۷ با ۴۶۸/۵ میلی‌متر و کمترین میزان بارندگی با ۷۴/۵۴ میلی‌متر مربوط به سال ۲۰۱۷ می‌باشد. روند خطی سری زمانی داده‌های بارش در ایستگاه اهواز روند کاهشی را نشان می‌دهد. شکل (الف) در زیر روند تغییرات زمانی پارامتر اقلیمی بارش (میلی‌متر) در ایستگاه سینوپتیک اهواز نشان داده شده است.

بر طبق بررسی داده‌های اقلیمی میانگین ۴۰ ساله دما ۲۵/۹۶ میلی‌متر بوده است، در طی این سال‌ها حداقل دما با ۲۴/۳ درجه سانتی‌گراد مربوط به سال ۱۳۷۲ و بیشترین میزان دما با ۲۷/۸ درجه در سال ۱۳۹۰ اتفاق افتاده است. در بررسی سری زمانی دما معلوم گردید هر ساله به دمای میانگین شهر افزوده شده است که با توجه به گرمایش جهانی رخ داده در جهان می‌توان افزایش روندهای مثبت در شاخص دما را توجیه کرد. با توجه به نمودار شکل (ب)، بررسی روند تغییرات زمانی پارامتر اقلیمی دما در کلان‌شهر اهواز نشان می‌دهد. روند تغییرات زمانی دما، بارش، دبی با استفاده از روش من-کندال در شکل (۳) در زیر نشان داده شده است.

¹ - Schauser et al



شکل (۳) روند تغییرات دما، بارش، رطوبت و سرعت باد با استفاده از روش من-کندال (منبع: نویسندگان، ۱۴۰۳)

پیامدهای ساختاری تغییر اقلیم در شهر اهواز

در این بخش از پژوهش به ارزیابی پیامدهای تغییرات اقلیمی بر کلیه ابعاد اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و زیست‌محیطی، پرداخته شده است. بررسی پیامدهای تغییرات اقلیمی بر ابعاد مختلف شهری به تصمیم‌گیرندگان جامعه محلی کمک می‌کند که درک کنند چگونه اثرات تغییر اقلیم بر سایر عناصر و ابعاد و سیستم‌های پیچیده اقتصادی، اجتماعی، بوم‌شناختی و ... سرازیر می‌شوند. جهت بررسی پیامدهای تغییرات اقلیمی در شهر اهواز از روش پویایی سیستم از نرم‌افزار و نسیم^۱ استفاده شده است. در مدل پویایی سیستم نمودار علت و معلولی از متغیرهایی که توسط پیکان به هم متصل شده‌اند تشکیل شده است. پیکان‌ها نشان دهنده اثر متغیرها بر یکدیگر است. هر دیاگرام تأثیر با یک نشانه مثبت (+) یا منفی (-) نشان داده می‌شود. در صورتی علامت یک نمودار اثر مثبت است که افزایش در یک متغیر موجب افزایش متغیر دیگر شود و کاهش در یک متغیر موجب کاهش در متغیر دیگر شود (بازخورد مثبت) که در این پژوهش پیکان با رنگ قرمز نشان داده شده است و علامت نمودار در صورتی منفی است که افزایش در یک متغیر موجب کاهش در متغیر دیگر شود و بالعکس (بازخورد منفی) که پیکان با رنگ آبی نشان داده شده است. همان‌طور که مدل کیفی ارائه شده نشان می‌دهد عوامل متعددی در روند شکل‌گیری پیامدها تأثیرگذار هستند که پیامدها خود نیز عامل به وجود آمدن مشکلات دیگری در شهر نیز می‌توانند باشند شکل (۴ و ۵).

^۱ - Vensim



در شکل (۵) نحوه تأثیر هر یک از عوامل بر روی یکدیگر و همچنین تأثیر نهایی که برای یک شهر می‌تواند داشته باشند، نشان داده شده است. با بررسی مهم‌ترین عناصر آب‌وهوایی در چند دهه اخیر به سادگی می‌توان به تغییرات اقلیمی در کلان‌شهر اهواز پی برد. افزایش دما، کاهش بارش، سیل، گردوغبارها، خشک‌سالی و سایر عوامل در بسیاری از پژوهش‌های صورت گرفته رخمون است. نتایج پژوهش و بررسی روابط بین عوامل اثرگذار و ابعاد اثرپذیر حاکی از این می‌باشد که با افزایش دما و کاهش بارندگی در نتیجه تغییرات اقلیمی انسان ساخت، خشک‌سالی به یک موضوع جدی تهدید کننده حیات تبدیل شده و همچنین باعث کاهش موجودی منابع آب می‌شود. یکی از پیامدهای تغییرات اقلیمی در شهر اهواز می‌توان به بخش کشاورزی اشاره نمود. کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های

اقتصادی یک منطقه به شمار می‌آید و بازده تولید محصولات کشاورزی تا حدود زیادی با شرایط اقلیمی در ارتباط است. افزایش دما، نیاز به آب را به‌ویژه در بخش کشاورزی افزایش می‌دهد و کاهش نزولات جوی، تغییر رژیم بارش، کاهش تغذیه آبخوان‌ها و سفره‌های آب زیرزمینی و بهره‌برداری بیش‌ازحد آن‌ها منجر به کاهش منابع آب ذخیره در لایه‌های زیرین زمین شده است. در پی خشک‌سالی و کاهش بارندگی، میزان روان آب‌ها کاهش یافته و غلظت املاح موجود در رودها افزایش می‌یابد و این امر علاوه بر کاهش وسعت زمین‌های زیر کشت، منجر به افزایش شوری زمین‌های زراعی می‌گردد و در نتیجه میزان تولید محصولات کشاورزی کاهش خواهد یافت. همچنین در سال‌های اخیر به دلیل انتقال آب، سدسازی‌ها و خشک شدن تالاب‌ها، استان خوزستان و نیز شهر اهواز با بحران کم‌آبی مواجه شده و در نتیجه‌ی این امر امنیت غذایی و اقتصاد شهر به مخاطره افتاده است. منابع آب علاوه بر تأمین آب آشامیدنی و کشاورزی، جهت صنایع از تأمین برق، پتروشیمی، پالایشگاه و دیگر صنایع بزرگ و کوچک استفاده می‌شود. کاهش منابع آب میزان انرژی تولیدی در نیروگاه‌های برق آبی را کاهش داده و کاهش منابع آب صنایع منجر به کاهش فعالیت واحدهای صنعتی شده و میزان بیکاری را افزایش می‌دهد. از دیگر پیامدهای مهم تغییرات اقلیمی در شهر اهواز می‌توان به خسارات اجتماعی و انسانی که این پدیده‌ها به بار می‌آورند اشاره نمود. کمبود منابع آب، فرسایش شدید و کاهش حاصلخیزی خاک به دنبال آن بحران و ناامنی غذایی می‌تواند به مناقشات امنیتی منجر شود که در شهر اهواز بحران کم‌آبی همواره زمینه‌ساز بروز خشونت‌ها، آشوب‌ها و برانگیخته شدن برخوردهای قومی و مناقشات سیاسی (در زمینه انتقال آب) بوده است. در زمینه بحران ریزگردها در شهر اهواز می‌توان به مهاجرت از منطقه، کاهش بازدهی محصولات کشاورزی، افزایش ناراضی‌ها از عملکرد دولت، کاهش حاصلخیزی خاک و ... به عنوان مهم‌ترین پیامدهای امنیتی بحران ریز گرد اشاره نمود. از طرفی دیگر اهواز با بحران آلودگی محیط‌زیست روبرو است که در طی زمان بشدت افزایش یافته است. صنایع بزرگ از جمله صنعت فولاد، تأسیسات شرکت نفت، فعالیت‌های حفاری و استخراج نفت و سوزاندن میدان‌های نیشکر از مهم‌ترین آلاینده‌های هوای اهواز هستند. آلودگی هوا علاوه بر تخریب محیط‌زیست و آسیب‌های اقتصادی، خطرات جدی برای سلامت انسان به همراه دارد. از طرف دیگر اهواز یکی از گرم‌ترین شهرهای جهان است که استرس گرمایی به طرز قابل توجهی خطر مرگ‌ومیر قلبی-عروقی، بیماری‌های ایسکمیک قلبی و مرگ‌ومیر ناشی از بیماری عروق مغزی را افزایش می‌دهد.

جدول ۳. عوامل اثرگذار و پیامدهای تغییرات اقلیمی در شهر اهواز

عوامل اثرپذیر	جهت	پیامدهای تغییر اقلیم
اجتماعی	افزایشی +	افزایش خشک‌سالی، افزایش بحران آب، افزایش مهاجرت‌ها، انتقال بیماری‌ها، افزایش آلودگی‌ها، اختلال در عملکردها، تشدید خشک شدن دشت‌های پیرامونی، بی‌عدالتی و نابرابری، افزایش فقر، افزایش استرس و فشار روانی
	کاهشی -	کاهش کیفیت زندگی، کاهش سطح توسعه شهر، پایین آمدن سطح بهداشت و سلامتی جامعه، کاهش خدمات‌دهی، کاهش رفاه، افزایش ناهنجاری‌ها، افزایش حاشیه‌نشینی
اقتصادی	افزایشی +	افزایش خشک‌سالی، افزایش بیکاری، افزایش هزینه‌های اقتصادی، تقاضای انرژی، افزایش مصرف انرژی
	کاهشی -	کاهش وسعت زمین‌های زیر کشت، کاهش فعالیت‌های صنعتی، کاهش تولید محصولات کشاورزی، کاهش اشتغال
امنیتی	افزایشی +	امنیت غذایی، تهدید نواحی صنعتی، قطع شبکه تأمین مواد غذایی، مناقشات، خشونت و درگیری، ریسک سرمایه‌گذاری، تخلیه سکونتگاه‌ها، ناامنی
	کاهشی -	اخلال در حمل‌ونقل، اخلال در معیشت، پناهندگی، کاهش مشارکت، شکاف دولت - ملت
زیست‌محیطی	افزایشی +	امواج گرما، افزایش تبخیر منابع آب سطحی، بدتر شدن کیفیت هوا
	کاهشی -	کاهش منابع آب، کاهش میزان رواناب‌ها، کاهش ذخایر آب، کاهش دبی رودخانه، کاهش تغذیه آبخوان‌ها، کاهش سطح آب در لایه‌های زیرین

منبع (یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۳)

تغییرات اقلیمی به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های بشر در عصر حاضر بر تمام ارکان زندگی بشر در سراسر جهان تأثیرگذار می‌باشد. میزان و نوع تأثیر تغییرات در همه مناطق به یک‌شکل نبوده است. بخش‌هایی که به طور مستقیم تحت تأثیر پارامترهای اقلیمی (دما، بارش) هستند مانند کشاورزی، انرژی، منابع آب و محیط زیست بشدت تحت تأثیر قرار می‌گیرند و اثرات غیرمستقیم بر ابعاد مهم جامعه شهری (اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی) دارند. همان‌طور که در شکل (۵) به روابط علت و معلولی متغیرها پرداخته و در جدول

(۳) اشاره شده است هر یک از عوامل اثرگذار بر تغییرات اقلیمی در شهر اهواز پیامدهایی را در پی داشته، اما آنچه نتایج نشان می‌دهد این مهم است که تغییرات رخ داده بیشتر از نوع هم‌جهت بوده به این معنا که افزایش دما منجر به افزایش پیامدها شده، در مقابل کاهش بارندگی منجر به کاهش منابع شده و در نتیجه این تغییرات پیامدهایی همچون افزایش بیکاری، کاهش کیفیت زندگی، کاهش تاب‌آوری شهر و در نهایت افزایش مهاجرت‌های اقلیمی در کلان‌شهر اهواز را در پی داشته است و محیط شهری برای سازگاری با تغییرات اقلیمی مجهز نمی‌باشد.

نتیجه‌گیری

تغییرات اقلیمی یک تهدید جدی برای توسعه پایدار شهری است و بسیاری از شهرها را در معرض خطر قرار می‌دهد. چنین تغییراتی پیامدهای مختلفی بر امنیت آب دارد، به‌ویژه در مناطق شهری که به شدت با جمعیت انسانی و فعالیت‌های اقتصادی-اجتماعی متمرکز هستند. صدها میلیون شهرنشین در کشورهای کم درآمد و متوسط در معرض خطر تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم تغییرات آب و هوایی هستند.

علاوه بر این، تغییرات آب و هوایی این پتانسیل را دارد که فشار اقتصادی و اجتماعی بیشتری را بر آن و همه کشورهای خاورمیانه تحمیل کند؛ بنابراین، اینکه تغییرات آب و هوایی آینده چگونه با شرایط اجتماعی-اقتصادی و سیاسی منطقه تعامل خواهد داشت، موضوع مهمی است. تغییرات آب و هوایی همچنین دارای پتانسیل تشدید مسائل اجتماعی و اقتصادی موجود پیش روی مناطق شهری (مانند شهرنشینی سریع، فقر، حاشیه‌نشینی، بحران کم‌آبی) است.

این پژوهش پیامدهای تغییر اقلیم را برای رفاه اجتماعی و توسعه در مناطق شهری، با تمرکز ویژه بر درک تأثیرات تغییرات آب و هوایی بر آسیب‌پذیرترین جمعیت‌ها، در نظر می‌گیرد. از توصیف خطرات مرتبط با آب‌وهوا فراتر می‌رود و به ارزیابی پیامدهای دقیق‌تر برای روابط اجتماعی، معیشت و ارائه خدمات اجتماعی و زیرساختی به گروه‌های کم‌درآمد و به‌ویژه آسیب‌پذیر می‌پردازد. یکی از جنبه‌های مهم ماهیت اجتماعی تغییر اقلیم، تأثیرات متفاوت آن بر ساکنان است، پدیده‌ای که به‌تازگی وارد گفتمان تغییرات آب و هوایی شده است. تأثیرات اجتماعی تغییرات آب و هوایی آن‌هایی هستند که مستقیماً بر سلامت جسمی و روحی ساکنان تأثیر می‌گذارند، از جمله تأثیرات بهداشتی، کمبود آب و غذا، تأثیرات معیشتی و جابجایی‌ها. زیان‌های اقتصادی ناشی از رویدادهای اقلیمی منابع موجود برای رسیدگی به مسائل اجتماعی را کاهش می‌دهد. با تأثیرگذاری بر این منابع، رویدادهای مرتبط با تغییرات اقلیمی می‌تواند تهدیدی جدی برای معیشت شهری باشد. درعین حال، برخی از ویژگی‌های اجتماعی-اقتصادی و جمعیتی، به‌ویژه فقر، می‌تواند آسیب‌پذیری یک شهر را در برابر رویدادهای مشابه افزایش دهد.

پژوهش حاضر از نوع کاربردی - نظری و از حیث ماهیت و روش توصیفی - تحلیلی و اکتشافی می‌باشد. گردآوری داده‌ها و اطلاعات، به‌وسیله مطالعه منابع کتابخانه‌ای - اسنادی برداشت‌های میدانی و مراجعه به سازمان‌ها در شهر اهواز صورت گرفت. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از مدل‌های کمی، نرم‌افزاری، تحلیل آماری و تحلیل ساختاری استفاده شده است. در بخش نخست این پژوهش، به‌منظور تحلیل روند تغییرات اقلیمی در کلان‌شهر اهواز پارامترهای مهم (دما، بارش، رطوبت و سرعت باد) ایستگاه سینوپتیک اهواز، طی بازه زمانی مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت و روند زمانی تغییرات پارامترهای اقلیمی مذکور با استفاده از آزمون ناپارامتری من-کندل در سری زمانی سالانه طی دوره آماری مورد مطالعه محاسبه گردید. به طوری که یافته‌ها بیانگر آن است بارندگی سالانه در ایستگاه اهواز طی روند ۳۰ ساله با میانگین بارش (۲۰۸/۵۱) میلی‌متر و کاهش حدود (۰/۷۱۱) میلی‌متر در هر سال، روند کاهشی داشته است. در طی این سال‌ها حداکثر میزان بارش در سال‌های ۱۳۷۶، ۱۳۷۹ به ترتیب حدود (۴۶۸) و (۲۹۹) میلی‌متر بوده است. همچنین پارامتر اقلیمی دما با میانگین ۲۵/۹۶ میلی‌متر و افزایش ۰/۵۷ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که طی روند سری زمانی مذکور تغییرات اقلیمی بر شهر اهواز در وجه افزایش دما و کاهش بارش، خود را نشان داده است و پیامدهایی را برای کلان‌شهر اهواز در پی داشته است. سپس با استفاده از مدل پویایی سیستم به بررسی روابط علی و معلولی متغیرها پرداخته شد. نتایج حاصل از مدل‌سازی کیفی و بررسی رابطه علی و معلولی نشان داد که تغییرات اقلیمی در شهر اهواز پیامدهای اجتماعی - اقتصادی متنوعی را در برداشته است اثرات مستقیمی بر بخش‌های مختلف زیرساختی و مدیریتی (کاهش سرمایه‌گذاری، آسیب به زیرساخت‌ها، افزایش هزینه‌ها، حاشیه‌نشینی و

رشد نامناسب شهری، منابع آبی، تولیدات کشاورزی، مصارف و تقاضای انرژی داشته و متغیرهای کاهش منابع آبی، امواج شدید گرما و کاهش بارندگی مهم‌ترین فاکتورهای اهرمی مدل می‌باشند. ماهیت منحصربه‌فرد تأثیرات متقابل اجتماعی و اقتصادی تغییر اقلیم در مناطق شهری از طریق تحقیقات تجربی به طور فزاینده‌ای روشن شده است: دو موضوع اصلی در رابطه با این تأثیرات از این بررسی پدیدار می‌شود. اولاً، تغییرات آب و هوایی این پتانسیل را دارد که به عنوان یک «ضریب افزایش تهدید» در چالش‌های اجتماعی و اقتصادی متنوعی که در حال حاضر شهرها با آن روبرو هستند عمل کند. شهرهای سراسر جهان با فقر و گرسنگی، افزایش تقاضا برای منابع و رکود اقتصادی بدون توجه به تغییرات آب و هوایی مواجه هستند. شواهد حاکی از آن است که تغییرات آب و هوایی در بسیاری از موارد، مقابله با این چالش‌ها را برای شهرها دشوارتر می‌کند، یعنی با تداوم فقر، فشار بیشتر بر منابع محدود و در عین حال ارائه خدمات را دشوارتر می‌کند. دوم، به نظر می‌رسد که خطرات تغییرات آب و هوایی اغلب با این چالش‌های موجود و تأثیراتشان بر شهرها با یکدیگر ترکیب می‌شوند. اثرات توزیعی تغییرات آب و هوایی در شهرهای سراسر جهان می‌تواند نابرابری‌های اجتماعی-اقتصادی را تشدید کند و اتخاذ سیاست‌هایی را که جوامع عادلانه و پایدار را تشویق می‌کنند، دشوارتر کند. رشد سریع جمعیت شهری باعث تقاضا برای منابع از جمله آب آشامیدنی می‌شود که ممکن است در نتیجه تغییرات آب و هوایی از نظر فراوانی یا کیفیت کاهش یابد. ترکیبی از تأثیرات اجتماعی (مانند از دست دادن معیشت، مهاجرت) و تأثیرات اقتصادی (آسیب به صنعت و زیرساخت‌ها) می‌تواند تأثیرات تجمعی یا چند گانه‌ای داشته باشد که در نهایت با عملکرد و فعالیت جوامع در مناطق شهری تداخل داشته باشد. توانایی مناطق شهری برای رویارویی با این چالش‌ها به حکمرانی در سطوح مختلف و درک کافی و اساسی از آسیب‌پذیری‌های محلی بستگی دارد. تحقیقات آتی باید بر کمی کردن تأثیرات تغییر اقلیم بر شهرهای خاص با توجه به آسیب‌پذیرترین گروه‌ها و تنوع درون این گروه‌ها تمرکز کند. در نهایت، تلفیق مداوم جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی تغییرات آب‌وهوا با خطرات فیزیکی تصویر کامل‌تری از آسیب‌پذیری شهری ایجاد خواهد کرد.

منابع و مأخذ:

- ۱- کرمی، صادق (۱۳۹۹). بازکاوی پیامدها و شیوه‌های مدیریت تغییرات اقلیمی (نمونه موردی: حوضه آبریز مرکزی ایران). نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیستم، شماره ۵۹، ص ۱۹.
- ۲- صیدی و گندم‌گار (۱۴۰۰). بررسی تغییرات اقلیمی شهر اهواز در رابطه با توسعه منطقه‌ای و برنامه‌ریزی شهری. نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال سیزدهم (۲)، ۱۵۶-۱۵۱.
- ۳- معاونت برنامه‌ریزی و توسعه سرمایه انسانی شهرداری اهواز (۱۴۰۰). سالنامه آماری.
- ۴- مرادی، هوشنگ؛ ملکی، سعید و سعید امانپور (۱۴۰۲). چارچوب مفهومی سنجش و ارزیابی امنیت آب شهری (مورد مطالعه: کلان‌شهر اهواز). فصلنامه علوم محیطی، ۴ (۲۲)، ۲۲۶-۲۰۹.
- ۵- ملکی، سعید و مرادی، هوشنگ (۱۴۰۲). ارزیابی امنیت اجتماعی کلان‌شهرها در شرایط تغییر اقلیم با استفاده از مدل پویایی سیستم (مورد مطالعه: کلان‌شهر اهواز). جغرافیای اجتماعی شهری، ۱ (۱۲)، ۱۲۶-۱۴۵.
- 6- Alizadeh, H., Sharifi, A. (2020). Assessing Resilience of Urban Critical Infrastructure Networks: A Case Study of Ahvaz, Iran. Sustainability 2020, 12, 3691; doi:10.3390/ su12093691.
- 7- Chenchen, Shi. (2022). How climate change is going to affect urban livability in China. Climate Services 26 (2022) 100284.
- 8- Gasper, R. (2011). Social and economic impacts of climate change on the urban environment. Social and economic impacts in urban environment, 3, 150. DOI 10.1016/j.cosust.2010.12.009.
- 9- Hallegatte, S.C., Green, R. J. N. and J. Corfee, M. (2013). Future flood losses in major coastal cities. Nat. Clim. Change 3 (9): 802-806. https://doi. org/10. 1038/ nclimate 1979.
- 10- Isler, P. L., J. Merson, and Roser, D. (2010). Drought proofing Australian cities: Implications for climate change adaptation and sustainability. Int. J. Soc. Behav. Educ. Econ. Bus. Ind. Eng. 4 (10): 351-359.
- 11- Khoshji, M. F., Akbary, M. (2020). Impacts of global warming on extreme temperatures in west of Iran. Climate Change Research. 1(4): 11-19. DOI: 10.30488/CCR.2020.237152.1008.
- 12- Ki-moon B., Gates, B., Georgieva K., Adesina A., Andersen I and Bachelet, M. (2019). Global Commission on Adaptation, World Resources Institute; Washington, DC: 2019 Sep 13. Adapt now: a global call for leadership on climate resilience.

- 13- King, A. D. and Harrington, L.J. (2018). The inequality of climate change from 1.5 to 2°C of global warming. *Geophys. Res. Lett.* 45, 5030–5033. doi: 10.1029/2018GL078430.
- 14- Khavarian, G. (2019). Climate change and environmental degradation and the drivers of migration in the context of shrinking cities: a case study of Khuzestan province, Iran. *Sustainable Cities and Society*, S2210-6707(18)30762-5, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101480>.
- 15- Mirzabaev, A. (2023). Severe climate change risks to food security and nutrition. *Climate Risk Management* 39 (2023) 100473.
- 16- Matthew, A. (2022). Research note: Climate change, peri-urban space and emerging infectious disease. *Landscape and Urban Planning* 218 (2022) 104298.
- 17- Leichenko, R. (2011). Climate change and urban resilience, *Curr. Opin. Environ. Sustain.*, vol. 3, no. 3, pp. 164– 168, 2011.
- 18- Nguyen, T., Huong, T. (2017). Education to increase climate change adaptation for a Vietnamese community's coastal members. PhD thesis, James Cook University. 22
- 19- Narain, V., M. S. A. Khan, R. Sada, S. Singh, and A. Prakash. (2013). Urbanization, peri-urban water (in) security and human well-being: A perspective from four south Asian cities.” *Water Int.* 38 (7): 930–940. <https://doi.org/10.1080/02508060.2013.851930>.
- 20- Nazemi, A., Wheeler, H. S., Chun, K. P., Bonsal, B and Mekonnen, M. (2017). Forms and drivers of annual stream flow variability in the headwaters of Canadian Prairies during the 20th century. *Hydrological Processes*. <http://dx.doi.org/10.1002/hyp>.
- 21- Paterson, B., Charles, A. (2019). Community-based responses to climate hazards: typology and global analysis. *Climatic Change* 152, 327–343 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2345-5>.
- 22- Salimi, M.S and Ghamdim, G. (2019). Climate change impacts on critical urban infrastructure and urban resiliency strategies for the Middle East. *Sustainable Cities and Society*, S2210-6707(19)31587-2, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101948>.
- 23- Sadoff, C.W. (2015). Securing water, sustaining growth: Report of the GWP/OECD task force on water security and sustainable growth. Oxford, UK: Univ. of Oxford.144.
- 24- Seishfer, J. (2022). Climate Change: Human Security Between Conflict and Cooperation. In book: Lester R. Kurtz (Ed.), *Encyclopedia of Violence, Peace, and Conflict* (Vol. 1) (pp.807-819) Publisher: Elsevier, Academic Press. DOI: 10.1016/b978-0-12-820195-4.00087-x.
- 25- Schauser, I., Otto, S., Schneiderbauer, S., Harvey, A., Hodgson, N., Robrecht, H and McCallum, S. (2010). Urban regions: vulnerabilities, vulnerability assessments by indicators and adaptation options for climate change impacts. European Topic Centre on Air and Climate Change (ETC/ACC): Bilthoven.
- 26- Kilstrom, T. (2014). Climate change threats to population health and well-being: the imperative of protective solutions that will last. *Glob Health Action* 3;6:20816. doi: 10.3402/gha.v6i0.20816.
- 27- United Nations. (2019). What are the Sustainable Development Goals. United Nations Development Programme. Retrieved 6 September 2020.
- 28- UN (United Nations). (2012). World urbanization prospects: The 2014 revision, highlights (ST/ESA/SER. A/352). New York: UN.35.
- 29- Varis, O., A. K. Biswas, C. T and Lundqvist, J. (2006). Megacities and water management. *Int. J. Water Resour. Dev.* 22 (2): 377– 394. <https://doi.org/10.1080/07900620600684550>.
- 30- Zhang, L.P., Zhou, P., Qiu, Y.Q., Su, Q and Tang, Y.L. (2020). Reassessing the climate change cooperation performance via a non-compensatory composite indicator approach, *Journal of Cleaner Production* (2020), Val 252, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119387>.

پیامدهای اجتماعی - اقتصادی تغییر اقلیم در فضاهای شهری با استفاده از مدل دینامیک سیستم (مورد مطالعه: کلان شهر اهواز)

چکیده

تغییرات اقلیمی یک تهدید جدی برای توسعه پایدار شهری است و بسیاری از شهرها را در معرض خطر قرار می‌دهد. این پژوهش پیامدهای تغییر اقلیم را برای رفاه اجتماعی و توسعه اقتصادی در مناطق شهری، با تمرکز ویژه بر درک تأثیرات تغییرات آب و هوایی بر آسیب‌پذیرترین جمعیت‌ها، در نظر می‌گیرد.

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی - نظری و از حیث ماهیت و روش توصیفی - تحلیلی و اکتشافی می‌باشد. گردآوری داده‌ها و اطلاعات، به‌وسیله مطالعات منابع کتابخانه‌ای - اسنادی، برداشت‌های میدانی و مراجعه به سازمان‌ها در شهر اهواز صورت گرفت. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از مدل‌های کمی، نرم‌افزاری، تحلیل آماری و تحلیل ساختاری استفاده شده است. در بخش نخست پژوهش، به‌منظور تحلیل روند تغییرات اقلیمی در کلان‌شهر اهواز پارامترهای مهم (دما، بارش، رطوبت و سرعت باد) ایستگاه سینوپتیک اهواز، طی بازه زمانی (۱۳۷۰-۱۴۰۰) مورد بررسی قرار گرفت و روند زمانی تغییرات پارامترهای اقلیمی مذکور با استفاده از آزمون نا پارامتری من- کندال در سری زمانی سالانه طی دوره آماری مورد مطالعه محاسبه گردید. سپس با استفاده از مدل پویایی سیستم به بررسی روابط علی و معلولی متغیرها پرداخته شد.

نتایج نشان می‌دهد بارندگی سالانه طی روند مذکور با میانگین (۲۰۸/۵۱) میلی‌متر و کاهش حدود (۰/۷۱۱) میلی‌متر در هر سال، روند کاهشی داشته است. همچنین پارامتر اقلیمی دما با میانگین ۲۵/۹۶ میلی‌متر و افزایش ۰/۵۷ درجه سانتی‌گراد روند افزایشی را نشان می‌دهد. در پایان یافته‌های این پژوهش بیانگر آن است که تغییرات اقلیمی بر شهر اهواز در وجه افزایش دما و کاهش بارش، خود را نشان داده است.

یافته‌های حاصل از مدل‌سازی کیفی و بررسی رابطه علی و معلولی نشان داد که تغییرات اقلیمی در شهر اهواز پیامدهای اجتماعی - اقتصادی متنوعی را در بر داشته است اثرات مستقیمی بر بخش‌های مختلف زیرساختی و مدیریتی (کاهش سرمایه‌گذاری، آسیب به زیرساخت‌ها، افزایش هزینه‌ها، حاشیه‌نشینی و رشد نامناسب شهری، منابع آبی، تولیدات کشاورزی، مصارف و تقاضای انرژی) داشته و متغیرهای (کاهش منابع آبی، امواج شدید گرما و کاهش بارندگی) مهم‌ترین فاکتورهای اهرمی مدل می‌باشند.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، پیامدها، مدل پویایی سیستم، اهواز.

مقدمه

تغییرات آب و هوایی به عنوان یکی از مهم ترین بحران های قرن بیست و یک تلقی می شود که تمام جنبه های زندگی بشر را تحت تأثیر خود قرار داده (خوشجی و اکبری^۱، ۲۰۲۰: ۱۲)؛ و یک پدیده زیست محیطی جهانی است که بسیاری از کشورها در سراسر جهان را درگیر خود کرده است. تغییرات آب و هوایی تقریباً همه جوامع و اقتصاد آن ها را تحت تأثیر قرار داده و مسائل و مشکلات زیست محیطی را در سراسر جهان ایجاد کرده است (نقویان و ترا^۲، ۲۰۱۷: ۲۲)، اگر چه تأثیرات آن در مقیاس جهانی است، اما شواهد نشان می دهد که کشورهای فقیر متحمل فشار سنگینی می شوند (کینگ و همکاران^۳، ۲۰۱۸: ۴)؛ در واقع تغییرات اقلیمی از فعالیت های انسان ناشی می شوند و شواهد زیادی وجود دارد که نشان می دهد انتشار گازهای گلخانه ای ناشی از فعالیت های انسانی باعث تغییر اقلیم می شوند. تغییرات اقلیمی یکی از اصلی ترین عوامل محرکه بلندمدت در ایجاد تغییرات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی است که از طریق تغییر شرایط طبیعی بر پتانسیل رشد و پایداری منطقه ای و همچنین کیفیت زندگی تأثیر می گذارد. تغییر اقلیم یکی از مسائل مهم در دوره مدرن است (زنگ و همکاران^۴، ۲۰۲۰: ۵)، شدت و دفعات خطرات آن در سراسر جهان در حال افزایش است (پترسون و چارلز^۵، ۲۰۱۹: ۶). طبق گزارش سازمان ملل متحد (۲۰۱۹) برای جلوگیری از افزایش بیش از حد دما، انتشار جهانی گازهای گلخانه ای باید بین سال های ۲۰۲۰ و ۲۰۳۰ هر ساله ۶ الی ۷ درصد کاهش یابد و کشورها باید هم زمان برای کاهش انتشار این گازها اقدام کنند تا کره زمین را در یک سطح نسبتاً امن از گرم شدن قرار دهند، لذا گزارش کمیسیون جهانی سازگاری بیان نمود که چنین کاهش هایی در انتشار کربن غیر واقعی است و اقدامات سازگاری برای مقابله با تأثیرات تغییرات اقلیمی ضروری است (کیامون و همکاران^۶، ۲۰۱۹: ۹). شهرنشینی و تغییر اقلیم منجر به افزایش نیاز به مطالعه مدیریت آب در مقیاس شهری می شود. در حالی که در دهه ۱۹۵۰ تنها ۳۰ درصد از ساکنان جهان در شهرها زندگی می کردند تا سال ۲۰۰۷ این درصد به بیش از ۵۰ درصد افزایش یافت؛ پیش بینی می شود تا سال ۲۰۵۰، دو سوم جمعیت جهان شهرنشین باشند (سازمان جهانی آب، ۲۰۱۴: ۸). در بسیاری از موارد، سرعت سریع شهرنشینی بیش از ظرفیت دولت ها برای پاسخگویی است که منجر به انواع مشکلات مرتبط با آب، از جمله تأمین آب ناکافی، فقدان سرویس های بهداشتی، مدیریت ناموفق سیلاب و تخریب اکوسیستم می شود (ناراین^۷، ۲۰۱۳: صدوف^۸ و همکاران، ۲۰۱۵؛ واریس و همکاران^۹، ۲۰۰۶: ۹). در عین حال، تغییرات آب و هوایی فشار فزاینده ای بر سیستم های آبی شهری وارد می کند، به عنوان مثال، با تشدید خطرات سیل به دلیل بالا آمدن سطح آب دریاها (هلگات و همکاران، ۲۰۱۳: ۱۰) و افزایش دفعات دوره های خشک طولانی مدت است (ایززلر و همکاران^{۱۱}، ۲۰۱۰: ۱۱). تغییرات اقلیمی باعث چالش های جدید و منحصربه فردی شده است که زندگی و معیشت را تهدید می کند. با توجه به افزایش خطرات و بی ثباتی ناشی از این تغییرات، افزایش توجه به سمت سازگاری و یا استراتژی هایی است که انسان را قادر می سازد تا از میان این تغییرات، به بهترین وجه به شکوفایی و ثبات قدم برسد. اگر چه تغییرات آب و هوا یک مشکل جهانی است که اغلب در سطح ملی مورد بحث قرار می گیرد، اما مناطق شهری به طور خاص یک نقش مجزا، انگیزه و ظرفیت متمایز برای سازگاری دارند. کلان شهرها به عنوان نقاط

¹- Khoshji & Akbari

²- Nguyen et al

³- King et al

⁴- Zhang et al

⁵- Paterson et al

⁶- Ki-moon et al

⁷- Narain et al

⁸- Sadoff et al

⁹- Varis et al

¹⁰- Hallegatte et al

¹¹- Isler et al

گره‌گامی سیستم جهانی، تحت تأثیر مجموعه‌ای از تحولات کلان در مقیاس‌های محلی، ملی، منطقه‌ای و جهانی هستند که کمتر در کنترل تصمیم‌گیران و مدیران شهری قرار دارند. بر اساس پیش‌بینی سازمان ملل انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰، ۷۰ درصد جمعیت جهان در شهرها زندگی کنند (سازمان ملل، ۲۰۱۲). تمرکز زیاد جمعیت در مناطق شهری تهدیدهایی را برای رفاه اقتصادی، اجتماعی و محیطی ایجاد می‌کند و فشارهایی را بر این سیستم وارد می‌آورد. افزایش جمعیت و نیاز شدید فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی به منابع آب برای توسعه، موجب افزایش مصرف آب در جهان شده است. تنها در طول قرن گذشته جمعیت جهان تقریباً ۴ برابر افزایش یافته است؛ در حالی که مصرف آب جامعه انسانی به ترتیب ۵، ۸ و ۱۰ برابر برای مصرف بخش‌های کشاورزی، صنعتی و شهری افزایش یافته است. بر این اساس امنیت آب تحت فشار افزایش مصرف در جهان قرار دارد (ناظمی و مدنی^۱، ۲۰۱۷: ۵). بدین ترتیب، کشورها ناگزیر به رویارویی رویارویی و پاسخگویی به تهدیدها و چالش‌هایی شده‌اند که تا پیش از این چندان اهمیت و جایگاهی نداشتند. این تهدیدات امنیتی غیر سنتی، توسعه، بقا و بهزیستی نوع بشر و دولت‌ها را با مخاطرات و چالش‌هایی جدی روبرو ساخته‌اند. قرار گرفتن ایران در کمربند خشک کره زمین به همراه کاهش ذخایر منابع آبی، موضوع تنش و کم‌آبی را به بحرانی جدی برای کشور تبدیل کرده است. ایران واقع در غرب آسیا و دومین کشور بزرگ خاورمیانه (بعد از عربستان سعودی) است. کشور ایران با بحران‌ها و مسائل متعددی مواجه است. خشک‌سالی، افزایش تقاضای آب، تخریب و سوء مدیریت منابع آب، مسائل و چالش‌های اجتماعی - اقتصادی جامعه را تحت فشار قرار داده و موجب نارضایتی گسترده‌تری از عوامل مدیریتی و حاکمیتی شده است. اگر چه هنوز اثرات آن مشخص نیست، تغییرات اقلیمی در آینده پیامدهای اجتماعی - اقتصادی بسیاری بالأخص در کلان‌شهرها را با خود به همراه خواهد آورد، این وضعیت می‌تواند تنش‌ها و ناهنجاری‌هایی را در بین سکونتگاه‌های شهری هم تشدید کند. آنچه در این پژوهش مدنظر است توجه به جنوب غرب کشور و استان خوزستان و کلان‌شهر اهواز است. استان خوزستان نیز از جمله استان‌های خشک ایران است این استان، با توجه به قرار گرفتن آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک غرب کشور در دهه‌های اخیر با مشکلات و مسائل عدیده‌ای همچون افزایش آلودگی زیست‌محیطی، کاهش توان اکولوژیکی، افزایش بار وارده به محیط‌زیست، مسائل و مشکلات اجتماعی - اقتصادی و از همه مهم‌تر ناتوانی متولیان شهری در تأمین و اداره شهر مواجه شده است که همگی مؤید ناپایداری شدن فضاهای اکولوژیک این کلان‌شهر است؛ بنابراین مسأله اصلی این پژوهش بررسی و تحلیل پیامدهای اجتماعی - اقتصادی تغییر اقلیم در محیط و فضاهای شهری کلان‌شهر اهواز است.

پیشینه‌ی تحقیق

با توجه به مباحث مطرح شده در حوزه پیامدهای اجتماعی - اقتصادی تغییرات اقلیمی در فضاهای شهری، برخی از مهم‌ترین پژوهش‌های انجام شده عبارت‌اند از:

مناطق شهری عرصه‌های اصلی چنین اقداماتی در زمینه تغییرات آب و هوایی هستند. دیدگاه‌ها و نظریات اخیر جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی چالش‌های موجود در شهرها را به دلیل تغییرات آب و هوایی مانند زیرساخت‌های آسیب دیده، مرگ‌ومیر ناشی از گرما، کمبود انرژی و کمبود آب و غذا نشان می‌دهد. مناطق شهری باید برای مواجهه با شوک ناشی از تغییرات آب و هوایی انعطاف‌پذیر شوند (لیچنکو و همکاران^۲، ۲۰۱۱: ۱۶۸-۱۶۴). گاسپر و همکاران^۳ (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای اثرات اقتصادی و اجتماعی تغییرات آب و هوایی بر مناطق شهری را مورد مطالعه قرار داد. مشکلات اجتماعی - اقتصادی و جمعیتی در برخی مناطق شهری آن‌ها را در برابر تغییرات آب و هوایی آسیب‌پذیرتر می‌کند. اهمیت حکمرانی برای مقابله با تغییرات آب و هوایی ضرورتی انکارناپذیر است.

میرزا باف و همکاران^۴ (۲۰۲۳) در پژوهشی به بررسی خطرات شدید تغییرات آب و هوایی برای امنیت غذایی و تغذیه پرداختند، این پژوهش از تعاریف مورد توافق بین‌المللی از خطرات برای امنیت غذایی و تغذیه برای توصیف میزان عواقب نامطلوب استفاده می‌کند.

¹ - Nazemi et al

² - Leichenko et al

³ - gasper et al

⁴ - mirzabaeve et al

علاوه بر آن، این مطالعه شرایطی را ارزیابی می‌کند که تحت آن خطرات ناشی از تغییرات آب و هوایی برای امنیت غذایی و تغذیه بر اساس یافته‌های موجود در ادبیات با استفاده از سناریوهای مختلف تغییر آب‌وهوا و مسیرهای اجتماعی-اقتصادی مشترک می‌تواند تشدید شود. سرانجام، این تحقیق گزینه‌های سازگاری، از جمله اقدامات مدیریت نهادی و اقدامات حاکمیتی را ارائه می‌دهد که اکنون می‌تواند برای جلوگیری یا کاهش خطرات شدید آب‌وهوا برای امنیت و تغذیه غذایی آینده انسان انجام شود.

چنچن شی و همکاران^۱ (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای به بررسی اینکه تغییرات آب و هوایی چگونه بر زندگی شهری در چین تأثیر می‌گذارد، پرداخته است. هدف این مطالعه بررسی تغییرات زیست‌محیطی شهری در فرآیند آسیب‌های شهری و سازگاری تحت تأثیر تغییرات آب‌وهوا در کشور چین است. یک شاخص ترکیبی بر اساس مدل فشار-وضعیت-واکنش و سه تابع کلیدی شهری شامل معیشت، زیست‌محیطی و تابع تولید ساخته شد. این شاخص برای ارزیابی الگوی فضایی زیست‌محیطی شهری در ۲۹۰ شهر در سطح استانی در کشور چین مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان دهنده ناهمگونی فضایی زیست‌محیطی شهری در چین در سراسر قلمرو جغرافیایی، سلسله‌مراتب توسعه اداری و اقتصادی می‌باشد. همچنین نامناسب بودن عملکردهای شهری در شهرهای چین وجود دارد که تولید و معیشت در تسلط زیست‌پذیری شهری است. این امر مستلزم برنامه‌ریزان شهری و مدیرانی است تا با تقویت عملکرد اکولوژیکی شهری از طریق نوآوری فنی و تحول صنعتی که متناسب با نیازهای سازگاری با آب‌وهوا است، توجه کنند.

متیو و همکاران^۲ (۲۰۲۲) در تحقیقی به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر فضای پیرامون شهری و بیماری‌های عفونی نوظهور پرداختند. نتایج این مطالعه بیانگر این است که تغییرات آب و هوایی با جابجایی مردم و سایر گونه‌ها به مناطق حاشیه شهری مرتبط است و در نتیجه فرصت‌های انتقال بیماری مشترک بین انسان و دام را افزایش می‌دهد. فضای پیرامون شهری چه ساحلی یا داخلی که با منابع کم و خدمات ناکافی مشخص می‌شود، معمولاً در برابر تأثیرات اقلیمی فزاینده از جمله رویدادهای شدید آب و هوایی، افزایش سطح دریا، سیل، فرسایش، خشک‌سالی، شور شدن و امواج گرما آسیب‌پذیر است که باعث ایجاد شرایط اجتماعی - اکولوژیکی که در معرض شیوع (بیماری‌های عفونی در حال ظهور) است.

سیشفر^۳ (۲۰۲۲) در پژوهشی تحت عنوان تغییرات آب‌وهوا: امنیت انسانی بین درگیری و همکاری پرداختند، در این مطالعه تحقیقات شرایط و مکانیسم‌هایی را که بر وضعیت آب‌وهوا - امنیت و امنیت تأثیر می‌گذارد، شناسایی کرده‌اند و غالباً پیوندهای قابل‌توجهی بین متغیرهای آب‌وهوا و درگیری پیدا می‌کند. مطالعات دیگر سؤالاتی را مطرح می‌کنند و شرایط اقتصادی و سیاسی را مسئول درگیری یا همکاری می‌کنند. جوامع شکننده با توسعه انسانی پایین، تقسیمات مربوطه و نابرابری‌ها به‌طور کلی در برابر آب‌وهوا و خطر درگیری آسیب‌پذیرتر هستند که می‌تواند مهاجرت را تشدید کند و به ماریج‌های رو به پایین خشونت و بی‌ثباتی اجتماعی کمک کند. برای مهار حلقه‌های معیوب، استراتژی‌های یکپارچه برای حلقه‌های مطلوب توسعه پایدار، همکاری و ایجاد صلح محیطی هدف قرار می‌گیرند.

سلیمی و قامدی (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیرات تغییر اقلیم بر زیرساخت‌های حیاتی شهری و استراتژی‌های تاب‌آوری شهری برای خاورمیانه پرداختند. هدف اصلی این مطالعه بررسی تأثیرات کلیدی تغییر اقلیم در مناطق شهری خاورمیانه، آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها و سیستم‌های حیاتی شهری است و توسعه استراتژی‌های سازگاری با تغییرات آب و هوایی برای ایجاد محیط‌های شهری قوی‌تر که در برابر رویدادهای تدریجی ناشی از تغییرات آب و هوایی و رویدادهای شدید انعطاف‌پذیر باشند. با آماده‌سازی کارآمد برای تهدیدات قریب‌الوقوع ناشی از تغییرات آب و هوایی، می‌توان ثبات اجتماعی و اقتصادی را حفظ کرد و رشد را در یک محیط در حال تغییر امکان‌پذیر کرد. با توجه به آسیب‌پذیری شهر دوحه در برابر دمای شدید حباب خشک و مرطوب، وضعیت آن از نظر آب‌وهوای پیش‌بینی‌شده در آینده برجسته شده است.

خاوریان گرمسیر و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی به بررسی اثرات تغییر اقلیم، تخریب محیط‌زیست و محرک‌های مهاجرت در کوچک شدن بافت شهرها: مطالعه موردی استان خوزستان، ایران پرداختند. با بررسی نقش عوامل مختلف در مهاجرت به خارج از شهرهای کوچک استان خوزستان، این مطالعه نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی و تخریب محیط‌زیست تأثیر قابل‌توجهی بر مهاجرت به خارج از کشور دارد. به طور کلی این عوامل محیطی اثرات مستقیم و غیر مستقیم دارند. اولی که از طریق تحلیل کمی ثابت می‌شود، نشان

¹ - chenchen shi et al

² - matthew et al

³ - seishfer

می‌دهد که تغییرات اقلیمی و محیطی آن قدر تأثیرگذار است که سکونت انسان را در این منطقه از خاورمیانه به خطر بیندازد؛ بنابراین، با رسیدن به آستانه خطر، مردم به‌طور فزاینده‌ای متقاعد می‌شوند که شهرهای کوچک‌شده را ترک کنند. علاوه بر این، میزان تأثیر تغییرات محیطی در تشدید رکود اقتصادی، بیکاری، اعتیاد، فساد، خشونت، جرائم و اختلال در زیرساخت‌های شهری در این منطقه اهمیت تأثیرات غیرمستقیم تغییرات اقلیمی و محیطی را در مهاجرت از شهرهای کوچک استان خوزستان نشان می‌دهد.

تورد کیلستروم و همکاران^۱ (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای به بررسی تهدیدات تغییرات آب و هوایی برای سلامت و رفاه جمعیت: ضرورت راه‌حل‌های حفاظتی که ماندگار خواهند بود، پرداختند. در این مطالعه ضروری است که اقدامات و راهبردهایی را شناسایی کنیم که در کاهش این تهدیدات احتمالی فزاینده برای سلامتی و رفاه مؤثر باشد. استراتژی پیشگیرانه اساسی، البته، کاهش تغییرات آب و هوایی با کاهش قابل توجه انتشار گازهای گلخانه‌ای جهانی، به‌ویژه دی‌اکسید کربن طولانی اثر (CO₂) و افزایش جذب CO₂ در سطح زمین است. این شامل تغییرات فوری در تولید انرژی از سوخت‌های فسیلی به منابع انرژی تجدیدپذیر، صرفه‌جویی در انرژی در طراحی ساختمان و برنامه‌ریزی شهری و کاهش اتلاف انرژی برای حمل‌ونقل، گرمایش/ سرمایش ساختمان و کشاورزی است. همچنین شامل تغییراتی در تولید کشاورزی و سیستم‌های غذایی برای کاهش مصرف انرژی و آب به‌ویژه در تولید گوشت می‌شود. همچنین پتانسیل پیشگیری از طریق اقدامات کاهش، انطباق، یا ایجاد تاب‌آوری وجود دارد، اما برای جمعیت بزرگ کشورهای گرمسیری، کاهش تغییرات آب‌وهوا برای دستیابی به راه‌حل‌های حفاظت از سلامت که پایدار خواهد بود، مورد نیاز است.

مرادی و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی به بررسی چارچوب مفهومی سنجش و ارزیابی امنیت آب شهری (مورد مطالعه: کلان‌شهر اهواز) پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که طی روند زمانی (۱۳۴۵ - ۱۴۰۰) تغییراتی در پارامترهای اقلیمی مذکور بر شهر اهواز در وجه کاهش بارش و کاهش میزان دبی، خود را نشان داده است و پیامدهایی را برای کلان‌شهر اهواز در پی داشته است.

ملکی و همکاران (۱۴۰۲) در مطالعه‌ای به بررسی و ارزیابی امنیت اجتماعی کلان‌شهرها در شرایط تغییر اقلیم (مورد مطالعه: کلان‌شهر اهواز) پرداختند. نتایج این مطالعه گویای این واقعیت است که تغییرات اقلیمی، پیامدهایی در ابعاد اجتماعی، اقتصادی، سیاسی - امنیتی را به دنبال دارد. این تغییرات دارای تعاملات پیچیده‌ای با یکدیگر هستند به‌نحوی که ابعاد مذکور اثرات یکدیگر را بر روی کاهش کیفیت زندگی و افزایش فقر و بیکاری تشدید می‌نمایند. به این معنا که پدیده تغییر اقلیم منجر به پدید آمدن آثار و عواملی شده که هر کدام به‌نوعی امنیت اجتماعی را تحت تأثیر قرار داده است: از بین رفتن زیرساخت‌ها، افزایش مخاطرات، انتقال بیماری‌ها و در نهایت افزایش مهاجرت‌ها در شهر اهواز را در پی داشته است و زمینه را برای ناآرامی‌ها، عدم ثبات و پایداری سکونتگاه‌ها فراهم می‌کند.

کرمی، صادق (۱۳۹۹) در پژوهشی تحت عنوان بازکاوی پیامدها و شیوه‌های مدیریت تغییرات اقلیمی (نمونه موردی: حوضه آبریز مرکزی ایران) پرداختند، یافته‌های پژوهش حاکی از این است که تغییرات اقلیمی در حوزه آبریز مرکزی در ابعاد گوناگون بر زیست جامعه و کشور مؤثر افتاده به‌گونه‌ای که در صورت تداوم روند موجود تمدن ایرانی را دچار چالش راهبردی خواهد کرد. بدین منظور در پایان کار پژوهش، حکمرانی خوب آب، به‌عنوان بهترین راه مقابله و کنترل پیامدهای منفی تغییرات اقلیمی بر حوضه آبریز مرکزی به‌طور ویژه و ایران به‌طور عام استدلال شده است.

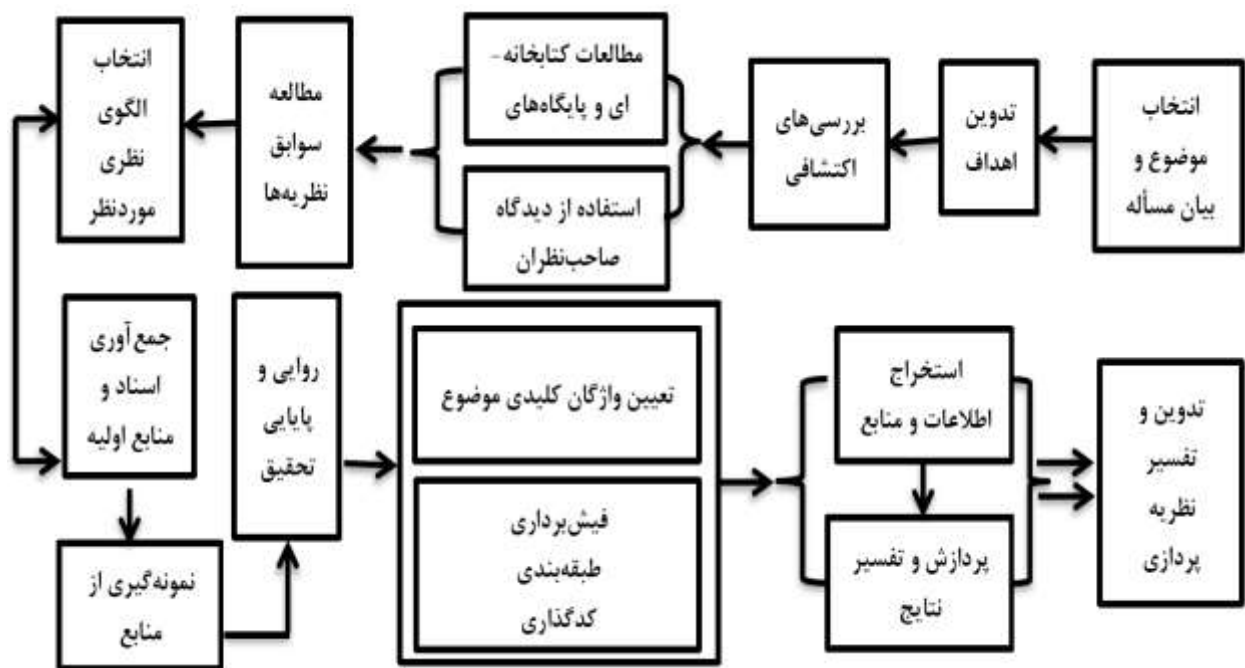
روش پژوهش

هر پژوهشی بسته به موضوع مورد بررسی نیاز به آزمون‌هایی دارد تا بر اساس آن‌ها به تجزیه و تحلیل داده‌های مورد استفاده بپردازد. پردازش آمارها به دو صورت توصیفی و استنباطی است و برای تحلیل آن‌ها از آزمون‌های پارامتریک و نا پارامتریک استفاده شده است. این پژوهش از نظر هدف کاربردی و به لحاظ داده کمی - کیفی (آمیخته) محسوب می‌شود و بر مبنای روش توصیفی تحلیلی بنا نهاده شده است. بخشی از جمع‌آوری داده‌ها از طریق مطالعات اسنادی و سالنامه‌های آماری و بخشی دیگر با استفاده از نظرات نخبگان و متخصصان استان خوزستان (شهر اهواز)، تهیه خواهد شد. چون روش مطالعه این تحقیق یک روش (ترکیبی) می‌باشد. برای تکمیل اطلاعات پژوهش با استفاده از پرسشنامه طراحی شده هم از روش نمونه‌گیری هدفمند (بین خبرگان، نخبگان و کارشناسان) استفاده شد. تعداد نمونه (۳۵ نفر) نیز با توجه به روش تحقیق مورد نظر که از روش نمونه‌گیری هدفمند استفاده شد تا زمان به اشباع رسیدن تئوری

¹ - Kilstrom

ادامه یافت. در بخش دوم روش نمونه‌گیری برای توزیع پرسشنامه‌ها روش نمونه‌گیری گلوله برفی و دیگر روش‌های نمونه‌گیری مرتبط با حیطه تحقیق بوده است.

روش‌شناسی انجام پژوهش بر مبنای آزمون آماری و مدل‌سازی کیفی با رویکرد سیستمی می‌باشد. در پژوهش حاضر جهت تحلیل روند تغییرات پارامترهای اقلیمی داده‌های زمینی شامل آمار میانگین (دما، بارش، رطوبت و سرعت باد) برای یک دوره حداقل ۳۰ و ۴۰ ساله ایستگاه سینوپتیک اهواز که از سازمان هواشناسی کشور و همچنین از سازمان آب منطقه‌ای خوزستان تهیه و با استفاده از آزمون آماری من - کندال مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه با بهره‌گیری از علم پویایی سیستم به بررسی روابط علی و معلولی بین متغیرها و مدل‌سازی ساختاری پیامدهای تغییرات اقلیمی در نرم‌افزار Vensim پرداخته شده است. در شکل شماره (۱) فرایند روش تحقیق اسنادی این پژوهش آورده شده است. به این ترتیب که بعد از گزینش رویکرد نظری، اسناد عمده‌تاً ثانویه جمع‌آوری شده و نمونه‌گیری از منابع صورت گرفته است.



شکل ۱. چارچوب پژوهش (مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳).

موقعیت محدوده مورد مطالعه

قلمرو جغرافیایی پژوهش حاضر، کلان‌شهر اهواز (مرکز استان خوزستان) می‌باشد. اهواز پرجمعیت‌ترین شهر استان خوزستان است که جمعیت آن طبق آمار رسمی سال ۱۳۹۵ برابر ۱۱۸۴۷۸۸ نفر و ۱۲۶۲۵۸۱ برآورد (برآورد ۱۴۰۰) می‌باشد (معاونت برنامه‌ریزی و توسعه سرمایه انسانی شهرداری اهواز، ۱۴۰۰). اهواز در موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۶۵ دقیقه طول شرقی، در بخش جلگه‌ای خوزستان واقع شده است (صیدی و گندم‌کار، ۱۴۰۰). این شهر که در استانی نفت‌خیز هم‌مرز با عراق و کویت قرار دارد، موقعیت ژئوپلیتیکی قابل توجهی دارد (علیزاده و شریفی^۱، ۲۰۲۰). کلان‌شهر اهواز به هشت منطقه شهری تقسیم شده است که اطلاعات تقسیمات کالبدی آن در جدول (۱) و موقعیت جغرافیایی شهر در شکل (۲) نشان داده شده است.

جدول ۱. تقسیمات کالبدی شهر اهواز

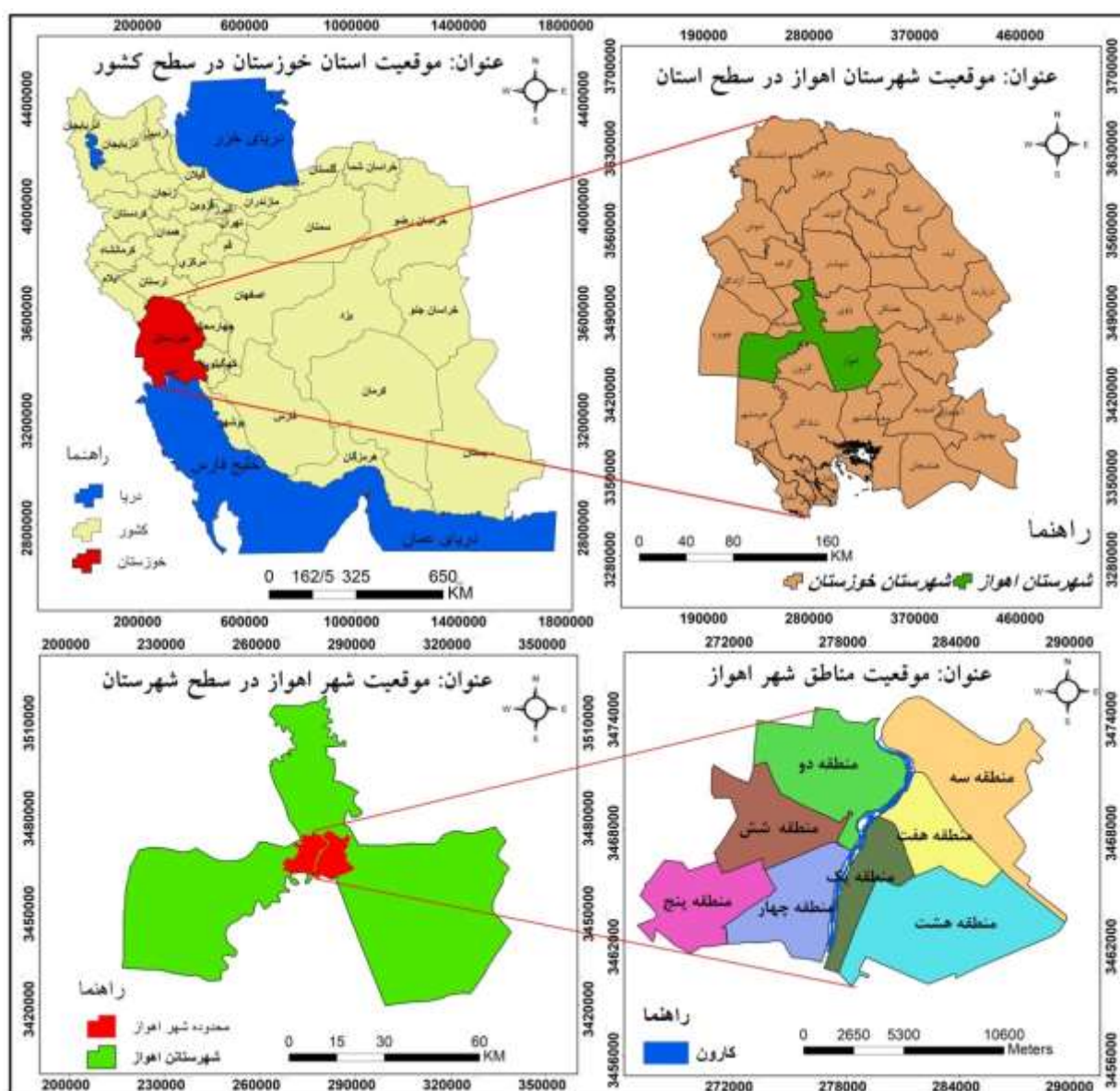
منطقه	مساحت	جمعیت ۱۳۹۵	برآورد جمعیت ۱۴۰۰
منطقه ۱	۱۱۰۲۶	۱۳۹۴۲۷	۱۴۸۵۸۳
منطقه ۲	۲۹۱۳۰۸	۱۰۷۲۷۴	۱۱۴۳۱۷

^۱ - Alizadeh & Sharifi

۱۸۷۷۳۵	۱۷۶۱۶۷	۳۱۸۱۳۶	منطقه ۳
۱۶۳۳۸۰	۱۵۳۳۱۳	۲۵۲۷۰۹	منطقه ۴
۱۱۲۴۰۲	۱۰۵۴۷۷	۲۱۵۴۷۴	منطقه ۵
۱۷۵۹۵۱	۱۶۵۱۱۰	۲۱۱۰۵۳	منطقه ۶
۱۵۵۸۱۹	۱۴۶۳۱۸	۱۷۱۸۷۱	منطقه ۷
۲۰۴۳۹۴	۱۹۱۸۰۲	۳۰۹۸۱۱	منطقه ۸
۱۲۶۲۵۸۱	۱۱۸۴۷۸۸	۱۸۸۰۶۴۴	مجموع
-	-	۶۸۷۵۷	رودخانه
-	-	۱۹۴۹۴۰۱	محدوده قانونی شهر

(منبع: معاونت شهرسازی و معماری شهرداری اهواز- استانداری خوزستان، دفتر آمار و اطلاعات

جمعیت بر اساس محدوده مصوب استانداری (آمارنامه کلان‌شهر اهواز، ۱۴۰۲).



شکل

۲. موقعیت جغرافیایی شهر اهواز (ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۳).

ویژگی های پاسخگویان

یافته های توصیفی مربوط به متغیرهای جمعیت شناختی پژوهش نشان داده است که ۵۴ درصد پرسش شوندگان را مرد و ۴۶ درصد آن ها را زنان تشکیل داده اند. در میان گروه های سنی، بالای ۵۵ سال با ۷ درصد و بین ۲۱ تا ۴۰ سال ۵۶/۵ درصد به ترتیب کم ترین و بیش ترین حجم نمونه ی آماری را در بر می گیرند. در میان پاسخ دهندگان ۳۱ درصد دارای مدرک کارشناسی، ۴۳ درصد دارای مدارک کارشناسی ارشد و ۲۶ درصد مابقی دارای تحصیلات بالاتری بوده اند که بیانگر اطمینان بسیار بالا از میزان درک پاسخگویان نسبت به موضوع پژوهش است. همچنین ۳۵/۴ درصد پاسخگویان مجرد و ۶۴/۶ درصد آن ها متأهل بوده اند. پاسخگویان در بخش دوم این پژوهش در پاسخ به پیامدهای ساختاری تغییرات اقلیمی در کلان شهر اهواز کدام ها هستند. شاخص ها و ابعاد موضوع مورد مطالعه در پاسخ به سوال مذکور با استفاده از روش پویایی سیستم در ادامه این مبحث آورده شده است. مشخصات پاسخگویان در جدول شماره (۲) در زیر آورده شده است.

جدول ۲. یافته های توصیفی مربوط به متغیرهای جمعیت شناختی پژوهش

متغیرهای توصیفی	نوع	تعداد	درصد
جنس	مرد	۱۹	۰/۵۴
	زن	۱۶	۰/۴۶
تحصیلات	لیسانس	۱۱	۳۱/۴
	فوق لیسانس	۱۵	۴۲/۸
	بالتر	۹	۲۵/۷
شغل	کارمند	۱۴	۰/۴۰
	دانشگاهی	۹	۲۵/۷
	سایر	۱۲	۳۴/۳

مأخذ: (یافته های پژوهش، ۱۴۰۳).

یافته های پژوهش

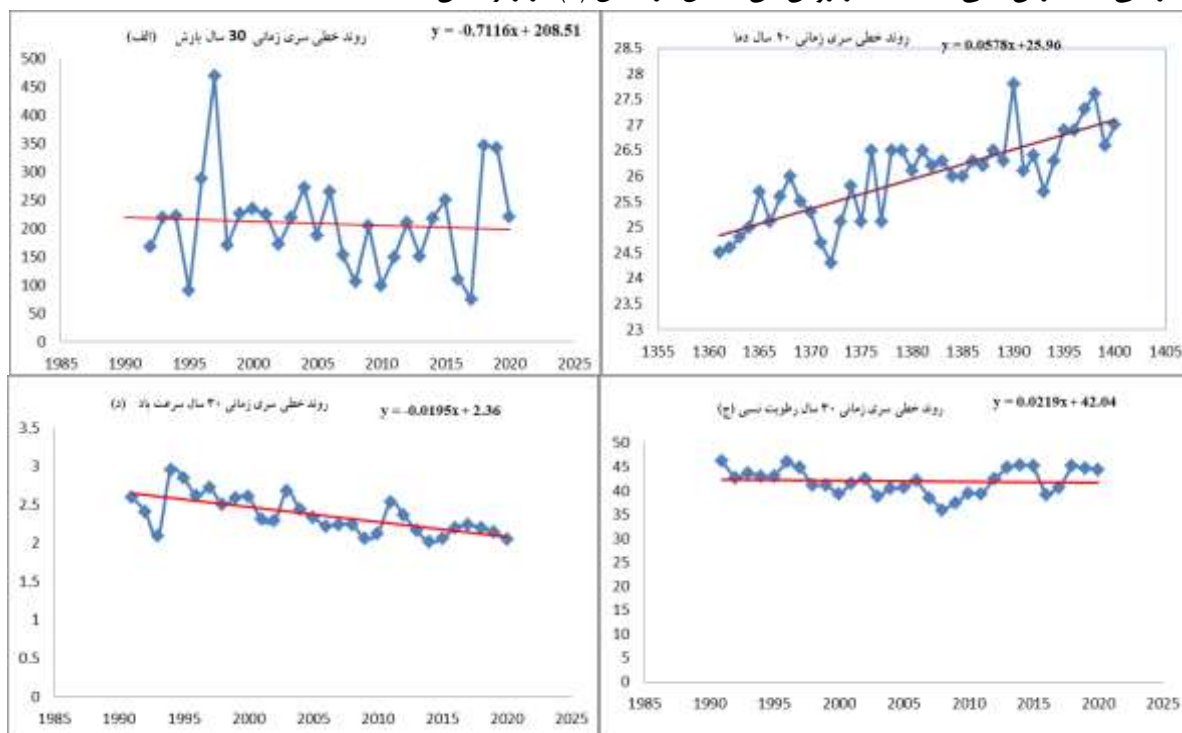
بسیاری از بحث های عمومی پیرامون تغییرات آب و هوایی بر این موضوع متمرکز شده است که کره زمین در قرن آینده چقدر گرم خواهد شد؛ اما تغییرات آب و هوایی فقط به دما محدود نمی شود. تغییرات اقلیمی می تواند بر شدت و فراوانی بارش نیز تأثیر بگذارد، بدین صورت که بارش شدید منجر به سیلاب شهری می شود و کاهش بارش نیز کمبود آب و خشک سالی را در پی دارد (شوسر و همکاران^۱، ۲۰۱۰). شهر اهواز بارندگی های خود را عمدتاً از فعالیت های سیستم های مدیریتانه ای و گاه از فعالیت کم- فشارهای سودانی و کم فشارهای تشکیل شده بر روی صحرای عربستان دریافت می دارد. مهم ترین ویژگی های بارندگی در شهر اهواز، باران های رگباری، درشت دانه و سریع هستند که ظرف مدت کمی باعث آب گرفتگی و سیلاب می شوند.

با توجه به اهمیت تغییرپذیری پارامترهای اقلیمی، ارزیابی سالانه برای داده های مشاهداتی بارش (میلی متر) و دما (ساتی گراد) با استفاده از آزمون من کندال در ایستگاه سینوپتیک اهواز طی دوره ی (۳۰ و ۴۰) ساله مورد بررسی قرار گرفت. روند تغییرات این عناصر اقلیمی دما به صورت افزایشی و بارندگی به صورت کاهش یافته بوده است. طبق بررسی داده ها پارامتر اقلیمی بارش، طی روند ۳۰ ساله (۱۴۰۰-۱۳۷۰) با میانگین (۲۰۸/۵۱) میلی متر نشان داده شده است، بیشترین میزان بارش مربوط به سال ۱۹۹۷ با ۴۶۸/۵ میلی متر و کمترین میزان بارندگی با ۷۴/۵۴ میلی متر مربوط به سال ۲۰۱۷ می باشد. روند خطی سری زمانی داده های بارش در ایستگاه اهواز روند کاهش را نشان می دهد. شکل (الف) در زیر روند تغییرات زمانی پارامتر اقلیمی بارش (میلی متر) در ایستگاه سینوپتیک اهواز نشان داده شده است.

بر طبق بررسی داده های اقلیمی میانگین ۴۰ ساله دما ۲۵/۹۶ میلی متر بوده است، در طی این سال ها حداقل دما با ۲۴/۳ درجه ساتی گراد مربوط به سال ۱۳۷۲ و بیشترین میزان دما با ۲۷/۸ درجه در سال ۱۳۹۰ اتفاق افتاده است. در بررسی سری زمانی دما معلوم گردید هر ساله به دمای میانگین شهر افزوده شده است که با توجه به گرمایش جهانی رخ داده در جهان می توان افزایش روندهای مثبت در شاخص

¹ - Schauser et al

دما را توجیه کرد. با توجه به نمودار شکل (ب)، بررسی روند تغییرات زمانی پارامتر اقلیمی دما در کلان شهر اهواز نشان می‌دهد. روند تغییرات زمانی دما، بارش، دبی با استفاده از روش من-کندال در شکل (۳) در زیر نشان داده شده است.

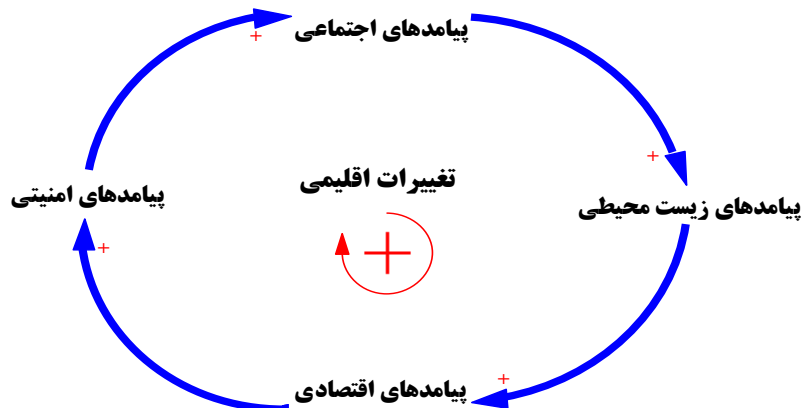


شکل (۳) روند تغییرات دما، بارش، رطوبت و سرعت باد با استفاده از روش من-کندال (منبع: نویسندگان، ۱۴۰۳)

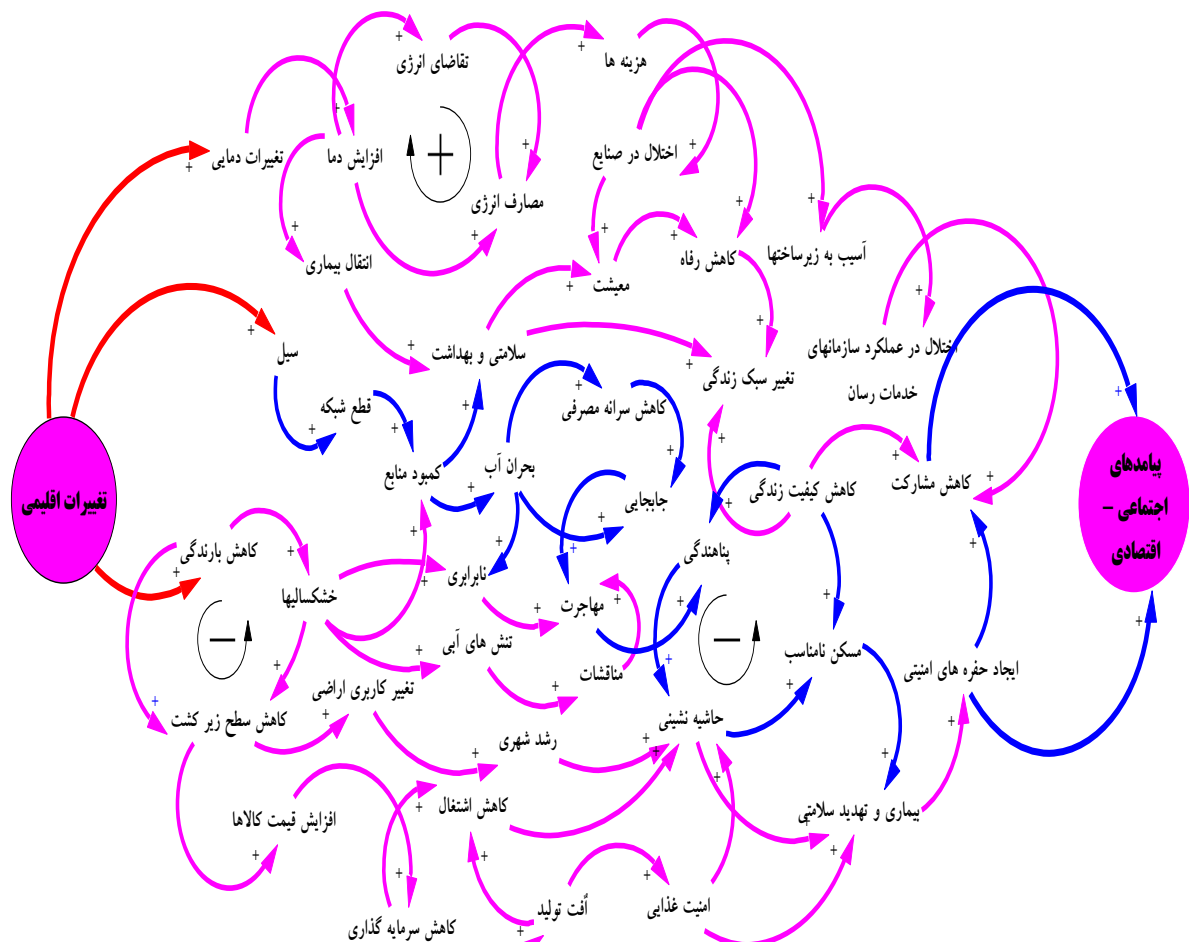
پیامدهای ساختاری تغییر اقلیم در شهر اهواز

در این بخش از پژوهش به ارزیابی پیامدهای تغییرات اقلیمی بر کلیه ابعاد اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و زیست‌محیطی، پرداخته شده است. بررسی پیامدهای تغییرات اقلیمی بر ابعاد مختلف شهری به تصمیم‌گیرندگان جامعه محلی کمک می‌کند که درک کنند چگونه اثرات تغییر اقلیم بر سایر عناصر و ابعاد و سیستم‌های پیچیده اقتصادی، اجتماعی، بوم‌شناختی و ... سرازیر می‌شوند. جهت بررسی پیامدهای تغییرات اقلیمی در شهر اهواز از روش پویایی سیستم از نرم‌افزار و نسیم^۱ استفاده شده است. در مدل پویایی سیستم نمودار علت و معلولی از متغیرهایی که توسط پیکان به هم متصل شده‌اند تشکیل شده است. پیکان‌ها نشان دهنده اثر متغیرها بر یکدیگر است. هر دیاگرام تأثیر با یک نشانه مثبت (+) یا منفی (-) نشان داده می‌شود. در صورتی علامت یک نمودار اثر مثبت است که افزایش در یک متغیر موجب افزایش متغیر دیگر شود و کاهش در یک متغیر موجب کاهش در متغیر دیگر شود (بازخورد مثبت) که در این پژوهش پیکان با رنگ قرمز نشان داده شده است و علامت نمودار در صورتی منفی است که افزایش در یک متغیر موجب کاهش در متغیر دیگر شود و بالعکس (بازخورد منفی) که پیکان با رنگ آبی نشان داده شده است. همان‌طور که مدل کیفی ارائه شده نشان می‌دهد عوامل متعددی در روند شکل‌گیری پیامدها تأثیرگذار هستند که پیامدها خود نیز عامل به وجود آمدن مشکلات دیگری در شهر نیز می‌توانند باشند شکل (۴ و ۵).

^۱- Vensim



شکل ۴. نمودار حلقه علی ابعاد اثرپذیر از تغییرات اقلیمی (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳).



شکل ۵. نمودار علی و معلولی پیامدهای تغییرات اقلیمی در شهر اهواز (منبع: یافته های تحقیق، ۱۴۰۳).

در شکل (۵) نحوه تأثیر هر یک از عوامل بر روی یکدیگر و همچنین تأثیر نهایی که برای یک شهر می‌توانند داشته باشند، نشان داده شده است. با بررسی مهم‌ترین عناصر آب‌وهوایی در چند دهه اخیر به سادگی می‌توان به تغییرات اقلیمی در کلان‌شهر اهواز پی برد. افزایش دما، کاهش بارش، سیل، گردوغبارها، خشک‌سالی و سایر عوامل در بسیاری از پژوهش‌های صورت گرفته رخمون است. نتایج پژوهش و بررسی روابط بین عوامل اثرگذار و ابعاد اثرپذیر حاکی از این می‌باشد که با افزایش دما و کاهش بارندگی در نتیجه تغییرات اقلیمی انسان ساخت، خشک‌سالی به یک موضوع جدی تهدید کننده حیات تبدیل شده و همچنین باعث کاهش موجودی منابع آب می‌شود. یکی از پیامدهای تغییرات اقلیمی در شهر اهواز می‌توان به بخش کشاورزی اشاره نمود. کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های

اقتصادی یک منطقه به شمار می آید و بازده تولید محصولات کشاورزی تا حدود زیادی با شرایط اقلیمی در ارتباط است. افزایش دما، نیاز به آب را به ویژه در بخش کشاورزی افزایش می دهد و کاهش نزولات جوی، تغییر رژیم بارش، کاهش تغذیه آبخوان ها و سفره های آب زیرزمینی و بهره برداری بیش از حد آن ها منجر به کاهش منابع آب ذخیره در لایه های زیرین زمین شده است. در پی خشک سالی و کاهش بارندگی، میزان روان آب ها کاهش یافته و غلظت املاح موجود در رودها افزایش می یابد و این امر علاوه بر کاهش وسعت زمین های زیر کشت، منجر به افزایش شوری زمین های زراعی می گردد و در نتیجه میزان تولید محصولات کشاورزی کاهش خواهد یافت. همچنین در سال های اخیر به دلیل انتقال آب، سدسازی ها و خشک شدن تالاب ها، استان خوزستان و نیز شهر اهواز با بحران کم آبی مواجه شده و در نتیجه این امر امنیت غذایی و اقتصاد شهر به مخاطره افتاده است. منابع آب علاوه بر تأمین آب آشامیدنی و کشاورزی، جهت صنایع از تأمین برق، پتروشیمی، پالایشگاه و دیگر صنایع بزرگ و کوچک استفاده می شود. کاهش منابع آب میزان انرژی تولیدی در نیروگاه های برق آبی را کاهش داده و کاهش منابع آب صنایع منجر به کاهش فعالیت واحدهای صنعتی شده و میزان بیکاری را افزایش می دهد. از دیگر پیامدهای مهم تغییرات اقلیمی در شهر اهواز می توان به خسارات اجتماعی و انسانی که این پدیده ها به بار می آورند اشاره نمود. کمبود منابع آب، فرسایش شدید و کاهش حاصلخیزی خاک به دنبال آن بحران و ناامنی غذایی می تواند به مناقشات امنیتی منجر شود که در شهر اهواز بحران کم آبی همواره زمینه ساز بروز خشونت ها، آشوب ها و برانگیخته شدن برخوردهای قومی و مناقشات سیاسی (در زمینه انتقال آب) بوده است. در زمینه بحران ریزگردها در شهر اهواز می توان به مهاجرت از منطقه، کاهش بازدهی محصولات کشاورزی، افزایش ناراضی از عملکرد دولت، کاهش حاصلخیزی خاک و ... به عنوان مهم ترین پیامدهای امنیتی بحران ریز گرد اشاره نمود. از طرفی دیگر اهواز با بحران آلودگی محیط زیست روبرو است که در طی زمان بشدت افزایش یافته است. صنایع بزرگ از جمله صنعت فولاد، تأسیسات شرکت نفت، فعالیت های حفاری و استخراج نفت و سوزاندن میدان های نیشکر از مهم ترین آلاینده های هوای اهواز هستند. آلودگی هوا علاوه بر تخریب محیط زیست و آسیب های اقتصادی، خطرات جدی برای سلامت انسان به همراه دارد. از طرف دیگر اهواز یکی از گرم ترین شهرهای جهان است که استرس گرمایی به طرز قابل توجهی خطر مرگ و میر قلبی - عروقی، بیماری های ایسکمیک قلبی و مرگ و میر ناشی از بیماری عروق مغزی را افزایش می دهد.

جدول ۳. عوامل اثرگذار و پیامدهای تغییرات اقلیمی در شهر اهواز

عوامل اثرپذیر	جهت	پیامدهای تغییر اقلیم
اجتماعی	افزایشی +	افزایش خشک سالی، افزایش بحران آب، افزایش مهاجرت ها، انتقال بیماری ها، افزایش آلودگی ها، اختلال در عملکردها، تشدید خشک شدن دشت های پیرامونی، بی عدالتی و نابرابری، افزایش فقر، افزایش استرس و فشار روانی
	کاهشی -	کاهش کیفیت زندگی، کاهش سطح توسعه شهر، پایین آمدن سطح بهداشت و سلامتی جامعه، کاهش خدمات دهی، کاهش رفاه، افزایش ناهنجاری ها، افزایش حاشیه نشینی
اقتصادی	افزایشی +	افزایش خشک سالی، افزایش بیکاری، افزایش هزینه های اقتصادی، تقاضای انرژی، افزایش مصرف انرژی
	کاهشی -	کاهش وسعت زمین های زیر کشت، کاهش فعالیت های صنعتی، کاهش تولید محصولات کشاورزی، کاهش اشتغال
امنیتی	افزایشی +	امنیت غذایی، تهدید نواحی صنعتی، قطع شبکه تأمین مواد غذایی، مناقشات، خشونت و درگیری، ریسک سرمایه گذاری، تخلیه سکونتگاه ها، ناامنی
	کاهشی -	اخلال در حمل و نقل، اخلال در معیشت، پناهندگی، کاهش مشارکت، شکاف دولت - ملت
زیست محیطی	افزایشی +	امواج گرما، افزایش تبخیر منابع آب سطحی، بدتر شدن کیفیت هوا
	کاهشی -	کاهش منابع آب، کاهش میزان رواناب ها، کاهش ذخایر آب، کاهش دبی رودخانه، کاهش تغذیه آبخوان ها، کاهش سطح آب در لایه های زیرین

منبع (یافته های تحقیق، ۱۴۰۳)

تغییرات اقلیمی به عنوان یکی از مهم ترین چالش های بشر در عصر حاضر بر تمام ارکان زندگی بشر در سراسر جهان تأثیرگذار می باشد. میزان و نوع تأثیر تغییرات در همه مناطق به یک شکل نبوده است. بخش هایی که به طور مستقیم تحت تأثیر پارامترهای اقلیمی (دما، بارش) هستند مانند کشاورزی، انرژی، منابع آب و محیط زیست بشدت تحت تأثیر قرار می گیرند و اثرات غیرمستقیم بر ابعاد مهم جامعه شهری (اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی) دارند. همان طور که در شکل (۵) به روابط علت و معلولی متغیرها پرداخته و در جدول

(۳) اشاره شده است هر یک از عوامل اثرگذار بر تغییرات اقلیمی در شهر اهواز پیامدهایی را در پی داشته، اما آنچه نتایج نشان می‌دهد این مهم است که تغییرات رخ داده بیشتر از نوع هم‌جهت بوده به این معنا که افزایش دما منجر به افزایش پیامدها شده، در مقابل کاهش بارندگی منجر به کاهش منابع شده و در نتیجه این تغییرات پیامدهایی همچون افزایش بیکاری، کاهش کیفیت زندگی، کاهش تاب‌آوری شهر و در نهایت افزایش مهاجرت‌های اقلیمی در کلان‌شهر اهواز را در پی داشته است و محیط شهری برای سازگاری با تغییرات اقلیمی مجهز نمی‌باشد.

نتیجه‌گیری

تغییرات اقلیمی یک تهدید جدی برای توسعه پایدار شهری است و بسیاری از شهرها را در معرض خطر قرار می‌دهد. چنین تغییراتی پیامدهای مختلفی بر امنیت آب دارد، به‌ویژه در مناطق شهری که به شدت با جمعیت انسانی و فعالیت‌های اقتصادی-اجتماعی متمرکز هستند. صدها میلیون شهرنشین در کشورهای کم درآمد و متوسط در معرض خطر تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم تغییرات آب و هوایی هستند.

علاوه بر این، تغییرات آب و هوایی این پتانسیل را دارد که فشار اقتصادی و اجتماعی بیشتری را بر آن و همه کشورهای خاورمیانه تحمیل کند؛ بنابراین، اینکه تغییرات آب و هوایی آینده چگونه با شرایط اجتماعی-اقتصادی و سیاسی منطقه تعامل خواهد داشت، موضوع مهمی است. تغییرات آب و هوایی همچنین دارای پتانسیل تشدید مسائل اجتماعی و اقتصادی موجود پیش روی مناطق شهری (مانند شهرنشینی سریع، فقر، حاشیه‌نشینی، بحران کم‌آبی) است.

این پژوهش پیامدهای تغییر اقلیم را برای رفاه اجتماعی و توسعه در مناطق شهری، با تمرکز ویژه بر درک تأثیرات تغییرات آب و هوایی بر آسیب‌پذیرترین جمعیت‌ها، در نظر می‌گیرد. از توصیف خطرات مرتبط با آب‌وهوا فراتر می‌رود و به ارزیابی پیامدهای دقیق‌تر برای روابط اجتماعی، معیشت و ارائه خدمات اجتماعی و زیرساختی به گروه‌های کم‌درآمد و به‌ویژه آسیب‌پذیر می‌پردازد. یکی از جنبه‌های مهم ماهیت اجتماعی تغییر اقلیم، تأثیرات متفاوت آن بر ساکنان است، پدیده‌ای که به‌تازگی وارد گفتمان تغییرات آب و هوایی شده است. تأثیرات اجتماعی تغییرات آب و هوایی آن‌هایی هستند که مستقیماً بر سلامت جسمی و روحی ساکنان تأثیر می‌گذارند، از جمله تأثیرات بهداشتی، کمبود آب و غذا، تأثیرات معیشتی و جابجایی‌ها. زیان‌های اقتصادی ناشی از رویدادهای اقلیمی منابع موجود برای رسیدگی به مسائل اجتماعی را کاهش می‌دهد. با تأثیرگذاری بر این منابع، رویدادهای مرتبط با تغییرات اقلیمی می‌تواند تهدیدی جدی برای معیشت شهری باشد. درعین حال، برخی از ویژگی‌های اجتماعی-اقتصادی و جمعیتی، به‌ویژه فقر، می‌تواند آسیب‌پذیری یک شهر را در برابر رویدادهای مشابه افزایش دهد.

پژوهش حاضر از نوع کاربردی - نظری و از حیث ماهیت و روش توصیفی - تحلیلی و اکتشافی می‌باشد. گردآوری داده‌ها و اطلاعات، به‌وسیله مطالعه منابع کتابخانه‌ای - اسنادی برداشت‌های میدانی و مراجعه به سازمان‌ها در شهر اهواز صورت گرفت. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از مدل‌های کمی، نرم‌افزاری، تحلیل آماری و تحلیل ساختاری استفاده شده است. در بخش نخست این پژوهش، به‌منظور تحلیل روند تغییرات اقلیمی در کلان‌شهر اهواز پارامترهای مهم (دما، بارش، رطوبت و سرعت باد) ایستگاه سینوپتیک اهواز، طی بازه زمانی مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت و روند زمانی تغییرات پارامترهای اقلیمی مذکور با استفاده از آزمون ناپارامتری من-کندل در سری زمانی سالانه طی دوره آماری مورد مطالعه محاسبه گردید. به طوری که یافته‌ها بیانگر آن است بارندگی سالانه در ایستگاه اهواز طی روند ۳۰ ساله با میانگین بارش (۲۰۸/۵۱) میلی‌متر و کاهش حدود (۰/۷۱۱) میلی‌متر در هر سال، روند کاهشی داشته است. در طی این سال‌ها حداکثر میزان بارش در سال‌های ۱۳۷۶، ۱۳۷۹ به ترتیب حدود (۴۶۸) و (۲۹۹) میلی‌متر بوده است. همچنین پارامتر اقلیمی دما با میانگین ۲۵/۹۶ میلی‌متر و افزایش ۰/۵۷ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که طی روند سری زمانی مذکور تغییرات اقلیمی بر شهر اهواز در وجه افزایش دما و کاهش بارش، خود را نشان داده است و پیامدهایی را برای کلان‌شهر اهواز در پی داشته است. سپس با استفاده از مدل پویایی سیستم به بررسی روابط علی و معلولی متغیرها پرداخته شد. نتایج حاصل از مدل‌سازی کیفی و بررسی رابطه علی و معلولی نشان داد که تغییرات اقلیمی در شهر اهواز پیامدهای اجتماعی - اقتصادی متنوعی را در برداشته است اثرات مستقیمی بر بخش‌های مختلف زیرساختی و مدیریتی (کاهش سرمایه‌گذاری، آسیب به زیرساخت‌ها، افزایش هزینه‌ها، حاشیه‌نشینی و

رشد نامناسب شهری، منابع آبی، تولیدات کشاورزی، مصارف و تقاضای انرژی) داشته و متغیرهای کاهش منابع آبی، امواج شدید گرما و کاهش بارندگی مهم‌ترین فاکتورهای اهرمی مدل می‌باشند. ماهیت منحصربه‌فرد تأثیرات متقابل اجتماعی و اقتصادی تغییر اقلیم در مناطق شهری از طریق تحقیقات تجربی به طور فزاینده‌ای روشن شده است: دو موضوع اصلی در رابطه با این تأثیرات از این بررسی پدیدار می‌شود. اولاً، تغییرات آب و هوایی این پتانسیل را دارد که به عنوان یک «ضریب افزایش تهدید» در چالش‌های اجتماعی و اقتصادی متنوعی که در حال حاضر شهرها با آن روبرو هستند عمل کند. شهرهای سراسر جهان با فقر و گرسنگی، افزایش تقاضا برای منابع و رکود اقتصادی بدون توجه به تغییرات آب و هوایی مواجه هستند. شواهد حاکی از آن است که تغییرات آب و هوایی در بسیاری از موارد، مقابله با این چالش‌ها را برای شهرها دشوارتر می‌کند، یعنی با تداوم فقر، فشار بیشتر بر منابع محدود و در عین حال ارائه خدمات را دشوارتر می‌کند. دوم، به نظر می‌رسد که خطرات تغییرات آب و هوایی اغلب با این چالش‌های موجود و تأثیراتشان بر شهرها با یکدیگر ترکیب می‌شوند. اثرات توزیعی تغییرات آب و هوایی در شهرهای سراسر جهان می‌تواند نابرابری‌های اجتماعی - اقتصادی را تشدید کند و اتخاذ سیاست‌هایی را که جوامع عادلانه و پایدار را تشویق می‌کنند، دشوارتر کند. رشد سریع جمعیت شهری باعث تقاضا برای منابع از جمله آب آشامیدنی می‌شود که ممکن است در نتیجه تغییرات آب و هوایی از نظر فراوانی یا کیفیت کاهش یابد. ترکیبی از تأثیرات اجتماعی (مانند از دست دادن معیشت، مهاجرت) و تأثیرات اقتصادی (آسیب به صنعت و زیرساخت‌ها) می‌تواند تأثیرات تجمعی یا چند گانه‌ای داشته باشد که در نهایت با عملکرد و فعالیت جوامع در مناطق شهری تداخل داشته باشد. توانایی مناطق شهری برای رویارویی با این چالش‌ها به حکمرانی در سطوح مختلف و درک کافی و اساسی از آسیب‌پذیری‌های محلی بستگی دارد. تحقیقات آتی باید بر کمی کردن تأثیرات تغییر اقلیم بر شهرهای خاص با توجه به آسیب‌پذیرترین گروه‌ها و تنوع درون این گروه‌ها تمرکز کند. در نهایت، تلفیق مداوم جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی تغییرات آب‌وهوا با خطرات فیزیکی تصویر کامل‌تری از آسیب‌پذیری شهری ایجاد خواهد کرد.

منابع و مأخذ:

- کرمی، صادق (۱۳۹۹). بازکاوی پیامدها و شیوه‌های مدیریت تغییرات اقلیمی (نمونه موردی: حوضه آبریز مرکزی ایران). نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیستم، شماره ۵۹، ص ۱۹.
- صیدی و گندم‌گار (۱۴۰۰). بررسی تغییرات اقلیمی شهر اهواز در رابطه با توسعه منطقه‌ای و برنامه‌ریزی شهری. نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال سیزدهم (۲)، ۱۵۶-۱۵۱.
- معاونت برنامه‌ریزی و توسعه سرمایه انسانی شهرداری اهواز (۱۴۰۰). سالنامه آماری.
- مرادی، هوشنگ؛ ملکی، سعید و سعید امانپور (۱۴۰۲). چارچوب مفهومی سنجش و ارزیابی امنیت آب شهری (مورد مطالعه: کلان‌شهر اهواز). فصلنامه علوم محیطی، ۴ (۲۲)، ۲۲۶-۲۰۹.
- ملکی، سعید و مرادی، هوشنگ (۱۴۰۲). ارزیابی امنیت اجتماعی کلان‌شهرها در شرایط تغییر اقلیم با استفاده از مدل پویایی سیستم (مورد مطالعه: کلان‌شهر اهواز). جغرافیای اجتماعی شهری، ۱ (۱۲)، ۱۲۶-۱۴۵.
- Alizadeh, H., Sharifi, A. (2020). Assessing Resilience of Urban Critical Infrastructure Networks: A Case Study of Ahvaz, Iran. Sustainability 2020, 12, 3691; doi:10.3390/ su12093691.
- Chenchon, Shi. (2022). How climate change is going to affect urban livability in China. Climate Services 26 (2022) 100284.
- Gasper, R. (2011). Social and economic impacts of climate change on the urban environment. Social and economic impacts in urban environment, 3, 150. DOI 10.1016/j.cosust.2010.12.009.
- Hallegatte, S.C., Green, R. J. N. and J. Corfee, M. (2013). Future flood losses in major coastal cities. Nat. Clim. Change 3 (9): 802-806. <https://doi.org/10.1038/nclimate1979>.
- Isler, P. L., J. Merson, and Roser, D. (2010). Drought proofing Australian cities: Implications for climate change adaptation and sustainability. Int. J. Soc. Behav. Educ. Econ. Bus. Ind. Eng. 4 (10): 351-359.
- Khoshji, M. F., Akbary, M. (2020). Impacts of global warming on extreme temperatures in west of Iran. Climate Change Research. 1(4): 11-19. DOI: 10.30488/CCR.2020.237152.1008.
- Ki-moon B., Gates, B., Georgieva K., Adesina A., Andersen I and Bachelet, M. (2019). Global Commission on Adaptation, World Resources Institute; Washington, DC: 2019 Sep 13. Adapt now: a global call for leadership on climate resilience.
- King, A. D. and Harrington, L.J. (2018). The inequality of climate change from 1.5 to 2°C of global warming. Geophys. Res. Lett. 45, 5030-5033. doi: 10.1029/2018GL078430.
- Khavarian, G. (2019). Climate change and environmental degradation and the drivers of migration in the context of shrinking cities: a case study of Khuzestan province, Iran. Sustainable Cities and Society, S2210-6707(18)30762-5, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101480>.
- Mirzabaev, A. (2023). Severe climate change risks to food security and nutrition. Climate Risk Management 39 (2023) 100473.
- Matthew, A. (2022). Research note: Climate change, peri-urban space and emerging infectious disease. Landscape and Urban Planning 218 (2022) 104298.
- Leichenko, R. (2011). Climate change and urban resilience, Curr. Opin. Environ. Sustain., vol. 3, no. 3, pp. 164- 168, 2011.
- Nguyen, T., Huong, T. (2017). Education to increase climate change adaptation for a Vietnamese community's coastal members. PhD thesis, James Cook University. 22
- Narain, V., M. S. A. Khan, R. Sada, S. Singh, and A. Prakash. (2013). Urbanization, peri-urban water (in) security and human well-being: A perspective from four south Asian cities." Water Int. 38 (7): 930-940. <https://doi.org/10.1080/02508060.2013.851930>.
- Nazemi, A., Wheeler, H. S., Chun, K. P., Bonsal, B and Mekonnen, M. (2017). Forms and drivers of annual stream flow variability in the headwaters of Canadian Prairies during the 20th century. Hydrological Processes. <http://dx.doi.org/10.1002/hyp>.
- Paterson, B., Charles, A. (2019). Community-based responses to climate hazards: typology and global analysis. Climatic Change 152, 327-343 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2345-5>.

- Salimi, M.S and Ghamdim, G. (2019). Climate change impacts on critical urban infrastructure and urban resiliency strategies for the Middle East. *Sustainable Cities and Society*, S2210-6707(19)31587-2, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101948>.
- Sadoff, C.W. (2015). *Securing water, sustaining growth: Report of the GWP/OECD task force on water security and sustainable growth*. Oxford, UK: Univ. of Oxford.144.
- Seishfer, J. (2022). Climate Change: Human Security Between Conflict and Cooperation. In book: Lester R. Kurtz (Ed.), *Encyclopedia of Violence, Peace, and Conflict* (Vol. 1) (pp.807-819) Publisher: Elsevier, Academic Press. DOI: 10.1016/b978-0-12-820195-4.00087-x.
- Schauser, I., Otto, S., Schneiderbauer, S., Harvey, A., Hodgson, N., Robrecht, H and McCallum, S. (2010). *Urban regions: vulnerabilities, vulnerability assessments by indicators and adaptation options for climate change impacts*. European Topic Centre on Air and Climate Change (ETC/ACC): Bilthoven.
- Kilstrom, T. (2014). Climate change threats to population health and well-being: the imperative of protective solutions that will last. *Glob Health Action* 3;6:20816. doi: 10.3402/gha.v6i0. 20816.
- United Nations. (2019). *What are the Sustainable Development Goals*. United Nations Development Programme. Retrieved 6 September 2020.
- UN (United Nations). (2012). *World urbanization prospects: The 2014 revision, highlights* (ST/ESA/SER. A/352). New York: UN.35.
- Varis, O., A. K. Biswas, C. T and Lundqvist, J. (2006). Megacities and water management. *Int. J. Water Resour. Dev.* 22 (2): 377– 394. <https://doi.org/10.1080/07900620600684550>.
- Zhang, L.P., Zhou, P., Qiu, Y.Q., Su, Q and Tang, Y.L. (2020). Reassessing the climate change cooperation performance via a non-compensatory composite indicator approach, *Journal of Cleaner Production* (2020), Val 252, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119387>.