

ارزیابی شاخص‌های پایداری زیست‌محیطی با تأکید بر آلودگی هوا و آلاینده‌های صنعتی، مطالعه موردی: کلان‌شهر اهواز

محمدعلی فیروزی^۱، مصطفی محمدی ده‌چشمه^۲، جعفر سعیدی^{۳*}

۱. دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲. استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز

۳. کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز

دریافت: ۹۴/۰۵/۱۸ پذیرش: ۹۵/۰۱/۲۲

Evaluation of Environmental Sustainability Indicators, With emphasis on air pollution and industrial pollutants, Case Study: Ahvaz Metropolis

Mohammad Ali Firoozi¹, Mostafa Mohammadi Deh cheshme², *Jafar Saeedi³

1. Associate Professor of Geography and Urban Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz

2. Assistant Professor of Geography and Urban Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz

3. M.A, Geography and Urban Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz

Received: 2015/08/09 Accepted: 10/04/2016

Abstract

Evaluation of environmental sustainability is inevitable because this is one of the most important tools in the planning process due to sustainable development policy making and planning. This research has a descriptive-analytical and applied method. The aim of study is to assess the environmental sustainability indicators in Ahvaz Metropolis with emphasis on air pollution and industrial pollutions. To achieve the purpose, we have used the indices of AHP for scoring. To analyze spatial data, GIS software is used. To evaluate urban environmental sustainability, we have also emphasized on two indicators of air pollution and industrial pollutions. The findings of the research indicate that the city of Ahvaz has instable environmental conditions based on air pollution. One region with effect coefficient 0.326 has the highest weight and the second region with the weight 0.033 has the lowest rates of infection among other regions. The dust storms also affect the areas of the city of Ahvaz. Evaluation of industrial pollution also shows that eight regions of the city have the highest infection rate effect (0.331) and district one with effect coefficient of 0.024 has the lowest level of industrial pollution in the urban areas.

Keywords

Planning of Sustainable Development, Environmental sustainability, Air Pollution, Industrial Pollutions

چکیده

ارزیابی پایداری زیست‌محیطی، یکی از مهم‌ترین ابزارها در فرآیند برنامه‌ریزی توسعه پایدار است که توجه به آن در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها امری اجتناب‌ناپذیر است. این تحقیق از نوع کاربردی و روش آن توصیفی-تحلیلی می‌باشد. هدف تحقیق، ارزیابی شاخص‌های پایداری زیست‌محیطی کلان‌شهر اهواز با تأکید بر شاخص‌های آلودگی هوا و آلاینده‌های صنعتی است. برای دستیابی به هدف مذکور، شاخص‌ها در چارچوب مدل وزن‌دهی AHP و وزن‌دهی گردیدند و برای تحلیل مکانی-فضایی داده‌ها، از نرم‌افزار GIS استفاده شده است. شاخص‌های این تحقیق برای ارزیابی پایداری زیست‌محیطی شهری، با تأکید بر دو شاخص آلودگی هوا و آلاینده‌های صنعتی بررسی گردید. یافته‌های تحقیق، بیانگر آن است که شهر اهواز، بر اساس شاخص آلودگی هوا، در شرایط زیست‌محیطی ناپایداری قرار دارد، به طوری که منطقه یک با ضریب اثر (۰/۳۲۶)، بالاترین ارزش وزنی و منطقه دو، با وزن (۰/۰۳۳)، دارای کم‌ترین میزان آلودگی نسبت به سایر مناطق است. همچنین زیر شاخص طوفان‌های گرد و غبار هم به صورت کلی مناطق شهر، اهواز، را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ارزیابی حاصل از آلودگی صنعتی نیز نشان می‌دهد که منطقه هشت شهری بالاترین میزان آلودگی را با ضریب اثر (۰/۳۳۱)، دارد و منطقه یک با ضریب اثر (۰/۰۲۴)، کم‌ترین میزان آلودگی صنعتی را در بین مناطق شهری دارد.

واژه‌های کلیدی

برنامه‌ریزی توسعه پایدار، پایداری زیست‌محیطی، آلودگی هوا، آلاینده‌های صنعتی

مقدمه

شهر سیستمی است در نهایت پیچیدگی که به واسطه شرایط اجتماعی، اقتصادی، محیطی، ارتباطات و فرآیندها شکل یافته است (Fargkou, 2009:26). شهرنشینی هم به عنوان دومین انقلاب در فرهنگ انسان، باعث دگرگونی در روابط متقابل انسان‌ها با یکدیگر شده، با افزایش جمعیت شهرنشین، بهره‌برداری از محیط تشدید می‌گردد. در چند دهه گذشته رشد شتابان شهرنشینی و گسترش فعالیت‌های صنعتی، زیرساخت‌های شهری را کاهش و ضایعات زیست‌محیطی را افزایش داده است و شهرها به طور فزاینده‌ای در معرض بحران‌های ناگوار، به ویژه در کشورهای در حال توسعه هستند.

فقر، تخریب محیط زیست، فقدان خدمات شهری، نزول زیربنای موجود، فقدان دسترسی به زمین و سرپناه مناسب، از جمله بحران‌های مربوط به این موضوع هستند (سرایی و مویدفر ۱۳۸۹: ۴۸). در حال حاضر انسان با چالش بی‌سابقه‌ای در زمینه‌های زیست‌محیطی مواجه شده است. توافق گسترده‌ای در مورد این موضوع بین صاحب‌نظران زیست‌محیطی وجود دارد که اکوسیستم کره زمین دیگر نمی‌تواند سطوح کنونی فعالیت‌های اقتصادی و مصرفی و روند رو به رشد آن را تحمل کند و دیگر قادر به پایداری نیست، زیرا فشارها و بار وارده بر طبیعت دوبرابر شده است (حسین‌زاده دلیر و ساسان‌پور، ۱۳۸۶: ۲). در کل چالش‌های زیست‌محیطی پیش روی شهر قرن بیست و یکم را می‌توان این‌گونه ترسیم کرد:

- بروز آلودگی هوا و توزیع گازهای سمی معلق در هوا به سبب استفاده از سوخت‌های فسیلی؛

- آلودگی هوا و صدا باعث افزایش بیماری‌های مختلف شده و آرامش بشر را در شهر به مخاطره افکنده است؛

- آلودگی آب‌های زیرزمینی و سطحی توسط انواع فاضلاب‌های شهری و تخلیه سفره آب‌های زیرزمینی؛

- آشفته‌گی سیمای شهرها بر اثر دخالت‌های انسانی (Huang, 1998: 483).

در این راستا، کلان‌شهر اهواز هم به دنبال تمرکز فزاینده جمعیت و فعالیت و فشارهای ناشی از آن، رشد فوق‌العاده‌ای را تجربه کرده است که با خسارات فراوانی به محیط زیست اطراف آن، همراه بوده است. شهر اهواز به دلیل وجود منابع غنی نفت و گاز و نیز صنایع پتروشیمی، صنایع بزرگ فلزی و غیرفلزی، سلولزی و برق و نیز شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب در اکثر فصول سال دارای آلودگی هوا است. بالا بودن میزان مصرف سوخت فسیلی در بخش صنایع و خودروها و نیز منابع متفرقه نظیر

گرد و غبار فصلی ناشی از هم‌جواری با بیابان‌های خشک در غرب و سوزاندن مزارع، استفاده از سموم مختلف کشاورزی در سطح وسیع و تولید فاضلاب خانگی و صنعتی زیاد در بسیاری از مواقع میزان آلاینده‌های زیست‌محیطی را تا حد خطرناک بالا می‌برند. این وضعیت سبب شکنندگی و آسیب‌پذیری محیط زیست این شهر شده است. وضعیت نامناسب آلودگی در محیط زیست شهر اهواز بر پایداری زیست‌محیطی شهر تأثیر منفی می‌گذارد و شرایط زیست انسان در شهر را تنزل می‌دهد (سازمان حفاظت محیط زیست خوزستان، ۱۳۸۷).

آلودگی هوا و آلاینده‌های صنعتی از مهم‌ترین شاخص‌ها در ارزیابی پایداری زیست‌محیطی هستند. بنابراین توجه به این شاخص‌ها، جهت برنامه‌ریزی‌های کلان و دستیابی به شهری پایدار، امری ضروری به نظر می‌رسد همچنین شناخت و ارزیابی این شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر پایداری و ناپایداری کلان‌شهر اهواز و ارائه الگوهای مناسب پایداری و مدیریت الگوهای ناپایداری زیست‌محیطی، اهمیت و ضرورت این تحقیق را روشن می‌سازد. این پژوهش با رویکردی آسیب‌شناسانه، ارزیابی عوامل بسترساز ناپایداری زیست‌محیطی در این شهر با تأکید بر آلودگی هوا و آلودگی فعالیت‌های صنایع شهری را به چالش کشانده است. هدف کلی از تدوین این پژوهش ارزیابی شاخص‌های پایداری زیست‌محیطی در شهر اهواز است. در نهایت تحقیق حاضر به دنبال پاسخگویی به این سؤال است که شاخص‌های بهینه برای سنجش ناپایداری زیست‌محیطی شهری کدامند و این شاخص‌ها چگونه بر آلودگی هوا و آلودگی صنعتی در شهر اهواز اثر گذارند؟

مبانی نظری

تمدن اکولوژیکی نتیجه تفکر عمیق در تمدن صنعت زده و آثار آن است و بوم شهر ظرف و محملی برای تمدن فرا صنعتی و اکولوژیکی می‌باشد (Mostafavi, 2010: 6). مفهوم پایداری هم‌ریشه در یک اصل اکولوژیک دارد. بر اساس این اصل، اگر در هر محیطی به اندازه توان طبیعی تولید محیط زیست، بهره‌برداری یا بهره‌وری انجام شود، اصل سرمایه منابع اکولوژیک به طور پایدار باقی می‌ماند و استفاده انسان‌ها از محیط به اندازه آن توان تولیدی، همیشه پایدار است. بنابراین، میزان استفاده انسان در آن محیط زیست معین، که درخور توان‌ها و ظرفیت‌های محیط است، به این خاطر که به اندازه تمام تولید است، بازده حداکثر و یا بیشینه را نیز دارد (مخدوم، ۱۳۷۸: ۴۲).

نایپایداری زیست‌بوم شهری

قیاس ارگانیک (اندموگرگی) از شهر به عنوان موجودی زنده از استعاره‌های معمول در حوزه مطالعات شهری می‌باشد که در آن شهر همواره به عنوان یک ارگانسیم از سلول‌های زنده (پدیده‌ها و عناصر) تشکیل شده است و در نهایت به یک کل منسجم اکولوژیک شکل داده است. بر این اساس بهره‌گیری از مفاهیم بیولوژیک مورد استفاده در علوم زیستی از گذشته‌های دور به عنوان عوامل پیوندی انسان و شهر (به عنوان موجوداتی زنده) محسوب شده‌اند. شکل‌گیری نظریاتی چون شهر- جنگل، داروینیسیم شهری، متابولیسم شهری و تمثیل‌هایی از فضاهای سبز شهری به عنوان شش‌های تنفسی شهر، شبکه‌های ارتباطی به عنوان رگ‌ها و مویرگ‌ها، مرکز شهر به عنوان قلب انسان و غیره همگی بر زنده بودن، پویایی و نظام ارگانیک شهری تأکید دارند (White, 2003: 50).

نگرش بوم‌شناسانه و پایداری شهرها

از دیدگاه نگرش بوم‌شناسانه اگر بتوان شرایط زیر را برقرار کرد دستیابی به توسعه پایدار شهری میسر خواهد بود:

الف- به حداقل رساندن پیامدهای زیست‌محیطی منفی الگوهای تولید، توزیع و مصرف شهری برای ساکنان و منطقه آن.

ب- نرخ بهره‌وری، از منابع (ماده و انرژی) کمتر از نرخ بازتولید و احیاء آن باشد.

ج- نرخ انتشار آلودگی‌ها، کمتر از قدرت جذب آن‌ها توسط طبیعت (محیط زیست) باشد (صرافی، ۱۳۷۹: ۹).

پیدایش مفهوم پایداری در دهه ۱۹۷۰ را می‌توان نتیجه رشد منطقی و آگاهی تازه‌ای نسبت به مسائل جهانی محیط زیست و توسعه دانست (بحرینی، ۱۳۸۷: ۸). در واقع دانشمندی که اکولوژی به هم ریخته شهرها را مطالعه می‌کند، هدف اصلی‌شان یافتن بهترین راه حل برای تلفیق طبیعت درون شهر است. (Erlhoff and Marshall, 2008: 262).

پایداری محیط زیست شهری

پایداری اساساً به معنی «ثبات تعادل در طول زمان» است. تعادل تنها در صورتی می‌تواند حاصل شود که تمام نیروهای بر هم زنده تعادل حذف شوند، یا نیروهای مخالف بر خنثی کردن آن بپردازند. علاوه بر این در پایداری، نیاز به رهیافت کل‌نگرانه است. همان‌طور که جزئیات را مورد توجه قرار می‌دهد به کل نیز توجه می‌نماید. از طرف دیگر پایداری دلالت بر «نگهداری منابع و ثروت‌ها توسط هر نسل یا هر سطح از توسعه انسانی» دارد (مولایی، ۱۳۸۸: ۴۱۷).

پایداری امری نیست که مردم به سادگی با مقررات و آیین‌نامه‌های

آن موافقت کنند، در نتیجه می‌بایست توسط مشارکت انجمن‌ها در یک مدیریت کارآمد منابع به همراه نگاهی به تساوی حقوق که از پایه‌های سطوح پایداری است، انجام گیرد (Munier, 2005: 5).

محیط زیست شهری هم فضای پیرامون ساکنین شهرهاست که در آن حیات و زندگی جریان دارد. محیط زیست شهری از سه بخش عمده شکل گرفته است و شامل: ۱. محیط طبیعی شهر (فضاهای سبز باغات و غیره)، ۲. محیط اجتماعی و اقتصادی شهر، ۳. محیط مصنوع شهر.

از دیدگاه کل‌نگر، می‌توان مجموع سه محیط فوق را در ارتباط متقابل با یکدیگر، محیط اکولوژیک شهری نامید که از آن به نام زیست‌بوم شهری نیز یاد می‌شود. واژه پایداری که برای اولین بار به طور رسمی در قالب الگوواره توسعه پایدار توسط برانت‌لند در سال ۱۸۹۱ در گزارش آینده مشترک ما مطرح شد به اداره و بهره‌برداری صحیح و کارا از منابع پایه، طبیعی، مالی و نیروی انسانی برای دستیابی به الگوی مصرف مطلوب، که با به کارگیری امکانات فنی و ساختار و تشکیلات مناسب برای رفع نیاز نسل امروز و آینده به طور مستمر و رضایت‌بخش، امکان‌پذیر می‌شود، اشاره دارد (بحرینی، ۱۳۷۴: ۷۵).

در این راستا یک شهر اکولوژیک پایدار، شهری است که از منابع طبیعی منطقه خود به حد مطلوب بهره‌برداری کرده و خودکفا باشد و به ساکنین خود معنا بخشد و اکثر قریب به اتفاق ساکنین این شهر، از سکونت در این فضا احساس رضایت داشته باشند. واژه شهر پایدار گستره مفهومی وسیعی را در بر می‌گیرد. بنیادهای شهر پایدار را می‌توان در هفت بعد مورد بررسی قرار داد که عبارت‌اند از: اقتصاد شهری، جامعه شهری پایدار، سرپناه شهری پایدار، زیست‌بوم شهری پایدار، دسترسی شهری پایدار، زندگی شهری پایدار و مردم‌سالاری شهری پایدار.

در نهایت منظور از پایداری زیست‌محیطی، حفاظت محیط زیست برای بقای تمامی اجتماعات در نظامی عادلانه می‌باشد و نه نگهداشت وضع موجود، در مزیت‌های محیطی برای لذت‌جویی‌های اقلیتی از جهانیان. پایداری زیست‌محیطی، به عنوان زیربنای توسعه پایدار شناخته می‌شود. بر این اساس سازمان ملل اعلام کرده است که مهم‌ترین اصل در برنامه‌ریزی توجه به شرایط مکانی برنامه می‌باشد. برای پایداری زیست‌بوم مناطق، باید به کاربری‌های زمین توجه وافر داشت. چرا که در تأمین آب، انرژی، غذا و فضای سبز نقش کلیدی دارد. از طرفی توجه به خطرات سوانح طبیعی از جمله خطر سیل، زلزله، خشک‌سالی، آتش‌سوزی و ... در شکل‌دهی به پایداری زیست‌بوم نقش قابل توجهی دارد.

در نتیجه امروزه در شهرها وجود آلودگی‌های زیست‌محیطی از قبیل آلودگی آب و هوا، آلودگی صوتی، آلودگی بصری، تخریب

می‌باشد. پیچیدگی و تنوع این زیرسیستم‌ها، باعث می‌شود تا نظرات بیش‌تر و متنوع‌تری در این زمینه ارائه شود. از طرفی به علت عدم قطعیت‌ها و غیر قابل پیش‌بینی بودن این زیرسیستم‌ها و با توجه به این که نقش اصلی را در این حالت انسان بر عهده دارد، راه‌حل‌ها نیز به سناریوهای کوتاه‌مدت، مقطعی و وابسته به مکان محدود می‌شوند. راجرز در سال ۱۹۹۸، مفهوم پایداری درونی شهر را به این صورت بیان می‌کند که شهر باید بتواند اهداف اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، سیاسی، فیزیکی و محیط زیستی ساکنان خود را تأمین کند (جعفری، ۱۳۸۷: ۵۲). از نظر او ویژگی‌های چنین شهری عبارتند از:

- دسترسی یکسان به خدمات اساسی برای همه شهروندان؛
- زیبایی شهر از نظر هنر و معماری؛
- خلاقیت در فعالیت‌های انسانی؛
- کارایی استفاده از منابع طبیعی و حداقل اثرات اکولوژیکی؛
- تنوع، تراکم و یکپارچگی؛
- تحرک و پویایی.

مشکلات و معضلات زیست‌محیطی کلان‌شهرها

در تعریف زیان‌های زیست‌محیطی می‌توان گفت: خساراتی هستند که بر اشخاص یا اشیاء از طریق محیط زیستی وارد شود، که در آن زندگی می‌کنند. در این‌جا، محیط زیست منبع خسارت است، نه زیان‌دیده. برخی دیگر بر این باورند که این خسارات، ناشی از آلودگی است و مرتبط با همه خساراتی است که در کاهش عناصر طبیعی (آب، هوا، صدا) دخیل است (ادهمی و اکبرزاده، ۱۳۹۰: ۴۴). نگرانی ناشی از معضلات زیست‌محیطی، نخستین بار در مقیاسی گسترده در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ بروز کرد (الیوت، ۱۳۸۴: ۳۲). اهمیت مسائل محیط زیست شهری هیچگاه به اندازه امروز نمایان نبوده است. چون امروزه شهرها به عنوان مهم‌ترین دستاورد تلاش‌های تکنولوژیکی، اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی انسان محسوب می‌شوند (خدایی و پورخیری، ۱۳۸۸: ۱۳۱). جدول ۱، آثار شهرها بر هوا را نشان می‌دهد.

جدول ۱. آثار شهرها بر هوا: شناخت و اقدام

آثار شهرها بر هوا	زمان شناسایی	زمان اقدام
جزایر حرارتی شهری	اوایل دهه ۱۹۷۰	نسبی، معلق
کیفیت هوای شهرها	از عهد عتیق	نسبی از دهه ۱۹۵۰
اسیدی شدن مناطق	دهه ۱۹۵۰	اوایل ۱۹۷۰
اثر گلخانه‌ای گازها	۱۸۹۶، ۱۹۶۰	در حد پیشنهاد
تخریب لایه ازن	۱۹۷۴	امضاء پروتکل مونترال

مأخذ: بحرینی، ۱۳۷۶: ۳۲

منابع و بهره‌برداری نامطلوب آن نمودی از ناپایداری زیست‌محیطی می‌باشد (محمدی ده‌چشمه، ۱۳۹۱: ۶-۳).

در پایداری محیط شهری، هدف این است که سرمایه‌ها یا منابع آن شهر به گونه‌ای حفظ شده و یا حداقل ثابت بماند. زمین یک منبع طبیعی است که در مباحث اقتصادی به عنوان یک موضوع مهم وارد شده است، مطالعه اقتصاد زمین در واقع نقطه شروع مطالعه اقتصاد منابع می‌باشد (سوری و ابراهیمی، ۱۳۸۵: ۶۵).

در کل مسئله پایداری شهرها را می‌توان به دو بخش اصلی پایداری درونی و بیرونی تقسیم کرد که در هر مورد نظریات مختلفی مطرح شده است.

پایداری بیرونی شهرها

پایداری بیرونی شهرها، به ارتباط آن‌ها به عنوان یک سیستم زنده و پویا با بستر طبیعی خود و شبکه شهرها و روستاهای منطقه اطراف و سایر مناطق جهان اشاره دارد. در زمینه ارتباط شهر با بستر خود می‌توان به دو الگوواره مهم، یعنی متابولیسم شهری و ردپای اکولوژیک (بوم‌شناختی) اشاره کرد. در مدل متابولیسم شهری که نمونه‌ای از آن توسط ویلیام ریس^۲ در سال ۱۹۹۷، ارائه شده است، شهر به عنوان یک سیستم اقتصادی در نظر گرفته می‌شود که جریانی خطی و یک‌سویه از مواد و انرژی از طبیعت وارد شهر شده و از طرف دیگر خارج می‌شود. در این حالت، به فرض هم که سیستم شهر پایدار باشد، در واقع این پایداری محدود به مکان شهر بوده و از طریق ایجاد ناپایداری درازمدت در عرصه‌های گسترده محیط خارج به دست آمده است. به عبارت دیگر پیش‌نیاز شهر پایدار، پایداری عرصه گسترده‌تری است که جایگاه نظام‌های پشتیبان، حیات آن است. بر این اساس پایداری شهری، در پیوندی تنگاتنگ با سلسله‌مراتب فضایی از سطح جهانی تا سطوح منطقه‌ای و محلی قرار می‌گیرد (جعفری، ۱۳۸۷: ۵۰). هم‌چنین در مدل گسترده متابولیسم شهری، که توسط کن‌ورتی و نیومن^۳ ارائه شده، شهر به عنوان یک سیستم در نظر گرفته شده که طرز کار آن شبیه نظام‌های بیولوژیک (طبیعی) می‌باشد که در آن‌ها ورودی منابع با خروجی آن و زیست‌پذیری آن در تعادل می‌باشد.

پایداری درونی شهرها

پایداری درونی، مربوط به کیفیت فرایندها و مفاهیم پایداری در درون شهر بوده و شامل زیرسیستم‌های انسانی موجود در شهر

2. William Rees

3. Kenworthy and Newman

افزایش جمعیت به احداث کارخانه‌های بیش‌تر و مصرف بیش‌تر سوخت‌های فسیلی، ترافیک متراکم‌تر، استفاده از انواع کاربری‌ها و دستگاه‌های خنک‌کننده در مناطق شهری و در مجموع به ایجاد انواع گازهای مضر در جو منجر شده است. رهاسازی این گازها و مواد آلاینده مضر در فراز شهرهای صنعتی باعث افزایش روزهای پر دود و مه‌آلود شده است. مطالعات انجام شده در زمینه بیماری‌های مسری، آلودگی هوا را یکی از دلایل اصلی افزایش بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی و مرگ‌ومیر ناشی از آن معرفی می‌کند (نصرالهی و غفاری، ۱۳۸۸: ۱۱۲).

با تمام مسائل زیست‌محیطی که واحدهای تولیدی و صنعتی می‌توانند ایجاد نمایند، واضح است که هرگاه، صنایع، در نزدیکی مناطق حساس به آلودگی هوا استقرار یافته باشند مانند مناطق مسکونی، کشاورزی، مراکز آموزشی و پرورشی، مشکلات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت آن‌ها دوبرابر می‌شود. زیرا در این حالت انسان و محیط او به طور مستقیم تحت تأثیر آلودگی هوا قرار می‌گیرند. بدین سبب کوشش می‌شود واحدهای تولیدی و صنعتی که می‌توانند موجبات آلودگی هوا را فراهم آورند تا حد امکان در نقطه‌ای به دور از مناطق حساس نسبت به آلودگی هوا استقرار داده شوند (بخشی، ۱۳۹۰: ۱۱).

آلودگی ناشی از صنایع منبع اصلی آلودگی هوا، است که در اثر فعالیت‌های مصنوعی ایجاد می‌شود. در میان صنایع، نیروگاه‌های حرارتی، کارخانه‌های تولید مواد شیمیایی، سیمان‌سازی، کاغذ‌سازی، نساجی و غیره منابع اصلی آلودگی هوا هستند. به کارگیری روش‌های مناسب کنترل آلودگی در کاهش آلودگی منابع کمک خواهد کرد (تقی‌زاده، ۱۳۹۱: ۴۷).

روش تحقیق

پژوهش حاضر، از نوع توصیفی-تحلیلی و دارای ماهیت کاربردی می‌باشد. هدف این پژوهش، ارزیابی پایداری، زیست‌محیطی با تأکید بر آلودگی هوا و آلاینده‌های صنعتی در کلان‌شهر اهواز است. شیوه جمع‌آوری اطلاعات پیمایشی-کتابخانه‌ای است. به طوری که ضمن مطالعات کتابخانه‌ای و استفاده از آمارنامه‌ها، از نظرات کارشناسان نیز، استفاده شده است.

جهت وزن‌دهی معیارها و پارامترهای مربوطه برای شناسایی و انتخاب اثرگذارترین شاخص‌ها در پیرامون ارزیابی پایداری زیست‌محیطی، از طریق مدل سلسله مراتبی (AHP)، در دو مرحله، استفاده شده است، در مرحله اول، با (نظرخواهی از دانش و تجربیات کارشناسان محیط زیست شهری و اساتید مجرب) و در مرحله دوم، از نرم‌افزار (Export Choice) استفاده شده است. در این راستا، از کارشناسان خواسته شد که با مقایسه زوجی معیارها نسبت به هم نمره‌دهی کنند و اهمیت آن‌ها را مشخص کنند (جدول ۲).

در ادامه به دو نمونه از این معضلات زیست‌محیطی که در ناپایداری شهرها نقش دارند اشاره می‌شود.

آلودگی هوا

به وجود هر ماده‌ای در هوا که می‌تواند برای انسان یا محیط او مضر باشد، آلودگی هوا اطلاق می‌شود. این آلاینده‌ها، ممکن است طبیعی و یا ساخته دست بشر باشند و ممکن است به اشکال مختلف ذرات جامد یا قطرات مایع یا گاز باشند که بالغ بر ۱۸۰ آلاینده می‌باشند. آلودگی هوا همواره در شرایط بحرانی خود، منجر به مرگ‌ومیر انسان‌ها شده است (معاونت اجتماعی-فرهنگی شهرداری شهر تبریز، ۱۳۸۸: ۳). از آن جمله در یک تجربه تلخ، طی یک هفته آلودگی هوا در دسامبر ۱۹۵۲، در شهر لندن ۴۷۰۰ نفر جان خود را از دست دادند که بیش‌تر آنان مبتلایان به بیماری‌های قلب و ریه و افراد مسن بودند.

آلودگی هوا به دو صورت پدید می‌آید:

الف: آلودگی طبیعی هوا که حاصل ورود آلاینده‌های طبیعی چون گرد و غبار آتشفشان، گرده گیاهان و غیره است.

ب: آلودگی هوا در نتیجه فعالیت‌های انسانی؛

منابع آلوده‌کننده هوا به سه گروه اصلی تقسیم شود:

۱. سکونت و مناطق مسکونی؛ ۲. صنایع و واحدهای تولیدی؛

۳. منابع ترافیکی و وسایل نقلیه موتوری.

در مناطق مسکونی علت عمده آلودگی هوا، مصرف سوخت‌های فسیلی (نظیر نفت، گاز) و غیره است. ولی باید توجه نمود که بیش از ۶۰ درصد کل آلودگی هوای کلان‌شهرها، ناشی از وسایل نقلیه موتوری می‌باشد. آلودگی‌های بالا در اثر عدم تناسب میزان تراکم واحدهای صنعتی و میزان فضای سبز لازم در هر شهر می‌توانند میدان عمل گسترده‌ای پیدا کرده و به شهرنشینان صدمات جسمی و روحی غیرقابل جبرانی وارد کنند (امامی، ۱۳۸۲: ۱۷). در بررسی اقتصادی آلودگی هوا، خسارات ناشی از آلودگی هوا، هزینه‌های جلوگیری و نیز هزینه تحقیقات علمی، باید مورد توجه قرار گیرد.

آلاینده‌های صنعتی

شهرهای صنعتی به دلیل افزایش جمعیت، مهاجرت و وجود کارخانه‌ها به مراکز اصلی ایجاد آلودگی‌های جبران‌ناپذیر تبدیل شده‌اند (Benton and Short, 2008: 249).

با توجه به این که اغلب کشورها در فرآیند رشد اقتصادی به سمت صنعتی شدن حرکت می‌کنند و تمرکز اصلی صنایع در شهرها می‌باشد، در نتیجه آلودگی هوا در نواحی شهری به دلیل تنوع در منشاء آلودگی‌ها به مراتب بیش‌تر از نواحی روستایی و غیر صنعتی است. فرآیند صنعتی شدن در مقیاس وسیع و

جدول ۲. مقایسه زوجی معیارها توسط کارشناسان بر ای مدل AHP

نمره	برتری	شرح
۱	یکسان	دو عنصر، اهمیت یکسانی داشته باشند.
۳	متوسط	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، برتری متوسطی داشته باشد.
۵	زیاد	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، برتری زیادی داشته باشد.
۷	بسیار زیاد	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، برتری بسیار زیادی داشته باشد.
۹	فوق‌العاده زیاد	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، برتری فوق‌العاده زیادی دارد.
۲، ۴، ۶، ۸	بینابین	دو موارد بینابین در قضاوت‌ها

مأخذ: مؤمنی و شریفی، ۱۳۹۰: ۲

محدوده مورد مطالعه

شهر اهواز، مرکز شهرستان اهواز و استان خوزستان است. جمعیت این شهر در سرشماری سال ۱۳۹۰، ۱,۱۱۲,۰۰۰ نفر ذکر شده است (آمارنامه کلان‌شهر اهواز، ۱۳۹۰: ۵). رشد جمعیت و تمرکز صنایع سنگین بیش‌تر وابسته به شرکت نفت و فولاد در طول نیم‌قرن گذشته ساختار جمعیتی، اقتصادی و البته زیست‌محیطی این کلان‌شهر را تغییر داده است تا جایی که امروزه گهگاه از این شهر به عنوان آلوده‌ترین شهر دنیا نام می‌برند.

مهم‌ترین مؤلفه‌های اثربخش در ساختار زیست‌محیطی کلان‌شهر اهواز عبارتند از:

۱. رشد شتابان جمعیتی

۲. اقلیم گرم و مرطوب

۳. تمرکز صنایع سنگین و آلاینده

۴. مکان‌یابی نامناسب تأسیسات آلاینده

۵. ریزگردها و طوفان‌های گرد و غبار

مدل ای. اچ. پی (AHP)

روش تصمیم‌گیری سلسله مراتبی یکی از پرکاربردترین ابزارهای تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد. دامنه تنوع زمینه‌های استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی تاکنون بسیار گسترده بوده است. این روش در سال ۱۹۸۰ به وسیله ساعتی تحت عنوان فرآیند سلسله مراتبی (AHP)، ابداع شد. اساس تعیین وزن، در این روش را با مقایسه دوجه دویی معیارها تشکیل می‌دهد. در روش مقایسه زوجی اهمیت نسبی معیارها در یک مقایسه پیوسته به ۹ بخش تقسیم می‌شود (قدسی‌پور، ۱۳۸۶: ۶). این تکنیک بر اساس یک تابع خطی و جمع‌پذیر برای

ساختار سلسله مراتبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. لازمه داشتن چنین ساختاری این است که ارجحیات (وزن نهایی) ممکن از یک سطح موجود بستگی به عناصر سطوح نداشته و از آنها مستقل باشد. در غیر این صورت کاربرد AHP کلاسیک مورد شک واقع خواهد شد (اصغرپور، ۱۳۸۸: ۳۱۶).

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP بیش‌تر از مراحل زیر تشکیل می‌شود:

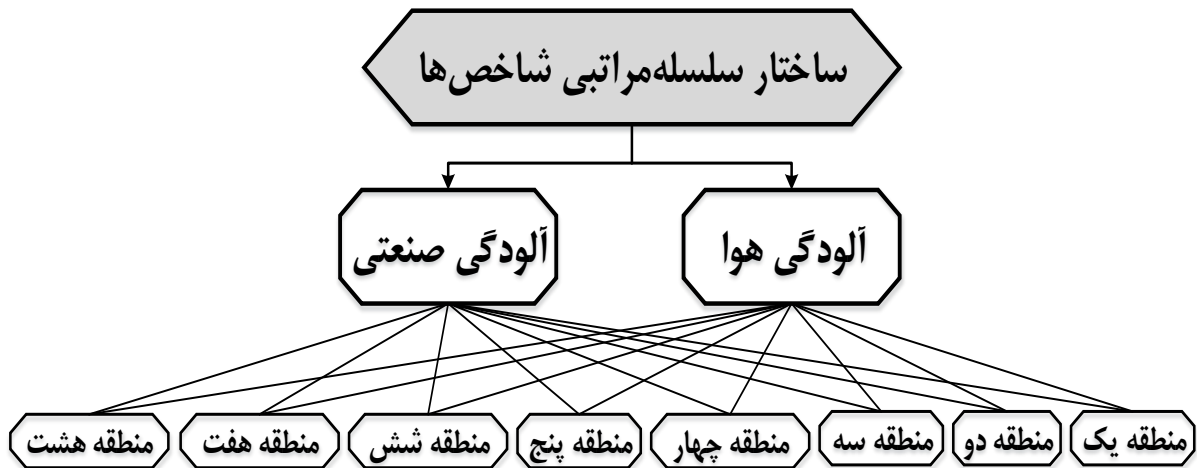
۱. ایجاد درخت سلسله مراتب،

۲. مقایسه دوتایی

۳. تعیین امتیاز نهایی گزینه‌ها و بررسی سازگاری قضاوت‌ها.

مرحله اول: ساختن درخت سلسله مراتبی

اولین مرحله در روش AHP تجزیه نمودن مسئله تصمیم‌گیری به سلسله مراتب می‌باشد. در ایجاد یک سلسله مراتب، سطح بالا، هدف نهایی یک تصمیم‌گیر است. سپس سلسله مراتب از کلی به جزئی‌تر تا این که به سطحی از صفات برسد، پایین می‌آید. این سطحی است که در مقابل آن گزینه‌های تصمیم‌گیری پایین‌ترین سطح سلسله مراتب ارزیابی می‌شوند. هر سطح باید به سطح بالاتر قبلی متصل شود و گزینه‌ها در یک پایگاه داده GIS ارائه می‌شوند. هر لایه شامل مقادیر صفاتی که به گزینه‌ها تخصیص داده شده و هر گزینه (مثلا پلیگون) مرتبط با عناصر سطح بالایی (یعنی صفات) می‌باشد. مفهوم صفت، روش AHP را به روش‌های GIS متصل می‌نماید (پرهیزگار و غفاری گیلانده، ۱۳۸۵: ۱۶). در اینجا ساختار سلسله مراتبی شاخص‌های آلودگی هوا و آلودگی صنعتی به تفکیک در مناطق هشت‌گانه شهر اهواز نشان داده شده است (شکل ۱).



شکل ۱. ساختار سلسله مراتبی شاخص‌های آلودگی هوا و آلودگی صنعتی در مناطق هشت‌گانه اهواز

مرحله دوم: مقایسه دوتایی

بعد از تجزیه مسئله به سلسله مراتب، عناصر سطوح مختلف به صورت دوتایی باهم مقایسه می‌شوند و سپس بر اساس میزان ارجحیت دو معیار، ارزش‌گذاری صورت می‌گیرد. این مرحله در سه‌گام انجام می‌گیرد:

۱. تهیه ماتریس مقایسه در هر سلسله‌مراتب

در این مرحله جهت انجام مقایسه، ماتریس ۷×۷ تشکیل و سپس با تخصیص مقادیر جدول غربال ساعتی، معیارهای مختلف دوتایی باهم مقایسه می‌شوند. در این مرحله با استفاده از روش تقریبی میانگین هندسی ردیف‌های ماتریس، ضرایب اهمیت معیارها که برابر است با تقسیم میانگین هندسی هر معیار به جمع میانگین‌ها به دست می‌آید (زبردست و محمدی، ۱۳۸۴: ۲۲).

پس از تعیین ضریب اهمیت هر یک از معیارها، ضریب اهمیت گزینه‌ها مشخص می‌شود. در این مرحله ارجحیت هر یک از گزینه‌ها نسبت به معیارها بر مبنای مقیاس کمی ساعتی مورد قضاوت قرار می‌گیرد.

۲. تعیین امتیاز نهایی گزینه‌ها

در این قسمت با تلفیق و ترکیب امتیاز معیارها و همچنین گزینه‌ها که از ماتریس‌های مقایسه‌ای زوجی حاصل شدند، امتیاز نهایی هر گزینه به دست می‌آید. برای این منظور از اصل ترکیب سلسله مراتب ساعتی که منجر به بردار اولویت با در نظر گرفتن همه قضاوت‌ها در تمامی سطوح سلسله مراتبی می‌شود، استفاده می‌شود (فرمول ۱)، (زبردست، ۱۳۸۰: ۱۸).

$$\sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m W_k W_i (g_{ij})$$

۱.

= امتیاز نهایی (اولویت) گزینه که در آن:

W_k : ضریب اهمیت معیار، W_i : ضریب اهمیت زیرمعیارها

I, I : امتیاز گزینه J در ارتباط با زیر معیار I

۳. بررسی سازگاری قضاوت‌ها

در این قسمت از تحقیق برای تعیین درجه دقت و صحت وزن‌دهی، از شاخص ناسازگاری، (I, I) ، استفاده می‌شود که بر مبنای رویکرد بردار ویژه تئوری گراف محاسبه می‌گردد. چنان‌چه شاخص معادل ۰/۱ یا کمتر از آن باشد وزن‌دهی صحیح بوده، در غیر این صورت وزن‌دهی نسبی داده شده به معیارها، بایستی تغییر یابند و وزن‌دهی باید مجدداً انجام شود (قدسی‌پور، ۱۳۸۶: ۸۰-۶۸).

ساعتی برای بررسی ناسازگاری در قضاوت‌ها، نرخ ناسازگاری (I, R) را به کار می‌برد که از تقسیم شاخص ناسازگاری (I, I) به شاخص تصادفی بودن (R, I) حاصل می‌شود.

$$I, I = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

۲. شاخص ناسازگاری

در این روش مدل سلسله مراتبی به جای (λ_{max}) از L به شرح زیر استفاده می‌شود:

$$L = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n (AW_i / W_i) \right]$$

۳.

AW = برداری است که از ضرب ماتریس مقایسه زوجی معیارها (ماتریس A) در بردار W_i به دست می‌آید.

W_i = وزن معیارها (زبردست، ۱۳۸۰: ۱۹).

در اینجا نرخ ناسازگاری ماتریس برای اطمینان از انسجام قضاوت‌ها در مقیاس زوجی، محاسبه شد. ساعتی، عدد $0/1$ را به عنوان حد قابل قبول ارائه می‌نماید و معتقد است چنان چه میزان ناسازگاری بیش‌تر از $0/1$ باشد، بهتر است در قضاوت‌ها تجدید نظر گردد. در این پژوهش درجه سازگاری مقایسه زوجی معیارها قابل قبول است و ناسازگاری قابل ملاحظه‌ای وجود ندارد.

مرحله سوم: تشریح فرآیند وزن‌دهی و دسته‌بندی داده‌ها (محاسبه وزن معیارها)

در این تحقیق جهت وزن دهی معیارها و پارامترهای مربوط، از مدل سلسله مراتبی AHP، در دو مرحله، یعنی استفاده از دانش، نظریات و تجربیات کارشناسان و اساتید مجرب و در مرحله دوم آن، از نرم‌افزار (Expert Choice)، استفاده شده است. پس از ساخت درخت سلسله مراتبی و مشخص کردن معیارها و زیر معیارها، حال به هر یک از معیارها، با توجه به اهمیت و ارزش آن‌ها نسبت به سایر معیارها و با توجه به جدول مقایسات زوجی، از بین اعداد ۱ الی ۹، یک عدد مشخص و معین داده می‌شود. اگر مجموع ضریب اهمیت معیارهای مورد ارزیابی معادل عدد یک باشد، این نشان دهنده نسبی بودن اهمیت معیارها است.

یافته‌ها

ارزیابی معیار آلودگی هوا

تداخل صنایع سنگین و کارگاه‌های صنعتی با بافت شهری و عدم توجه به جهات اصلی وزش باد در استقرار صنایع، تداخل برخی فعالیت‌های صنعتی با بافت مسکونی (منطقه کارون و منطقه صنعتی اهواز) و نیز سوزاندن گازهای حاصله از چاه‌های نفت جبهه‌های شمالی و شرقی شهر از جمله عواملی است که موجب بروز آلودگی هوا در شهر اهواز شده‌اند. آلودگی هوا در کلان‌شهر اهواز، از دو منظر قابل بررسی است:

- آلودگی هوا با منشاء طبیعی (عامل خارجی)

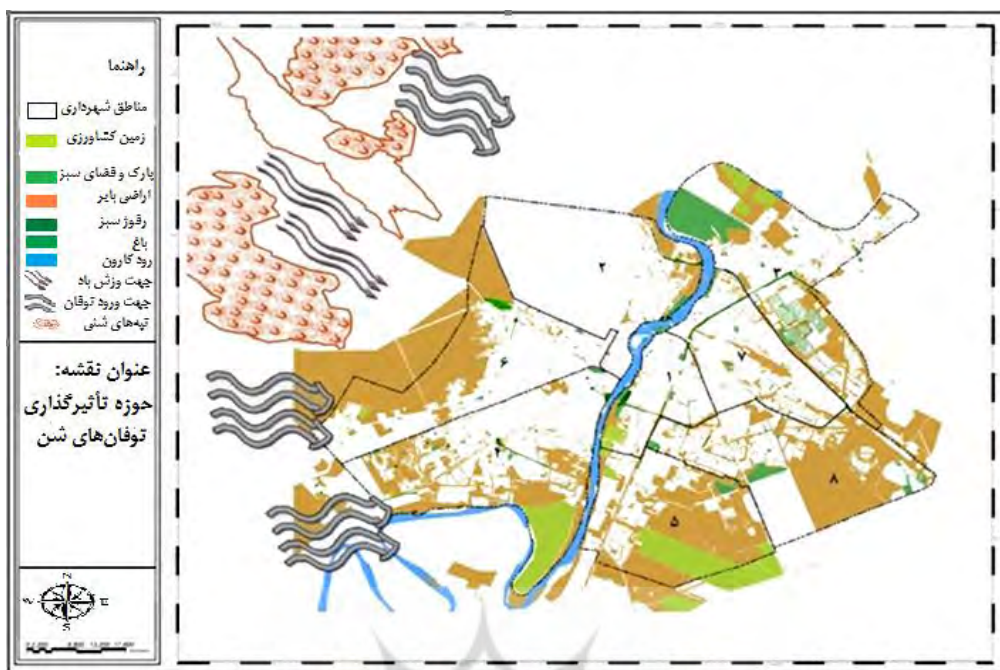
منشاء طبیعی ایجاد آلودگی هوا در محدوده مورد مطالعه را می‌توان طوفان‌های گرد و غبار ناشی از وزش بادهای غرب و جنوب با تأثیر فرامنطقه‌ای بر روی کل استان‌های همجوار از جمله استان خوزستان و شهرهای زیرمجموعه آن و طوفان‌های شن با تأثیر منطقه‌ای ناشی از تپه‌های شنی در شمال غربی شهر اهواز را ذکر کرد. به منظور بررسی تأثیرات آلودگی هوا با منشاء

طبیعی، ایستگاه‌های سینوپتیک متعددی که روزانه گرد و غبار را ثبت می‌کنند، مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند و نتایج نشان می‌دهند بیش‌تری روزهای گرد و غبار برخوردارند. بررسی سالانه روزهای همراه با گرد و غبار نشان می‌دهد که در طول دوره آماری (۲۰۰۹-۱۹۹۶) سال ۲۰۰۸ (۱۳۸۷) با ۱۰۳۵ روز، بیش‌ترین و سال ۱۹۹۸ با ۱۲۵ روز کم‌تری تعداد روزهای گرد و غباری برخوردارند. ایستگاه‌های منتخب مثل ایستگاه شهر اهواز به علت استقرار در نواحی پست جلگه خوزستان و همجواری با نواحی مرزی از تعداد بررسی حداقل و حداکثر دوره تداوم موج‌های گرد و غباری نشان می‌دهد که حداقل دوره تداوم مربوط به موج‌های گرد و غبار با تداوم یک‌روزه می‌باشد که اکثر موج‌های گرد و غباری مورد مطالعه در این ردیف قرار گرفته‌اند.

- آلودگی هوا با منشاء انسانی (عامل داخلی)

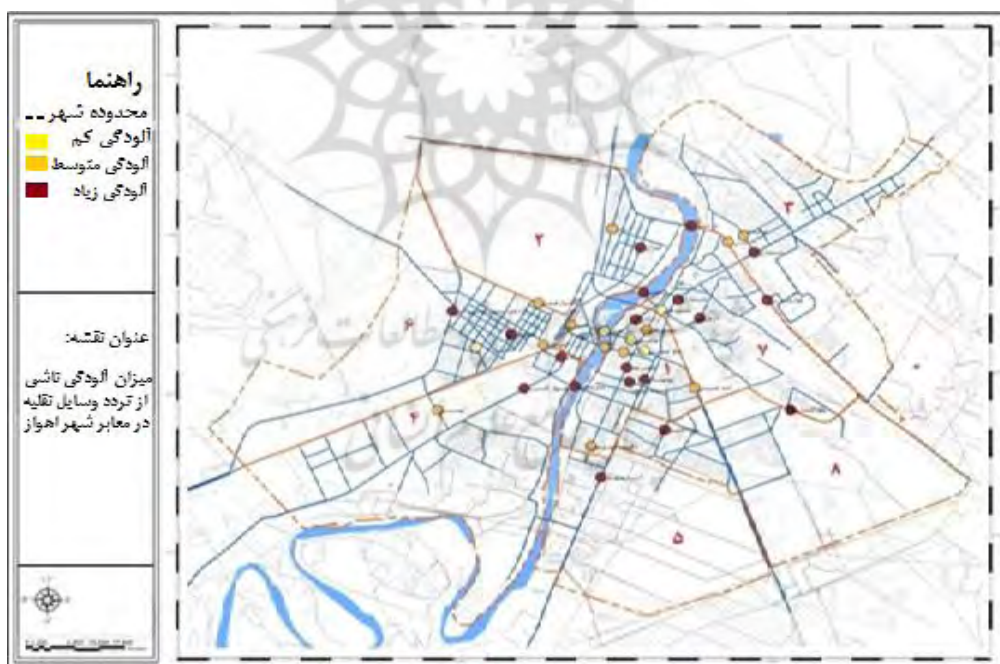
مطالعات حاکی از این است که آلودگی هوا در مرکز شهر اهواز که از ترافیک بالایی برخوردار است، بیش‌تر مشهود است و در طول سال مقدار ذرات معلق، دی‌اکسید گوگرد، مونوکسید کربن و اکسیدهای ازت، بالاتر از حد استاندارد بوده است. همچنین آلودگی هوای شهر اهواز به عواملی از قبیل پراکندگی مناطق صنعتی و نیز قرارگیری و توسعه فضاهای سبز در جهت خلاف بادهای اصلی منطقه، نیز نسبت داده شده است. با این حال مهم‌ترین عوامل داخلی مؤثر بر آلودگی هوای شهر اهواز، وجود خودروهای فرسوده و صنایع سنگین مستقر در اطراف شهر می‌باشد. بر اساس آخرین طرح جامع آلودگی هوای شهر اهواز، ۶۴ درصد آلودگی‌ها به صنایع مستقر در این شهر، ۳۳ درصد به خودروها و مابقی به منابع متفرقه اختصاص دارد که از میان صنایع، صنایع نفتی بیش‌ترین سهم آلودگی هوا را دارند. صنایع نفتی به دلیل سوزاندن مقادیر عظیمی از گازهای حاوی سولفور و نیز مایعات زائد در گودال‌های آتش، انتشار آلاینده مونوکسیدکربن، بیش‌ترین سهم آلاینده‌های زیست‌محیطی و انتشار آن‌ها در فضای اطراف شهر اهواز را بر عهده دارند. در رتبه بعدی بیش‌ترین بار آلودگی ناشی از آلاینده است.

در نقاط مختلف شهر اهواز عوامل آلودگی متفاوت است، به طوری که در مرکز شهر مهم‌ترین عامل آلودگی خودروها هستند، اما در اطراف شهر صنایع به ویژه صنایع نفتی تأثیر بیش‌تری دارند. همچنین نقشه گرافیکی تحلیل محیط زیست که حاصل مجموعه مطالعات محیط طبیعی و محیط زیست شهر اهواز است، نشان دهنده آن است که کلان‌شهر اهواز با توجه به موقعیت قرارگیری و جهت باد غالب، به شدت در معرض آلودگی‌های هوا و جریانات گرد و غبار ناشی از بیابان‌های کشورهای همسایه است (شکل ۲).



شکل ۲: حوزه تأثیرگذاری طوفان‌های گرد و غبار و طوفان شن

مأخذ: اداره کل راه و شهرسازی خوزستان، ۱۳۸۹



شکل ۳: میزان تراکم آلودگی ناشی از تردد وسایل نقلیه در معابر شهر اهواز

مأخذ: اداره کل راه و شهرسازی خوزستان، ۱۳۸۹

تا ۶۰۰۰) وسیله نقلیه در روز هستند، بیش‌تر در مناطق یک و هفت دیده می‌شوند که در جبهه شرقی کارون قرار گرفته است.

همان‌طور که در شکل ۳، ملاحظه می‌شود، پراکنش محدوده‌های با آلودگی بالا که مربوط به محورهای با تردد (۴۰۰۰

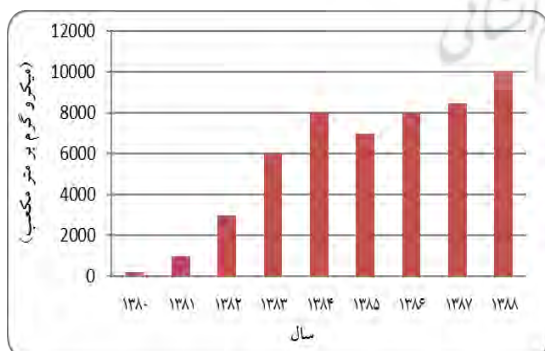
جدول ۴. میزان گرد و غبار و تعداد روزهای توأم با گرد و غبار در

در شهر اهواز، ۱۳۸۰-۱۳۸۸

سال	روزهای توأم با گرد و غبار	میزان غلظت گرد و غبار (میکروگرم بر مترمکعب)
۱۳۸۰	۴۷	۲۰۰
۱۳۸۱	۵۵	۱۰۰۰
۱۳۸۲	۱۰۸	۳۰۰۰
۱۳۸۳	۶۴	۶۰۰۰
۱۳۸۴	۵۲	۸۰۰۰
۱۳۸۵	۵۰	۷۰۰۰
۱۳۸۶	۷۵	۸۰۰۰
۱۳۸۷	۸۰	۸۵۰۰
۱۳۸۸	۷۳	۱۰۰۰۰

مأخذ: سازمان هواشناسی خوزستان، ۱۳۸۸

جدول ۴، تعداد روزهایی که شهر اهواز دارای گرد و غبار بوده است را نشان می‌دهد، به طوری در طول سال‌های اخیر میزان گرد و غبار بیش از حد استاندارد بوده است. بدین ترتیب می‌توان بدتر شدن سال به سال شرایط آب و هوایی در سال‌های اخیر را نتیجه‌گیری کرد. مطابق آمار ارائه شده اداره هواشناسی استان خوزستان میزان بارندگی در کلان‌شهر اهواز نسبت به حد نرمال در سه سال اخیر در حدود ۴۰ درصد کاهش یافته است (نمودار ۱).

**نمودار ۱.** غلظت گرد و غبار در شهر اهواز از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸

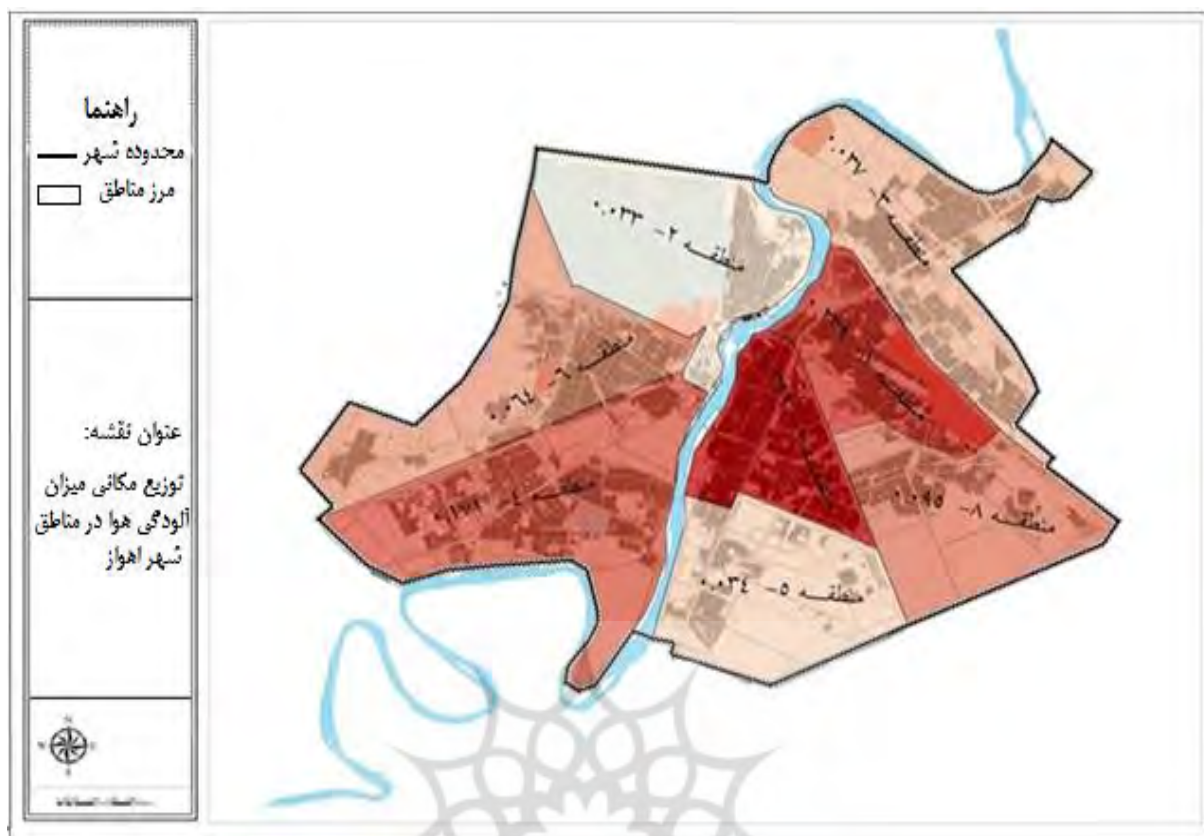
پراکنش محورهای با آلودگی متوسط نیز در بخش مرکزی اهواز و در هر دو جبهه رود کارون قابل مشاهده است و در محورهای با آلودگی کم، تردد وسایل نقلیه در حد معمولی است.

جدول ۳. رتبه بندی معیار آلودگی هوا

در مناطق هشت‌گانه اهواز

مناطق شهری	معیار آلودگی هوا	
	رتبه	وزن
منطقه یک	۱	۰/۳۲۶
منطقه هفت	۲	۰/۳۳۹
منطقه چهار	۳	۰/۱۷۱
منطقه هشت	۴	۰/۰۹۵
منطقه شش	۵	۰/۰۶۴
منطقه سه	۶	۰/۰۳۷
منطقه پنج	۷	۰/۰۳۴
منطقه دو	۸	۰/۰۳۳

تجزیه و تحلیل پایداری زیست‌محیطی با تکیه بر معیار آلودگی هوا در شهر اهواز، با توجه به عوامل آلوده‌کننده هوا یعنی طوفان‌های گرد و غبار، صنایع و تردد وسایل نقلیه که باعث آلودگی هوا در این شهر می‌شود مورد ارزیابی قرار گرفته است. همان‌طور که در جدول ۳ و شکل ۳ نشان داده شده است. منطقه یک با ضریب اثر ۰/۳۲۶، بالاترین ارزش وزنی را به دلیل تراکم جمعیت، ترافیک زیاد وسایل حمل و نقل شهری و مصرف بی‌رویه سوخت، در سطح مناطق هشت‌گانه شهری را دارد که در نهایت آلودگی هوا را به همراه دارد. از سوی دیگر منطقه دو، به علت تردد کم‌تر وسایل نقلیه، با وزن ۰/۰۳۳، دارای کم‌ترین میزان آلودگی نسبت به سایر مناطق است. همچنین ارزیابی صورت گرفته از زیر شاخص طوفان‌های گرد و غبار هم که به طور کلی شهر اهواز را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بیانگر این امر است که این شهر به دلیل مجاورت با بیابان‌های بزرگ کشورهای هم‌جوار، روزهای غبارآلود قابل توجه است. آمارهای سازمان هواشناسی کشور نشان می‌دهد که میانگین روزهای غبارآلود در طی ۵۰ سال گذشته در شهر اهواز، به طور میانگین ۶۸ روز در طول سال بوده است.



شکل ۴. نقشه توزیع مکانی آلودگی هوا در مناطق هشت گانه شهر اهواز

غیرفلزی ۳۳ واحد، صنایع فلزی ۴۹ واحد، صنایع ساخت ماشین‌آلات ۳۴ واحد و صنایع دیگر در شهر و در کنار محله‌های مسکونی قابل توجه است (اداره کل صنایع و معادن استان خوزستان، ۱۳۸۹).

تأثیر کاربری‌های صنعتی شهری در ایجاد جزایر حرارتی کلان شهر اهواز

رشد لجام‌گسیخته و بی‌برنامه شهرها به ویژه شهرهای بزرگ کشور، که ناشی از رشد طبیعی جمعیت شهری، افزایش مهاجرت‌های روستایی و غیره می‌باشد به دنبال خود افزایش تخریب محیط زیست و افزایش روزافزون انواع آلودگی‌ها را در پی داشته است. در این میان مراکز اصلی شهرها، کارخانه‌ها و مراکز صنعتی به یک جزیره حرارتی تبدیل شده‌اند. در طی فصل تابستان، در کنار فرآیند جذب پرتو فرابنفش و انعکاس اشعه مادون قرمز، در هر منطقه، سقف ساختمان‌ها، خیابان‌ها و سطوح تیره‌رنگ، گرما را جذب نموده و آن را در هوا منتشر می‌کنند. با توجه به این که محدوده اغلب مجتمع‌های صنعتی بزرگ در شهر اهواز به خاطر خارج نمودن گازها و ذرات آلاینده تیره رنگ هستند، این سطوح تیره رنگ، گرمای گسیل شده از سوی خورشید را جذب کرده و در خود نگاه می‌دارند. این پدیده باعث

ارزیابی معیار آلودگی صنعتی

با تمام مسائل زیست‌محیطی که واحدهای تولیدی و صنعتی می‌توانند ایجاد نمایند، واضح است که هرگاه این واحدها، در نزدیکی مناطق حساس به آلودگی هوا استقرار یافته باشند، مانند مناطق مسکونی، کشاورزی، مراکز آموزشی و پرورشی، مشکلات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت آن‌ها دوبرابر می‌شود. زیرا در این حالت انسان و محیط او به طور مستقیم تحت تأثیر آلودگی هوا قرار می‌گیرند. بدین سبب کوشش می‌شود واحدهای تولیدی و صنعتی که می‌توانند موجبات آلودگی هوا را فراهم آورند تا حد امکان در نقطه‌ای به دور از مناطق حساس نسبت به آلودگی هوا استقرار داده شوند. آلودگی ناشی از صنایع منبع اصلی آلودگی است که در اثر فعالیت‌های مصنوعی ایجاد می‌شود. در میان صنایع، نیروگاه‌های حرارتی، کارخانه‌های تولید مواد شیمیایی، سیمان‌سازی، کاغذسازی، نساجی و غیره منابع اصلی آلودگی هوا هستند.

علاوه بر وسایل نقلیه موتوری و آلاینده‌های ناشی از مصرف سوخت، وجود صنایع تولیدی، تجاری و خانگی در شهر اهواز قابل توجه است به طوری که صنایعی مثل مواد غذایی ۳۴ واحد، صنایع نساجی و پوشاک ۱۲ واحد، صنایع لاستیک و محصولات شیمیایی ۲۵ واحد، صنایع چوب و کاغذ ۵ واحد، صنایع معدنی

سوخت‌های فسیلی سنگین در مدت زمان جایگزینی این سوخت با سوخت گاز طبیعی است که نزدیک به ۵۴ درصد کل آلاینده (SO₂) انتشار یافته در نتیجه فعالیت‌های صنعتی را پوشش می‌دهد. در مرتبه بعدی واحدهای نفتی، به دلیل سوزاندن مقادیر عظیمی از گازهای حاوی سولفور و نیز مایعات نفتی زائد در گودال‌های آتش با حدود ۴۰ درصد سهم انتشار (SO₂) قرار گرفته‌اند. در مجموع سهم انتشار آلاینده (SO₂) در نتیجه فعالیت‌های نیروگاه رامین و واحدهای نفتی ۹۲/۶۳ درصد کل (SO₂) انتشار یافته در نتیجه فعالیت‌های صنعتی می‌باشد.

بیش‌ترین سهم انتشار (NO₂) نیز متعلق به نیروگاه برق رامین به دلیل استفاده از سوخت گاز طبیعی به میزان قابل ملاحظه می‌باشد که نزدیک به ۸۹ درصد کل انتشار (NO₂) فعالیت‌های صنعتی را پوشش می‌دهد. بیش‌ترین درصد انتشار هیدروکربن‌ها متعلق به فعالیت‌های تولیدی صنایع کانی غیرفلزی (کارخانجات آجرسازی) با حدود ۷۱/۴ درصد کل آلاینده هیدروکربن انتشار یافته، در نتیجه فعالیت در خصوص انتشار آلاینده CO، بیش‌ترین سهم متعلق به واحدهای نفتی در نتیجه سوزاندن مقادیر عظیمی گاز و مایعات نفتی است که بیش از ۹۸ درصد سهم انتشار CO صنایع را در بر می‌گیرند.

در خصوص انتشار ذرات غبار نیز بیش‌ترین سهم متعلق به صنایع کانی غیرفلزی با حدود ۵۴/۶۳ درصد کل انتشارات ذرات ناشی از فعالیت‌های صنعتی می‌باشد و در مجموع، بررسی‌های نهایی و جمع‌بندی کل آلاینده‌های انتشار یافته نشان می‌دهد که صنایع نفتی بیش‌ترین سهم ایجاد آلاینده‌های زیست‌محیطی و انتشار آن‌ها در فضای اطراف را به عهده دارند که حدود ۸۲ درصد کل آلاینده‌های محاسبه شده را در بر می‌گیرند (اداره کل راه و شهرسازی خوزستان، ۱۳۸۹). ملاحظه می‌گردد که مناطق صنعتی عمده شهر اهواز از جمله منطقه کارون، صنایع فولاد خوزستان و محدوده کارخانجات لوله‌سازی، دارای بالاترین میانگین دمائی و آلودگی می‌باشند.

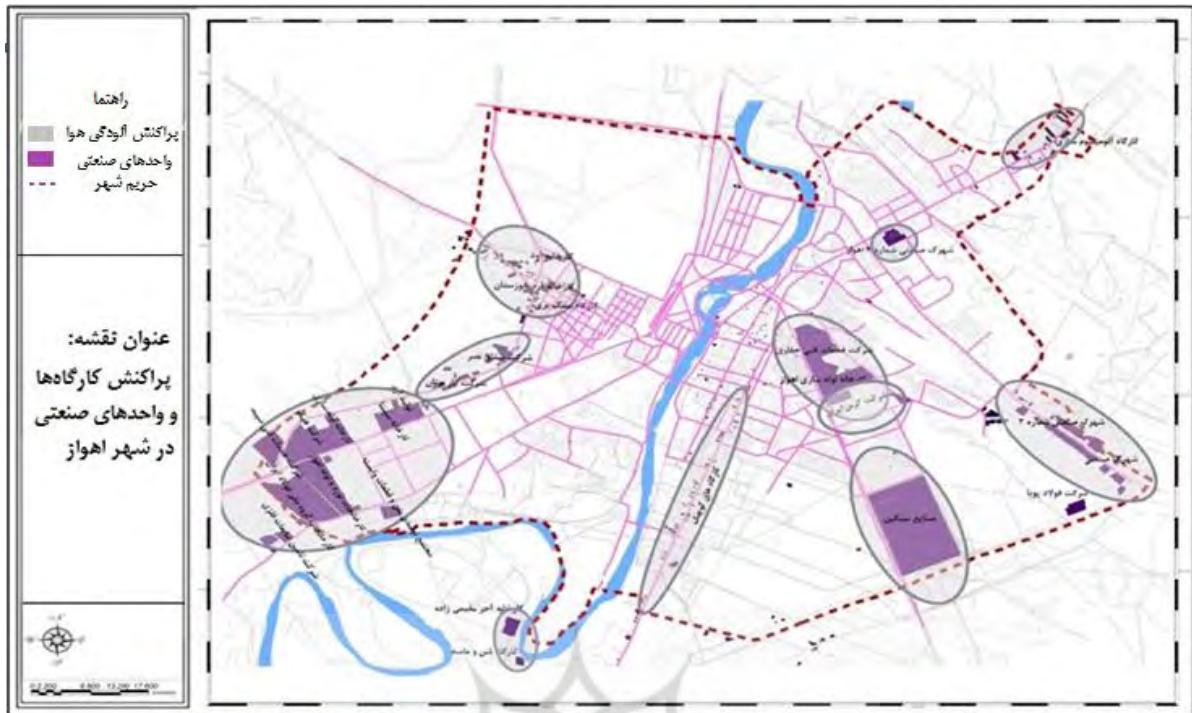
افزایش دمای بعضی از مناطق شهری اهواز به میزان ۱۲/۲ درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای متوسط سطح شهر شده که این محدوده‌های حرارتی به نام جزیره حرارتی شناخته می‌شوند. گرمای این محدوده‌ها نه تنها باعث افزایش مصرف انرژی برای خنک کردن ساختمان‌ها و افزایش سرانه بار مالی به ویژه در ماه‌های گرم سال می‌شود، بلکه باعث ایجاد آلودگی در هوا از جمله تولید گاز مونوکسید کربن، ازن و افزایش ترکیبات زیان‌بار کربنی، گوگردی و دیگر آلاینده‌های آسیب‌رسان در سطح زمین می‌شود.

جدول ۵. میانگین دمای کاربری‌های شهری اهواز

نوع کاربری	میانگین دما
کشاورزی و فضای سبز	۳۳/۳
مسکونی	۳۶/۴
مرتع	۳۸/۸
آب	۲۷/۵
زمین‌های بایر	۴۰/۲
کشاورزی آیش	۳۶/۲
صنعتی	۴۳/۲
شبکه‌های معابر	۴۱/۱

مأخذ: معروف نژاد، ۱۳۹۰

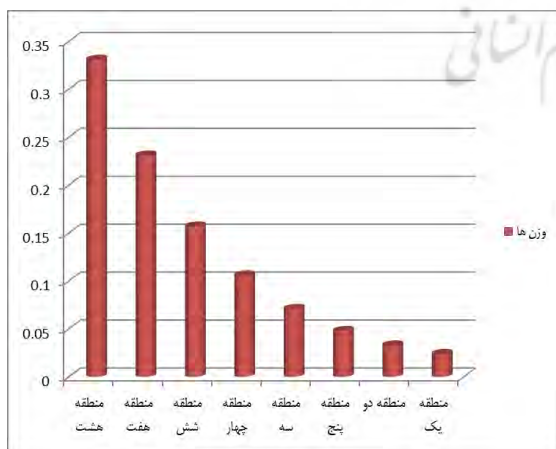
بررسی پراکندگی نقشه صنایع در شهر اهواز، نشان می‌دهد که قسمت اعظم صنایع آلوده کننده در غرب و جنوب غرب محدوده مورد مطالعه قرار دارند و بخش دیگر صنایع در شرق و جنوب شرقی شهر اهواز مستقر می‌باشند (شکل ۵). صنایع شهر اهواز و حاشیه آن نسبت به منابع شهری سهم بالاتری را در انتشار آلاینده‌های هوا دارند، در این راستا، میزان آلودگی صنایع برحسب گروه‌های مختلف صنعتی محاسبه گردیده و آلودگی‌های این منابع از نظر کمی و کیفی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. با توجه به محاسبات انجام شده و نتایج حاصله، در میان گروه‌های صنعتی، بیش‌ترین بار آلودگی ناشی از آلاینده (SO₂) متعلق به صنایع برق (نیروگاه رامین) در نتیجه مصرف



شکل ۵. نقشه پراکنش کارگاه‌ها و واحدهای صنعتی

کارخانجات عظیم فولاد خوزستان، لوله‌سازی خوزستان، شرکت کربن بلاک خوزستان و لوله‌سازی شرکت ملی نفت، بالاترین میزان آلودگی را با ضریب اثر (۰/۳۳۱) و بالاترین دمای سطحی را به میزان (۴۳/۲) درجه سانتی‌گراد را دارد و مناطق یک با ضریب اثر (۰/۰۲۴)، منطقه دو با ضریب اثر (۰/۰۳۳) و منطقه پنج با ضریب اثر (۰/۰۴۸) که دارای فضای سبز بیش‌تری هستند، میانگین دمایی پایین‌تر و کم‌ترین آلودگی صنعتی را دارند (جدول ۶، نمودار ۳ و شکل ۶).

هم‌چنین از انطباق نقشه توزیع صنایع عمده موجود در محدوده مورد مطالعه مشخص شد که بیش‌تر این مناطق بر ناحیه با آلودگی و دمای بالا و خیلی بالا منطبق هستند، که خود مؤید تأثیر این صنایع بر افزایش دما و آلودگی مناطق اطراف خود می‌باشد. با توجه به تنوع پراکندگی کاربری صنایع شهری در سطح شهر اهواز، نسبت به تعیین میزان آلودگی هر یک از مناطق هشت‌گانه شهر اهواز نیز اقدام شد و بر این اساس مشخص گردید که منطقه هشت شهری، به دلیل واقع شدن



نمودار ۳. میزان آلودگی صنعتی در مناطق هشت‌گانه اهواز

جدول ۶. رتبه بندی معیار آلودگی صنعتی در مناطق هشت‌گانه اهواز

مناطق شهری	معیار آلودگی صنعتی	
	رتبه	وزن
منطقه هشت	۱	۰/۳۳۱
منطقه هفت	۲	۰/۲۳۱
منطقه شش	۳	۰/۱۵۷
منطقه چهار	۴	۰/۱۰۶
منطقه سه	۵	۰/۰۷۱
منطقه پنج	۶	۰/۰۴۸
منطقه دو	۷	۰/۰۳۳
منطقه یک	۸	۰/۰۲۴

بحث و نتیجه‌گیری

پایداری زیست‌محیطی در ایران نیازمند آمایش سرزمین و تنظیم جمعیت است. آمایش سرزمین برای تعیین پراکنش جغرافیایی بهینه فعالیت‌ها بر اساس توان اکولوژیکی و اقتصادی اجتماعی و نیاز جامعه ضروری می‌باشد. بسیاری از ناپایداری‌های زیست‌محیطی در شهرها شامل انواع آلودگی‌های محیط زیست شهری، فرسایش خاک، تخریب جنگل‌ها، بیابان‌زایی، کاهش منابع آب‌های شیرین، شور شدن خاک‌ها و غیره ناشی از نابسامانی در استفاده از توان سرزمین است و عدم توان اکولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی، استفاده بهینه از منابع را کاهش خواهد داد. امروزه بسیاری از مسائل و مشکلات تنگناهای زیست‌محیطی، فقط به عنوان یک موضوع محلی و یا ملی به شمار نمی‌رود، بلکه هر مشکل زیست‌محیطی در هر اندازه و مقیاس کوچک در داخل یک کشور مشکلی برای کل زمین به حساب می‌آید. بر این اساس، تاکنون روش‌های متعددی در ارزیابی اثرات زیست‌محیطی و محاسبه پایداری مناطق شهری ابداع شده است که اغلب یک‌بعدی یا در موضوعات خاص به کار گرفته شده است. در این بین شاخص‌های پایداری زیست‌محیطی به عنوان ابزاری برای ارزیابی اثرات اکولوژیکی و توان محیط زیست شهری روش است که می‌تواند روشن سازد که مصرف‌گرایی فزاینده، شهرها را رو به ناپایداری و ناتوانی اکولوژیکی روزافزون سوق می‌دهد. شهر اهواز یکی از کلان‌شهرهای کشور، در دو دهه اخیر به واسطه مهاجرپذیری بی‌شمار، رشد فیزیکی زیادی داشته است و این رشد ناموزون و تراکم جمعیت و موقعیت جغرافیایی خاص، باعث چالش‌های زیست‌محیطی در این شهر شده است. در این راستا، در جهت تحلیل و ارزیابی شاخص‌های پایداری زیست‌محیطی در شهر اهواز با تأکید بر آلودگی هوا و آلودگی صنعتی در شهر اهواز، پس از بررسی مبانی نظری و ادبیات تحقیق و همچنین مطالعات پیمایشی و اسنادی و سنجش نظرات کارشناسان در سطح محدوده مورد مطالعه، در نهایت این شاخص در سطح مناطق هشت‌گانه شهر اهواز بررسی گردید. از آن جایی که شاخص‌های آلودگی هوا و آلودگی صنعتی در سطح مناطق هشت‌گانه به لحاظ وزنی، دارای درجات اهمیت متفاوتی در دستیابی به تعیین سهم هر یک از مناطق در ناپایداری زیست‌محیطی شهر اهواز هستند، از روش تصمیم‌گیری چند معیاره (تحلیل سلسله مراتبی)، استفاده گردید تا بتوان هر یک از زیر شاخص‌ها را بر اساس میزان اهمیت، تأثیر و نقشی که در ناپایداری مناطق شهر دارند، به درستی تحلیل کرد. در بررسی کلی، یافته‌های حاصل از تحقیق بیانگر آن است که شهر اهواز، بر اساس معیارهای مورد بررسی یعنی آلودگی هوا و آلودگی صنعتی، در شرایط زیست‌محیطی ناپایداری قرار دارد. به طوری که در ارزیابی آلودگی هوا، منطقه یک بالاترین ارزش وزنی

و منطقه دو، دارای کم‌ترین میزان آلودگی نسبت به سایر مناطق است. همچنین زیر شاخص آلودگی هوا یعنی طوفان‌های گرد و غبار هم به صورت کلی مناطق شهر اهواز را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ارزیابی حاصل از آلودگی صنعتی نیز نشان می‌دهد که منطقه هشت شهری بالاترین میزان آلودگی و دمای سطحی را دارد و منطقه یک، کم‌ترین میزان آلودگی صنعتی را در بین مناطق شهری دارد. در این زمینه، پایداری در ابعاد زیست‌محیطی نیاز به نگرشی جامع و کلان دارد. به طوری که پایداری کلان‌شهر اهواز باید با دیدگاه کل‌نگر و همه‌جانبه در تمام سطوح محلی، ملی و فراملی به طور هم‌زمان پیگیری شود. بر این اساس با شناخت راهبردهای بهینه برای به کارگیری در فرآیند توسعه فضایی و حفظ پایداری این شهر، اثرات توسعه شهری بر ناپایداری شاخص‌های زیست‌محیطی، شناخت آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از گسترش بی‌رویه شهر و اجرای طرح‌ها و مطالعات زیست‌محیطی شهری می‌توان به مدیریت پایدار زیست‌محیطی در شهر اهواز اقدام کرد.

منابع

۱. اداره کل راه و شهرسازی استان خوزستان، معاونت معماری و شهرسازی (۱۳۸۹)، طرح راهبردی توسعه و عمران شهر اهواز.
۲. اداره کل صنایع و معادن استان خوزستان (۱۳۸۹)، گزارش سایت صنایع و معادن استان خوزستان.
۳. ادهمی، علیرضا و اکبرزاده، الهام (۱۳۹۰)، بررسی عوامل فرهنگی مؤثر بر حفظ محیط زیست شهر تهران (مطالعه موردی مناطق ۵ و ۱۸)، فصلنامه جامعه‌شناسی مطالعات جوانان، شماره ۱: ۶۲-۳۷.
۴. اصغری‌پور، محمدجواد (۱۳۸۸)، تصمیم‌گیری‌های چند معیاره، چاپ هفتم، دانشگاه تهران: ۳۱۶-۲۹۹.
۵. البوت، دیوید (۱۳۸۴)، انرژی، جامعه و محیط زیست، ترجمه: بهرام معلمی، انتشارات کمیته ملی توسعه پایدار، چاپ اول، تهران.
۶. امامی، سیدمحمدرضا (۱۳۸۲)، نقش کاربری زمین در پایداری محیط زیست شهری، مورد مطالعه محله جلفا اصفهان، پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران.
۷. بحرینی، سید حسین (۱۳۷۴)، بررسی نقش کاربری‌های زمین در ایجاد جزایر حرارتی و آلودگی هوای شهر تهران، فصلنامه انسان و محیط زیست، سال اول، شماره ۴-۳.

۸. بحرینی، سید حسین (۱۳۷۶)، شهر، شهرسازی و محیط زیست، فصلنامه محیط‌شناسی، شماره ۱۶: ۸۴-۷۵.
۹. بحرینی، سید حسین (۱۳۸۷)، مقایسه مفاهیم توسعه و توسعه پایدار: یک تحلیل نظری، مجموعه مقالات توسعه شهری پایدار، تهران، دانشگاه تهران.
۱۰. بخشی، غلامرضا (۱۳۹۰)، درس‌نامه آلودگی محیط زیست، دانشگاه پیام نور.
۱۱. پرهیزگار، اکبر و غفاری گیلانده، عطا (۱۳۸۵)، سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری، انتشارات سمت، تهران.
۱۲. تقی‌زاده، روح‌الله (۱۳۹۱)، رابطه استقرار صنایع بزرگ پیرامون شهر با مدیریت شهری (مطالعه موردی شهر تهران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت شهری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران: ۴۷.
۱۳. جعفری، علی (۱۳۸۷)، معرفی شاخص‌های مناسب برای ارزیابی توسعه پایدار شهری و سنجش آن، نشریه علمی محیط و توسعه، سال دوم، شماره ۳: ۵۵-۴۹.
۱۴. حسین‌زاده دلیر، کریم و ساسان پور، فرزانه (۱۳۸۶)، روش‌های نوین در ارزیابی پایدار محیط زیست شهری، فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی، شماره ۲۵: ۲۴-۱۰.
۱۵. خدایی، زهرا و پور خیری، علی (۱۳۸۸)، کیفیت محیط شهری و نقش آن در ارتقاء رضایت شهروندان، پژوهش‌نامه مدیریت و برنامه‌ریزی شهری، شماره ۳۶: ۱۵۱-۱۲۹.
۱۶. زبردست، اسفندیار (۱۳۸۰)، کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۱۰: ۲۱-۱۳.
۱۷. زبردست، اسفندیار و محمدی، عسل (۱۳۸۴)، مکان‌یابی مراکز امداد رسانی (در شرایط وقوع زلزله) با استفاده از GIS و روش ارزیابی چند معیاری AHP، فصلنامه هنرهای زیبا شماره ۲۱: ۱۶-۵.
۱۸. سازمان هواشناسی خوزستان (۱۳۸۸)
۱۹. سرابی، محمدحسین و مؤیدفر، سعیده (۱۳۸۹)، بررسی میزان پایداری توسعه در شهرهای مناطق خشک با تأکید بر مؤلفه‌های زیست‌محیطی شهر اردکان، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره ۱: ۷۶-۴۷.
۲۰. سوری، علی و ابراهیمی، محسن (۱۳۸۵)، اقتصاد منابع طبیعی و محیط زیست، انتشارات نور علم، همدان.
۲۱. آمارنامه کلان‌شهر اهواز (۱۳۹۰)، معاونت برنامه‌ریزی توسعه، شهرداری اهواز.
۲۲. صرافی، مظفر (۱۳۷۹)، شهر پایدار چیست، فصلنامه مدیریت شهری، انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌ها، شماره ۴: ۱۳-۶.
۲۳. قدسی‌پور، سیدحسین (۱۳۸۶)، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتب (AHP)، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ چهارم: ۸۰-۶۸.
۲۴. گزارش سازمان حفاظت محیط زیست استان خوزستان (۱۳۸۷).
۲۵. محمدی ده‌چشمه، مصطفی (۱۳۹۱)، ناپایداری زیست‌بوم شهری؛ چالشی جهانی در قرن بیست و یکم، اولین اجلاس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار، وزارت کشور، تهران.
۲۶. مخدوم، مجید (۱۳۷۸)، وضعیت محیط زیست جهان، مجله محیط‌شناسی، سال سیزدهم، شماره ۱۴: ۱۵۳-۱۵۱.
۲۷. معاونت اجتماعی، فرهنگی و هنری شهرداری تبریز (۱۳۸۸)، امور آموزش شهروندی (بهداشت محیط).
۲۸. معروف، نژاد، عباس (۱۳۹۰)، تأثیر کاربری‌های شهری در ایجاد جزایر حرارتی، مطالعه موردی: شهر اهواز، فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، شماره ۱۴: ۹۰-۶۵.
۲۹. مولایی، آیت (۱۳۸۸)، مبانی و اصول توسعه پایدار زیست محیطی در قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، دفتر حقوقی و امور مجلس، سازمان حفاظت محیط زیست.
۳۰. مؤمنی، منصور و شریفی سلیم، علیرضا (۱۳۹۰)، مدل‌ها و نرم‌افزارهای تصمیم‌گیری چند شاخصه، انتشارات مؤلفین، نوبت اول، تهران: ۵.
۳۱. نصراللهی، زهرا و غفاری، مرضیه (۱۳۸۸)، توسعه اقتصادی و آلودگی محیط زیست در کشورهای عضو پیمان کیوتو و کشورهای آسیای جنوب غربی با تأکید بر منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، پژوهش‌نامه علوم اقتصادی، سال نهم، شماره ۹: ۱۲۶-۱۰۵.
32. Benton, L., Short, J.R., (2008), *Cities and Nature*, London and New York, Routledge.
33. Erlhoff, M., Marshall, T., (2008), *Design Dictionary, perspectives in Design Terminology*, Birkhauser.
34. Fargkou, Maria Christina, (2009), *Evaluation of Urban sustainability through a metabolic perspective*, Ph.D. Thesis,

- Environmental Sciences, Universitat Autònoma de Barcelona.
35. Huang, Shu-Le, (1998), *Urban ecosystems, energetic hierarchies, and ecological economics of Taipei, metropolis*. Journal of Environmental Management, 52: 39° 51.
36. Mostafavi, Mohsen, (2010), *Ecological Urbanism*, Harvard University Graduate School of Design, Lars Muller Publishers.
- Munier, Nolberto, (2005), *Introduction to Sustainability: Road to a Better Future*, The Netherlands: Springer.



37. White, Rodney, (2003), *Building the ecological city*. Cambridge, UK: Woodhead.

