# ارزیابی ارتباط بین سطح آلاینده های هوا و میزان مراجعه کنندگان ناشی از بیماری قلبی به بیمارستان در شهر اصفهان

**اعظم عبدالعظیمی[۱]، امیر گندمکار[۲] *، مجید قیاس[۳]، سید محسن حسینی[۴]**

[۱] دانشجوی دکتری هواشناسی، گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

[۲] دکتری هواشناسی، گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

[۳] دکتری جغرافیای روستایی از دانشگاه اصفهان، سرپرست پزشکان مرکز بهداشت دانشگاه اصفهان، اصفهان، اصفهان،

[۴] استاد، بیمارستان پوست و مرکز تحقیقات لیشمانیا، گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

**تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۱۶**

## چکیده

آلودگی هوا به عنوان یکی از مشکلات شهرهای بزرگ جهان، سلامتی ساکنین آن را تهدید می‌کند که اثرات احتمالی آن، افزایش علایم بیماری‌های قلبی است. ارتباط مراجعین ناشی ازبیماری قلبی وآلاینده‌های هوای شهر اصفهان با استفاده از روش تحلیلی-آماری موردتجزیه وتحلیل قرارگرفت. نتایج آزمون خی دو، بین مراجعین بیماران قلبی و مواجهه با آلاینده‌های $SO_2$[۲]، $NO_2$[۳] و $PM_{10}$[۴] و با آزمون آنوا، بین مواجهه بیماران با آلاینده‌های $CO$[۵] و $NO_2$ ارتباط معناداری نشان داد. همچنین با محاسبه‌ی ضریب همبستگی‌ها از یک سو بیشترین میزان همبستگی پیرسون متعلق به آلاینده‌ی جوی PM10 با ضریب ۰/۱۶۵ و آلاینده‌ی $SO_2$ با ضریب ۰/۲۰۳ واز سوی دیگرهمبستگی کندال تاو برای COبا ضریب ۰/۱۱۳ بر آورد شد. بنابراین بین میزان مراجعه به بیمارستان توسط بیماران قلبی در شهر اصفهان با میزان آلاینده‌های جوی ارتباط معنادار و مستقیم وجود دارد.

**کلید واژه‌ها:** آلاینده‌های هوا، مراجعه کنندگان، بیماری قلبی، ارتباط

* نویسنده عهده دار مکاتبات: aagandomkar@iaun.ac.ir

[۲] دی اکسید گوگرد

[۳] دی اکسید نیتروژن

[۴] ذرات معلق و جامد با غلظت ۱۰ میکرو گرم برمتر مکعب

[۵] مونوکسید کربن

**مقدمه**

هواگازی استبی رنگ،بی بووازعناصری مانند ازت، اکسیژن، هیدروژن، گازکربنیک، آرگون، نئون، هلیوم، کریپتون، گزنون ومقداری بخارآب وگازآمونیاک تشکیل شده است. هوا نیز مانند سایر منابع محیط زیست جهان دارای ظرفیت محدوداست وتحمل پذیرش مواد زاید و سمی مختلف را درحدی که امروزه بشر به آن تحمیل کرده است را ندارد. تصور اغلب مردم در مورد فرایند تنفس، تنها کشیدن هوا به درون ریه هایشان و بیرون دمیدن آن است. بنابراین وقتی آلودگی هوا به سمت ریه‌ها کشیده‌می شود، در طی عمل بازدم به اعماق ریه‌ها رخنه کرده و با ورود به جریان خون در قلب و رگ‌های خونی سراسر بدن حرکت‌می کند. در این صورت باعث افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن و سپس موجب التهاب در ریه‌ها، ایجاد مشکلات مرگبار چون فشار خون و لخته شدن خون در رگ‌ها می‌شود. در همین راستا بستری شدن در بیمارستان به دلیل حملات قلبی، نارسایی قلبی، درد قفسه سینه در افرادی که بطور طولانی مدت در معرض آلاینده‌های بسیار ریز هوا قرار داشته‌اند به مراتب بیشتر است. در این ارتباط بررسی آگاهی بیمار از خطر ابتلا به بیماری قلب ناشی از آلودگی هوا، نشان داده است که اغلب بیماران نسبت به خطرات ناشی از تاثیر آلودگی هوا بر نارسایی احتقانی قلب یا نارسایی ماهیچه ی قلب بی اطلاع بوده‌اند (بارد و همکاران، ۲۰۱۱). امروزه منابع مختلف طبیعی ومصنوعی موجب تغییردرویژگی‌های فیزیکی وشیمیایی عناصرتشکیل دهنده هوا شده‌اند، و اصطلاحا آلودگی هوارا بوجود آورده‌اند (نصرالهی و همکاران، ۱۳۸۹، ص ۹۵). هرکدام از بیماری‌های ریویی که با آلودگی هوا تشدیدمی گردد، می‌تواند منجر به سکته قلبی شود. بر همین مبنا مطالعات انجام شده نشان‌می دهد آلودگی هوا یکی ازمشکلات شهرهای بزرگ وصنعتی جهان و ساکنین این شهرهاست (مسجدی و همکاران، ۱۳۸۰، ص ۲۳). علاوه بر آن محیط زیست انسانی و سلامت انسان به طور گسترده ای متاثر از شرایط محیطی و آب و هوایی است (بیگدلی، ۱۳۸٤، ص ٤٥). آلاینده‌های هوای آزاد به طورگسترده‌ای هم امراض وهم مرگ و میر را در جوامع افزایش‌می دهند و اثرات مختلفی نظیرافزایش عفونت‌های ریوی، افزایش علایم بیماری‌های تنفسی، افزایش بیماری‌های حادو بستری بیمارستانی دارند و حتی‌می توانند درنهایت منجر به مرگ شوند (سیمخوویچ، ۲۰۰۸، صص ۷۱۹-۷۲٦). بعضی از بررسی‌های اپیدمیولوژیکی نشان‌می دهند که افزایش آلودگی هوا با افزایش مرگ و میرناشی از بیماری‌های قلبی وعروقی و تنفسی ارتباط دارد و به‌عنوان مثال می‌توان به مطالعات انجام شده در آمریکای شمالی وجنوبی، اروپا، استرالیا، هنگ کنگ و ایران اشاره کرد (قربانی و همکاران، ۱۳۸۹، ص ٤٤). آزمایشات انجام شده به منظور ارزیابی ارتباط بین خطرات جنینی و آلودگی هوایی در هفته سوم تا هشتم بارداری و همچنین خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی به آلاینده‌های ناشی از منواکسید کربن، دی اکسید نیتروژن، اوزون، دی اکسید سولفور، و ذرات گرد و غبار با قطرکمتر از ۱۰ و ۲/۵ میکروگرم بر متر مکعب حاکی از آنست که با قرار گرفتن مادران در معرض مواد معلق با غلظت ۱۰ میکروگرم بر متر مکعب، موجب بروز انواع مختلف قلبی عروقی در آنان گردیده است (آگای شای و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج بررسی تاثیر آلاینده‌های هوا بر پذیرش‌های اورژانسی سکته‌های قلبی در شهر تهران طی دوره زمانی ۱۳۸٦-۱۳۹۱ با توجه به تاثیر مقدار میانگین روزانه پنج آلاینده $SO_2$، $NO_2$، $O_3$، CO و $PM_{10}$ بر تعداد پذیرش‌های روزانه سکته‌های قلبی، نشان داده است که ارتباط معنی‌داری بین سکته‌های قلبی و میانگین روزانه آلاینده‌های مونوکسیدکربن، دی اکسید نیتروژن، دی اکسیدگوگرد، ازن و ذرات

کوچک تر از۱۰ میکرون وجود دارد (امام قلی پور و همکاران، ۱۳۹٤). براساس نتایج حاصل از بررسی اثر آلاینده‌های جوی در مناطق شهری، مسافران زمان قابل توجهی را در ایستگاه‌های حمل و نقل داخل شهری به انتظار می‌گذرانند. در نتیجه با آلاینده‌های اتمسفری چون ذرات معلق قابل استنشاق در تماس هستند و مواجهه با این نوع آلاینده‌ها منجر به ایجاد مخاطرات بهداشتی برای افراد می‌باشد (چانگ و همکاران،۲۰۱۲). هم چنین بررسی ارتباط میزان پذیرش بیماران نارسایی قلبی ناشی از آلودگی هوا توسط تعدادی از محققین در تایوان نشان‌می دهد روزهایی که آلودگی هوا ی ناشی از افزایش گازهای گلخانه ای مخرب بیشتر است، میزان پذیرش بیماران قلبی- عروقی در بیمارستان‌های تاییتی روند افزایشی داشته است (یانگ و همکاران، ۲۰۰۸، صص ۳۵۳-۳٤۸). مطالعات صورت گرفته در ارتباط با بررسی رابطه بین هوای آلوده و بیماری های قلبی- عروقی به خصوص انفارکتوس میوکارد، نشان داده است که طبق آمار تنها در قاره‌ی آسیا سالیانه حدود ۵۰۰ هزار نفر در اثر آلودگی هوا جان می‌سپارند (پوستی، ۱۳۸٦، صص ٤۱۵-٤۲۳). بر آورد تعداد مرگ‌های قلبی و تنفسی منتسب به آلودگی هوای شهر تهران بر حسب ذرات در سال ۱۳۸۵ توسط تعدادی از محققین ایران ضورت گرفته است و نتایج آزمون‌های حساسیت نشان داد که بر آوردهای حاصل از فرضیات مختلف درمورد غلظت و غلظت زمینه $PM_{2.5}$، نسبت $PM_{10}$ به$PM_{2.5}$ و شکل تابع غلظت، با پاسخ در محدوده فواصل اطمینان بر آورده شده قرار دارند. بنابر این می توان گفت بر آورد مبنا حساسترین انتخاب نسبت به تابع غلظت پاسخ و غلظت زمینه بوده است (جنیدی جعفری و همکاران، ۱۳۸۸، صص ۳۷-٤۷). بررسی وارزیابی منابع ثابت ومتحرک درآلودگی هوای شهر اصفهان در سال‌های اخیر نیز بیانگرآنست که مسئله آلودگی هوا در کلان شهر اصفهان به بحران جدی تبدیل شده است. اصفهان پس از تهران یکی از کلان شهر های آلوده دنیاست که در ایران مقام دوم را به خود اختصاص داده است (ضرابی و همکاران، ۱۳۸۹، صص۱۵۱-۱٦٤). آلودگی هوا علاوه بر خسارات جانی، زیان‌های اقتصادی فراوانی برای مناطق آلوده به همراه می‌آورد که از نظر مدیریت و برنامه‌ریزی‌های اقتصادی برای ایران حائز اهمیت است. چنانچه هزینه‌های برآورد شده یرای مرگ و میر روزانه ناشی از آلودگی هوا، با استفاده از الگوی AROMAX ارتباط کوتاه مدت و بلند مدت بین آلودگی هوا و تعداد مرگ و میر روزانه درشهر اصفهان در دوره زمانی ۱۳۹۸-۱۳۹۰ نشان می‌دهد با افزایش ۱ در صد در شاخص کیفیت هوا[1] (AQI) میزان مرگ و میر در بلند مدت ۰/۱۲۳ در صد افزایش می‌یابد. (کیانی و همکاران، ۱۳۹۲، صص ۲٤۷-۲۵٤). مطالعه‌ی اپیدمولوژیک بیماران قلبی - عروقی بستری در بیمارستان‌های جهرم را در سال ۱۳۹۱، شایع ترین بیماری قلبی آنژین صدری و شایع ترین بیماری عروقی فشار خون بالا را نشان داده است (شهسواری و همکاران، ۱۳۹۲، صص ۱٤-۲۰). نتایج حاصل از بررسی آلودگی هوا با نارسایی قلبی نشان می‌دهد شاخص $PM_{10}$, $CO$, $NO_2$ و $SO_2$ در بیماران مبتلا و غیر مبتلا به نارسایی قلبی اختلاف معنی‌داری با میزان $P<0.000$ داشت و ممکن است ارتباط قوی بین آلاینده‌های هوا و تشدید علائم نارسایی باشد (بهنمون و همکاران، ۱۳۹۳، صص۱۵۲-۱٦٦). در راستای اینکه بررسی ارتباط بین آلاینده‌ها و شیوع بیماری قلبی در شهر حائز اهمیت‌می باشد، هدف اصلی در مطالعه حاضر ارزیابی ارتباط بین سطح آلاینده‌های هواو میزان مراجعه کنندگان ناشی ازبیماری قلبی به بیمارستان

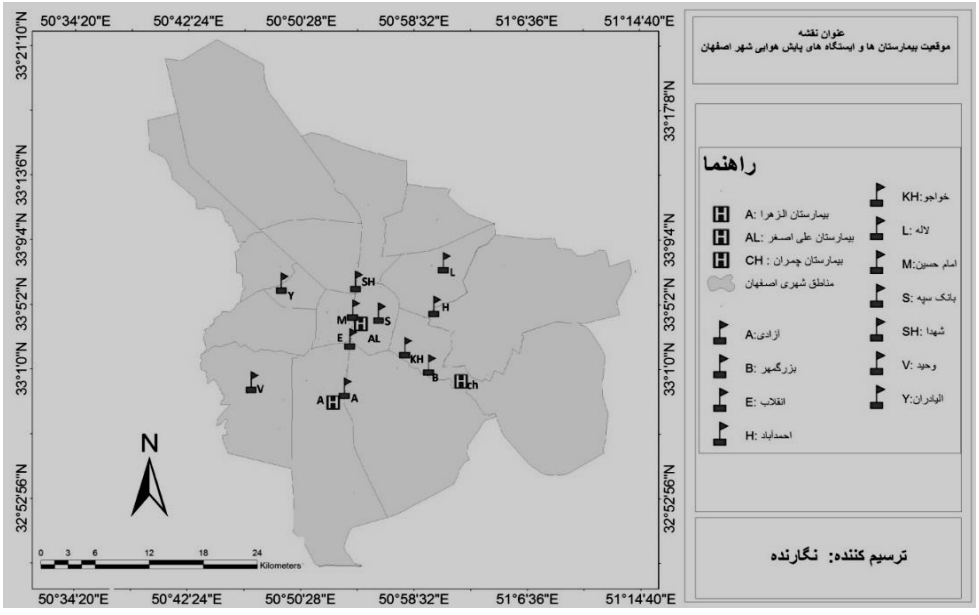
[1] Air Quality Index

در شهر اصفهان می‌باشد. در ارتباط با هدف پژوهش فوق، فرض بر آنست که افزایش میزان آلاینده‌های موجود در شهر اصفهان بر افزایش میزان مراجعین ناشی از بیماری قلبی به بیمارستان تأثیر دارد.

## مواد و روش‌ها:

### ۱) داده‌ها و اطلاعات مورد استفاده در پژوهش

شهر اصفهان بین ۳۲ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی تا ۵۱ درجه و ۳۷ دقیقه طول شرقی در استان اصفهان قرار گرفته است. این شهر از نظر اهمیت جغرافیای انسانی و طبیعی ششمین شهر ایران محسوب می‌شود. جمعیت آن طی آخرین سرشماری سال ۱۳۹۰ ایران برابر با ۱۹۰۸۹۶۸ نفر بوده است که نسبت به سرشماری‌های سال‌های قبل روند صعودی داشته است (شهرداری اصفهان، ۱۳۹۰). همچنین کل فوت شدگان بیماری‌های قلب و عروق به تعداد ۱۷۸۹ نفر و کل بستری شدگان به تعداد ٦٧١٥٦ نفر با توجه به سه پایگاه داده بیمارستان‌های شهید مصطفی چمران، بیمارستان الزهرا (س) و بیمارستان علی اصغر (ع) در بازه زمانی مورد مطالعه از سال ۱۳۸۹ تا سال ۱۳۹۲ در این شهر بوده است. قابل ذکر است با توجه به اینکه میزان آلاینده‌های مورد مطالعه بر اساس داده‌های آماری دریافت شده از ایستگاه‌های پایش هوا در شهر اصفهان می‌باشد، لذا جهت مطالعه، از کل بیمارستان‌های شهر اصفهان، موارد فوق با بیشترین میزان پذیرش بیماران قلبی به عنوان جامعه آماری تعیین گردید. داده‌های آلودگی هوا نیز از پایش آلودگی هوا واقع درسازمان کل حفاظت محیط زیست استان اصفهان دریافت گردید. این سازمان مقدار تعدادی از آلاینده‌ها از جمله ازن ($O_3$)، دی اکسید گوگرد ($SO_2$)، ذرات معلق با غلظت ۱۰ میکرو گرم بر متر مکعب ($PM_{10}$)، دی اکسید نیتروژن ($NO_2$)، مونوکسید کربن ($CO$) و شاخص کیفیت هوای اصفهان (AQI) در ساعات مختلف روز را به طور روزانه توسط ایستگاه‌های ثابت داخل شهری اندازه‌گیری می‌نماید. شکل شماره (۱) نقشه موقعیت جغرافیایی شهر و بیمارستان ها و ایستگاه‌های پایش هوای شهر اصفهان می‌باشد.




**شکل شماره ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی شهر، بیمارستانها و ایستگاههای پایش هوای شهر اصفهان**

## ۲) روش‌های مورد استفاده در پژوهش

### ➢ نقاط شکست آلاینده‌ها بر اساس شاخص کیفیت هوا

AQI شاخصی است که به منظور گزارش کیفیت هوای روزانه مورد استفاده قرار می‌گیرد و در واقع بیان کننده تمیزی و یا آلوده بودن هواست. سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده، شاخص AQI را برای پنج آلاینده اصلی شامل $O_3$ (غلظت سطح زمین)، PM، CO، $SO_2$، $NO_2$ محاسبه نموده است.

به منظور محاسبه مقدارشاخص کیفیت هوا (AQI) از رابطه (۱) استفاده می‌شود. بر اساس پارامترهای مورد استفاده از رابطه‌ی فوق جدول شماره (۱) نقاط شکست برای AQI، بدست می‌آید:

رابطه (۱):

$$I_P=\frac{I_{Hi}-I_{Lo}}{BP_{Hi}-BP_{Lo}}\left(C_P-BP_{Lo}\right)+I_{Lo}$$

در این رابطه:

$I_p$= شاخص کیفیت هوا (AQI) برای آلاینده P

$C_p$= غلظت اندازه گیری شده (به صورت گرد شده) برای آلاینده P

$BP_{Hi}$= نقطه شکستی که بزرگ تر یا مساوی $C_p$ است.

$BP_{Lo}$= مقدار AQI منطبق با $BP_{Hi}$

$I_{Lo}$= مقدار AQI منطبق با $BP_{Lo}$

**جدول ۱ : نقاط شکست برای AQI**

| طبقه‌بندی کیفیت هوا | AQI | نقاط شکست | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $NO_2$ ppm یک ساعته | $SO_2$ ppm ۲۴ ساعته | CO ppm ۸ ساعته | $PM_{10}(\mu g/m^3)$ ۲۴ ساعته | $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$ ۲۴ ساعته | $O_3$( ppm)[2] یک ساعته | $O_3$( ppm)[1] ۸ ساعته |
| خوب | ۰–۵۰ | ۰– ۰/۰۵۳ | ۰/۰۰۰–۰/۰۳٤ | ۰/۰–٤/٤ | ۰–٥٤ | ۰/۰–۱۵/٤ | ---- | ۰–۰/۰۵۹ |
| متوسط | ۵۱–۱۰۰ | ۰/۱–۰/۰۵٤ | ۰/۰۳۵–۰/۱٤٤ | ٤/۵–۹/٤ | ۵۵–۱۵٤ | ۱۵/۵–۳۵ | ---- | ۰/۰٦۰–۰/۰۷۵ |
| ناسالم برای گروه‌های حساس | ۱۰۱–۱۵۰ | ۰/۱۰۱–۰/۳٦۰ | ۰/۱٤۵–۰/۲۲٤ | ۹/۵–۱۲/٤ | ۱۵۵–۲۵٤ | ۳۵/۱–٦۵/٤ | ۰/۱۲۵–۰/۱٦٤ | ۰/۰۷٦–۰/۰۹۵ |
| ناسالم | ۱۵۱–۲۰۰ | ۰/۳٦۱–۰/٦٤۰ | ۰/۲۲۵–۰/۳۰٤ | ۱۲/۵–۱۵/٤ | ۲۲۵–۳٤۵ | ٦۵/۵—۱۵/٤ | ۰/۱٦۵–۰/۲۰٤ | ۰/۰۹٦–۰/۱۱۵ |
| خیلی ناسالم | ۲۰۱–۳۰۰ | ۰/٦۵–۱/۲٤ | ۰/۳۰۵–۰/٦۰٤ | ۱۵/۵–۳۰/٤ | ۳۳۵–٤۲٤ | ۱۵۰/۵–۲۵۰/٤ | ۰/۲۰۵–۰/٤۰٤ | ۰/۱۱٦–۰/۳۷٤ |
| خطرناک | ۳۰۱–٤۰۰ | ۱/۲۵–۱/٦٤ | ۰/٦۰۵–۰/۸۰٤ | ۳۰/۵–٤۰/٤ | ٤۲۵–۵۰٤ | ۲۵۰/۵–۳۵۰/٤ | ۰/٤۰۵–۰/۵۰٤ | (۲) |
| خطر ناک | ٤۰۱–۵۰۰ | ۱/٦۵–۲/۰٤ | ۰/۸۰۵–۱/۰۰٤ | ٤۰/۵–۵۰/٤ | ۵۰۵–٦۰٤ | ۳۵۰/۵–۵۰۰/٤ | ۰/۵۰۵–۰/٦۰٤ | (۲) |

مآخذ: دانشگاه علوم پزشکی تهران، پژووهشکده محیط زیست، ۱۳۹۰ ، ص۱۵

سازمان حفاظت محیط‌زیست ایالات متحده برای هریک از آلاینده‌های ذکر شده و به منظور بهداشت عمومی، استانداردهایی تدوین کرده است. هر چقدر مقدار AQI بیشتر باشد، بدان مفهوم است که سطح آلودگی بیشتر بوده و مخاطرات بهداشتی آن نیز بیشتر خواهد بود. به عنوان مثال مقدار AQI بیانگر شرایط کیفی هوای خوب یا حد اقل پتانسیل برای اثرات بهداشت عمومی است، در حالی که مقدارAQI بیشتر از ۳۰۰ نشان دهنده کیفیت هوای خطرناک است. معمولا AQI بر ابر ۱۰۰ بیانگر شرایط بهداشتی و۱۰۰ > AQI بیانگر شرایط غیربهداشتی است.

برای هریک از آلاینده های ذکر شده و به منظور بهداشت عمومی، استانداردهایی تدوین کرده است که در جدول شماره (۲) بیانگر مقادیر AQI و شرایط بهداشتی می‌باشد.

**جدول شماره۲: مقادیر AQI و شرایط بهداشتی**

| مقادیر AQI | سطح بهداشتی | رنگ‌ها |
|---|---|---|
| ۰-۵۰ | خوب | سبز |
| ۵۱-۱۰۰ | متوسط | زرد |
| ۱۰۱-۱۵۰ | غیر بهداشتی برای گروه‌های حساس | نارنجی |
| ۱۵۱-۲۰۰ | غیر بهداشتی | قرمز |
| ۲۰۱-۳۰۰ | خیلی غیر بهداشتی | ارغوانی |
| ۳۰۱-۵۰۰ | خطرناک | رنگ خرمایی مایل به قرمز |

مأخذ: اداره کل حفاظت محیط زیست استان اصفهان

### ➢ روش‌های آماری چند متغیره

روش چند متغیره کاربردی از جمله روش‌های آماری در پژوهش‌های اقلیمی است که در این تحقیق استفاده شده است. بر این اساس ماهیت رابطه بین متغیرها، از نظر چگونگی ارتباط و وایستگی بین متغیرهای عناصر آلاینده هوا و میزان مراجعه‌کنندگان ناشی از بیماران قلبی در شهر اصفهان در دوره آماری ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲ می‌باشد. در این صورت با پی بردن به روابط بین متغیرها با استفاده از اطلاعات به دست آمده از مجموعه‌ای از متغیرها، ارزش متغیرهای دیگر بر آورد می‌شود. روابط بین متغیرها به همبستگی موسوم است برای محاسبه همبستگی بین متغیرها و جهت آن، می‌توان از روش‌های مختلفی بهره‌مند شد. برای محاسبه میانگین در گروه‌ها و توابع وابسته به آنها از تحلیل واریانس و برای محاسبه ضرایب همبستگی استاندارد نشده ازآزمون آماره‌ی خی دو یا کای اسکور ($X^2$) و ضریب همبستگی پیرسون و کندال تاو استفاده شده است که از این نمایه ها، میزان همبستگی را می‌توان استنباط کرد. ضرایب استاندارد شده نیز در دودسته ضرایب یک طرفه و دو دوطرفه تقسیم می‌شوند. ضرایب یک طرفه تعیین کننده میزان رابطه از جهت مثبت یا منفی است و عمدتا با مقادیر بین صفر و یک رابطه را ارائه می‌کنند. رابطه قوی با عدد یک، عدم همبستگی با عدد صفر و مقادیر بین این دو حد واسط همبستگی می‌باشد. این ضرایب در بازه ی ۱+ و ۱- متغیر است. بطور کلی هدف مطالعات همبستگی تعیین روشهای اندازه‌گیری است علاوه بر آن طبیعت روابط را توصیف می‌کند. (عساکره، ۱۳۹۰، ص۱٦۱)

### یافته‌های تحقیق:

در ارتباط با ارزیابی آلاینده‌ها در شهر اصفهان با توجه به ارتباط با میزان مراجعین بیماران قلبی به بیمارستان‌های هدف در طی دوره‌ی آماری مورد مطالعه، نقاط شکست برای شاخص کیفیت هوا با توجه به بیشترین میزان بستری محاسبه و تعیین گردید که در جدول شماره (۲) نمایش داده شده است.

چنانچه مشاهده می‌گردد بیشترین میزان مراجعین مربوط به نقطه شکست ۱۰۱ تا ۱۵۰ قسمت در میلیون (ppm) می‌باشد. میزان مونوکسید کربن برابر ۱۰/٤ برحسب قسمت در میلیون (ppm)، دی اکسید نیتروژن برابر ppm ۰/۱۲٦، ازن برابر ppm ۰/۰٦۳ دی اکسید گوگرد برابر ppm ۰/۱۱۲و ذرات معلق ($PM_{10}$) برابر ٤۸۹/۷ بر حسب میلی‌گرم بر مترمکعب ($\mu g/m^3$)می باشد که این میزان قابل ملاحظه است. براساس عوارض بهداشتی آلاینده‌های جوی و شرایط بهداشتی آن، هم چنین باتوجه به بیشترین میزان مراجعین بیماران قلبی در دوره‌ی آماری مورد مطالعه، جدول شماره (۳) تهیه شده است که نشان دهنده ی عوارض بهداشتی مرتبط با غلظت های مختلف آلاینده‌های بر آورد شده می‌باشد.

**جدول شماره (۲): نقاط شکست شاخص AQI برای بالاترین میزان آلاینده‌ها و مراجعین بیماری قلبی به بیمارستان در طول دوره آماری**

| مقدار AQI ppm | تعداد روز آلوده | AQI ppm | $O_3$ ppm | $NO_2$ ppm | $PM_{10}$ $\mu g/m^3$ | $SO_2$ ppm | CO ppm | مراجعین نفر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۵۰–۱ | ٦۳ | ٤۹ | ۰/۰٦۵ | ۰/۰۸۵ | ۲۰۰/۲ | ۰/۰۹۹ | ۷/٦ | ۸۹ |
| ۱۰۰–۵۱ | ۸۱٤ | ۹۹ | ۰/۰۸۷ | ۰/۰٤٤ | ۲۵۸ | ۰/۱۰٤ | ٤/۷ | ۹۰ |
| ۱۵۰–۱۰۱ | ۳۲۹ | ۱٤۹ | ۰/۰٦۳ | ۰/۱۲٦ | ٤۸۹/۷ | ۰/۱۱۲ | ۱۰/٤ | ۱۰۰ |
| ۲۰۰–۱۵۱ | ٤۳ | ۱۹۹ | ۰/۰۸۵ | ۰/۰۷٦ | ۳۸۰/٤ | ۰/۱۲۱ | ۹/۹ | ۸۸ |
| ۳۰۰–۲۰۱ | ٤ | ۲٤۰ | ۰/۰٤۳ | ۰/۰۷ | ۵۲۸/۷ | ۰/۱۰۱ | ٦/٤ | ۷۵ |

**جدول شماره (۳):عوارض بهداشتی مرتبط با غلظت های مختلف بر اساس نقطه شکست۱۰۰–۱۵۰ شاخص کیفیت هوا**

| عنصر آلاینده | میزان | عوارض بهداشتی | تفسیر کیفی | رنگ شاخص |
|---|---|---|---|---|
| $O_3$ ppm | ۰/۰٦۳ | در افرادی که به طور غیر معمول حساس هستند و ممکن است علائم قلبی- تنفسی ظاهر گردد. | متوسط | زرد |
| $NO_2$ ppm | ۰/۱۲٦ | احتمال بروز علائم تنفسی در کودکان فعال، سالمندان و افراد مبتلا به بیماری های قلبی- تنفسی | ناسالم برای گروه‌های حساس (خردسال و سالخورده) | نارنجی |
| $PM_{10}$ $\mu g/m^3$ | ٤۸۹/۷ | افزایش شدید بیماری‌های قلبی یاریوی ومرگ زود رس قلبی، افزایش قابل توجه علائم تنفسی درکل جمعیت | خطرناک | خرمایی |
| $SO_2$ ppm | ۰/۱۱۲ | ندارد | متوسط | زرد |
| CO ppm | ۱۰/٤ | کاهش توانایی به علت افزایش علائم بیماری‌های قلبی- عروقی نظیر درد قفسه سینه در افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی | ناسالم | قرمز |

## الف) توزیع مربع آزمون خی دو

آماره ی آزمون کای دو، آزمون ساده و پرکاربرد برای نکویی برازش است. این آزمون بافت نگار، مشاهدات را با توزیع احتمال (برای داده‌های گسسته) یا چگالی احتمال (برای داده‌های پیوسته) مقایسه می‌کند (عساکره، ۱۳۹۰، ص ۱٦۲). این آماره ازطریق رابطه ریاضی(۲) محاسبه می‌شود:

$$X^2 = \sum classes \frac{(O-E)^2}{E}$$ رابطه (۲)

در رابطه فوق O مقادیر مشاهده شده و E مقادیر مورد انتظار است. برای بررسی و سنجش ارتباط عناصر آلاینده‌ی هوا با تعداد مراجعین ناشی از بیماری قلبی درشهر اصفهان از آزمون خی دو استفاده شد و در این رابطه نتایج حاصل از برآورد با توجه به ارتباط عناصر آلاینده‌ای همچون ذرات معلق جامد با قطر ۱۰ میلی‌میکرون ($PM_{10}$)، دی اکسید گوگرد ($So_2$)، دی اکسید نیتروژن ($No_2$)، مونوکسید کربن (Co) و ازن ($O_3$) در طی دوره آماری مورد ارزیابی قرار گرفت که در جدول شماره (٤) به نمایش در آمده است. محاسبات انجام شده با آزمون خی دو نشان‌می دهد ارتباط بین متغیرهای آلاینده جوی در دوره آماری مورد مطالعه با تعداد بستری شدگان ناشی از بیماری قلب و عروق برای آلاینده $PM_{10}$، $NO_2$ و $SO_2$ به ترتیب دارای سطح معناداری برابر۰/۰۳٤، ۰/۰۰۰ و ۰/۰۰۰ می‌باشد و نمایانگر وجود ارتباط است. بدین معنی که هرچه میزان آلاینده‌های نامبرده افزایش یافته است، تعداد مراجعه کنندگان این بیماری نیز افزایش پیدا کرده است.

**جدول شماره(٤): بررسی ارتباط عناصر آلودگی هوا با تعداد مراجعه کنندگان ناشی از بیماری قلبی با آزمون خی دو**

| ارتباط پارامترهای آلودگی با میزان بستری | سطح معنی داری | نوع ارتباط |
|---|---|---|
| $O_3$ ppm | ۰/۲۷۱ | عدم ارتباط |
| $NO_2$ ppm | ۰/۰۰۰ | دارای ارتباط |
| CO ppm | ۰/٦۱۳ | عدم ارتباط |
| $PM_{10}$ µg/m$^3$ | ۰/۰۳٤ | دارای ارتباط |
| $SO_2$ ppm | ۰/۰۰۰ | دارای ارتباط |

### ب) تحلیل واریانس[1] (آنوا)

آزمونی که برای مقایسه میانگین یک صفت کمی در بیش از دو جمعیت استفاده می شود، آنالیز واریانس رگرسیون (آنوا[2]) نام دارد. اگر میانگین صفت در این جامعه را به ترتیب با $\mu_1, \mu_2, ..., \mu_k$ نشان دهیم،آنگاه فرضیه یکسان بودن میانگین‌ها در اینآزمون فرض اولیه یا$H_0$ برابر $\mu_1 = \mu_2 = .... = \mu_k$ می‌باشد و نشان می‌دهد اختلافی بین میانگین داده‌ها وجود ندارد. در مقابل فرض ثانویه$H_1$ آن است که حداقل بین میانگین دو گروه از این داده‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد (عساکره، ۱۳۹۰، ص ١٦٨). در این راستا با استفاده از آزمون آنوا ارتباط عناصر آلودگی هوا با تعداد مراجعه کنندگان ناشی از بیماری قلبی بر آورد گردید و در جدول شماره (۵) نمایش داده شد. محاسبات انجام شده نشان می‌دهد سطح معناداری برای آلاینده دی اکسید نیتروژن برابر ۰/۰۰۰ و برای مونوکسید کربن برابر با ۰/۰۱٦ است که کمتر از ۰/۰۵می‌باشد. بنابر این‌می‌توان گفت که ارتباط معناداری بین میزان آلاینده‌های

[1] Analysis of variance
[2] ANOVA

نامبرده با میزان مراجعه کنندگان ناشی از بیماری قلبی وجود دارد. ولی برای سایر عناصر آلوده کننده هوا بین میانگین‌ها اختلاف معناداری وجود دارد، زیرا سطح معناداری بالاتر از ۰/۰۵ می‌باشد.

**جدول شماره (۵): ارتباط بین عناصر آلاینده ی هوا و تعداد مراجعه ناشی از بیماری قلبی با آزمون آنوا**

| پارامتر | سطح معنی داری | ارتباط |
|---|---|---|
| $O_3$ ppm | ۰/۷۵۵ | عدم ارتباط |
| CO ppm | ۰/۰۱۶ | دارای ارتباط |
| $PM_{10}$ µg/$m^3$ | ۰/۱۳۲ | عدم ارتباط |
| $NO_2$ ppm | ۰/۰۰۰ | دارای ارتباط |
| $SO_2$ ppm | ۰/۳۱۳ | عدم ارتباط |

## ج) ضریب همبستگی تاو- کندال

یکی از ضریب همبستگی‌ها به نام همبستگی مان – کندال یا تاو -کندال معروف است. برای استفاده از این همبستگی به مقادیر نسبی داده‌ها نیاز است (عساکره،۱۳۹۰، ص۱۷۹). ضریب همبستگی تاو- کندال برای سنجش میزان تناظر یا مطابقت بین دو مجموعه و ارزیابی معنی داری این تناظر به کارمی رود (مهدوی و همکاران، ۱۳۸٤، ص١٦٦). ضریب تاو-کندال همواره بین ۱ – تا ۱+ در نوسان است. اگر بین دو رتبه یا دو مجموعه توافق کامل وجود داشته باشد ، مقدار ضریب ۱+ خواهد بود. اگر بین دو مجموعه عدم توافق کامل وجود داشته باشد، مقدار ضریب ۱– خواهد بود. اما اگر رتبه‌ها به طور کامل مستقل از هم باشند و افزایش یا کاهش در یکی با افزایش و یا کاهش دیگری مرتبط نباشد، مقدارضریب به طورمتوسط برابر با صفر خواهد بود. ضریب همبستگی تاو – کندال از رابطه (۳) محاسبه می‌شود (مهدوی و همکاران، ۱۳۸٤، ص١٦٥).

رابطه (۳):

$$\tau = \frac{2S}{N(N-1)}$$

τ= ضریب همبستگی تاو کندال

S= مجموع ضرایب همبستگی مرتب شده

N= مقدار حجم جامعه

مقدار ضریب از طریق رابطه (٤) قابل محاسبه است:

رابطه (٤):

$$S = \sum Pi - \sum Qi$$

$P_i$= اعداد بزرگ‌تر از حد آستانه

$Q_i$= اعداد کوچک‌تر از حد آستان

محاسبات حاصل از بررسی ارتباط عناصر آلودگی هوا با تعداد بستری ناشی از بیماری قلب وعروق با آزمون همبستگی کندال تاو در جدول شماره (۷) نمایش داده شده است که نشان می‌دهد ارتباط معناداری بین عناصر

آلاینده‌ی مونوکسید کربن، دی اکسید گوگرد و ازن با مراجعه کنندگان ناشی از بیماری قلبی وجود دارد. در این ارتباط، بیشترین میزان ضریب همبستگی برای مونوکسید کربن برابر ۰/۱۱۳ با سطح معنا داری ۰/۰۰۰ بر آورد شده است و حاکی از ارتباط مستقیم و مثبت‌می باشد. علاوه بر آن میزان ضریب همبستگی برای دی اکسید گوگرد برابر ۰/۰۹۱ با سطح معناداری ۰/۰۰۰ محاسبه شده است. به این معنی که افزایش میزان این عنصر آلاینده ی دی اکسید گوگرد با افزایش میزان مراجعه کنندگان بیماران ناشی از بیماری قلبی به بیمارستان‌های مورد مطالعه همراه بوده است.

**جدول شماره (۷): بررسی ارتباط عناصر آلودگی با تعداد مراجعه کنندگان ناشی از بیماری قلبی با ضریب همیستگی کندال تاو**

| آلاینده / ارتباط | $O_3$ ppm | $NO_2$ ppm | $PM_{10}$ µg/m$^3$ | $SO_2$ ppm | CO ppm |
|---|---|---|---|---|---|
| ضریب همبستگی کندال تاو | ۰/۰۳۳ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۰٦ | ۰/۰۹۱** | ۰/۱۳۳** |
| سطح معنا داری | ۰/۱۱۹ | ۰/۷٤۳ | ۰/۷۷۲ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ |
| نوع ارتباط | عدم ارتباط | عدم ارتباط | عدم ارتباط | ارتباط مستقیم و معنادار | ارتباط مستقیم و معنادار |

** نشان دهنده ی ارتباط خوب بین پارامترهای آلاینده و مراجعه کنندگان بیماران قلبی‌می باشد.

### د) ضریب همبستگی پیرسون[1]

ضریب همبستگی پیرسون روشی است که برای داده‌هایی با توزیع نرمالیا تعداد داده‌های زیاد استفاده می‌شود. در ضریب همبستگی پیرسون r از بین ۱-تا ۱ تغییرمی‌کند (مهدوی و همکاران، ۱۳۸٤، ص ١٦٦). منفی یک حاکی از رابطه معکوس و مثبت یک رابطه مستقیم را نشان می‌دهد (مومنی و همکاران، ۱۳۹۱، ص ١٤٩). برای محاسبه ضریب همبستگی پیرسون از رابطه شماره (٤) استفاده‌می شود:

رابطه (٤):

$$r_{xy} = \frac{\mathrm{cov(x,y)}}{\delta x \times \delta y}$$

در این رابطه cov(x,y) کوواریانس دو متغیر، سیگمای x انحراف معیار x و سیگمای y انحراف معیارمتغیر yرانشان‌می دهد. نتایج حاصل از بررسی ارتباط عناصر آلودگی هوا با تعداد بستری ناشی از بیماری قلب و عروق با آزمون همبستگی پیرسون طبق جدول شماره(٦) نشان دهنده ی ارتباط معناداری بین عناصر آلودگی آب و هوا با بستری ناشی از بیماری قلب و عروق است. در این ارتباط بیشترین میزان همبستگی با ضریب ۰/١٦٥ متعلق به آلاینده ی جوی ذرات معلق جامد با قطر ۱۰ میلی میکرون ($PM_{10}$) با سطح معنا داری ۰/۰۰۰ و ضریب۰/۲۰۳ متعلق به آینده ی دی اکسید گوگرد($SO_2$) با سطح معنا داری برابر ۰/۰۰۰می باشد. همچنین ضریب همبستگی برای مونوکسید کربن برابر ۰/۰۷٤ با سطح معنا داری ۰/۰۱٤ بر آورد شده است. چنانچه مشاهده‌می شود، افزایش میزان این عناصر آلاینده باعث افزایش تعداد مراجعه کنندگان به بیمارستان‌های مورد مطالعه در طی دوره ی آماری ۱۳۸۹-

[1] Pearson Correlation Coefficient

۱۳۹۲ شده است. دراین صورت رابطه بین آلاینده‌های جوی و میزان مراجعین بیماری قلبی به بیمارستان‌ها مثبت و مستقیم می باشد.

**جدول شماره (٦): بررسی ارتباط عناصر آلودگی با تعداد مراجعه کنندگان ناشی از بیماری قلبی با ضریب همیستگی پیرسون**

| آلاینده / ارتباط | $O_3$ ppm | $NO_2$ ppm | $PM_{10}$ µg/m$^3$ | $SO_2$ ppm | CO ppm |
|---|---|---|---|---|---|
| ضریب همبستگی پیرسون | -۰/۰۳۱ | ۰/۰۰۳ | **۰/۱٦٥ | **۰/۲۰۳ | *۰/۰۷٤ |
| سطح معنا داری | ۰/۳۰۹ | ۰/۹۱۸ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۱٤ |
| نوع ارتباط | عدم ارتباط | عدم ارتباط | ارتباط مستقیم و معنادار | ارتباط مستقیم و معنادار | ارتباط مستقیم و معنادار |

** نشان دهنده ی ارتباط خوب بین پارامترهای آلاینده و مراجعه کنندگان بیماران قلبی‌می باشد.

* نشان دهنده ی ارتباط نسبتا خوب بین پارامترهای آلاینده و مراجعه کنندگان بیماران قلبی‌می باشد.

## نتیجه‌گیری:

آلودگی هوا اثرات بسیار گسترده‌ای برسلامت انسان برجای می‌گذارد که مهمترین اثرات آلاینده‌ها خصوصا آلاینده‌های گازی بردستگاه تنفسی می‌باشد. از سوی دیگر آلاینده‌های موجود در هوای آلوده انواع مختلفی دارند، بعضی از این آلاینده‌ها که دارای بیشترین اثر بر روی سیستم قلبی عروقی بدن می باشند، ذرات معلق با قطری کمتر از ده میکرون است. در این پژوهش بر اساس جدول شماره (۲) میزان ۱۰۰ نفر از مراجعین به بیمارستان‌ها در دوره‌ی آماری مورد مطالعه در شهر اصفهان متعلق به زمانی است که میزان ذرات معلق جامد به قطر ۱۰ میلی‌میکرون (PM10) برابر با ٤٨٩/٧ میکروگرم بر متر مکعب بوده است. تمام آلاینده‌ها می توانند با مکانیسم های بیولوژیک متفاوت اثرات نامطلوب بر سیستم قلب و عروق داشته باشند.چنانچه بررسی فوق حاکی از افزایش میزان بیشترین مراجعه کنندگان به تعداد ۱۰۰ نفر متعلق به هنگامی است که آلاینده ی مونوکسید کربن برابر ۱۰/٤ قسمت در میلیون بوده است. زیرا افزایش این آلاینده‌ها در جو به واسطه ترشح مواد التهابی در ریه باعث ایجاد اختلالات انعقادی، افزایش ترمبوز، اختلالات اندوتلیال عروق و انقباض شریان‌ها می‌شوند. از طرفی با افزایش ضربان قلب، افزایش فشارخون و کاهش تغییرات ضربان قلب طبیعی زمینه را برای تنگی عروق کرونر، سکته‌های قلبی و آریتمی‌های قلبی و مرگ و میر ناشی از آن مساعد می‌کنند. مطالعات نشان داده است که شهرهای تهران و اصفهان از شهرهای آلوده ایران هستند. براین اساس در روزهایی که شاخص کیفیت هوا در مرز تهدید بوده است، احتمال سکته قلبی، افزایش اختلالات ریتم قلبی در بیماران قلبی و نارسایی قلبی افزایش پیدا کرده ودچار حملات بیشتر تنگی نفس شده‌اند. علاوه بر آن کسانی که بصورت مزمن و طولانی در معرض آلودگی هوا قرار گرفته اند، بخاطر نقش التهابی ماندگاری که ریزگردها، سیر ایجاد تنگی‌های عروق کرونردر آنها سریع‌تر گردیده است.بر اساس پژوهش‌های انجام شده در سال‌های اخیرو تحقیق فوق می‌توان گفت در شهراصفهان ذرات میکروسکوپی معلق در هوا بر سیستم قلبی بیماران تاثیرگذاشته و عامل مهمی در مراجعه این بیماران به بیمارستان‌ها در دوره‌ی آماری مورد مطالعه محسوب

می‌شود. نتایج آنالیزاطلاعات از طریق آزمون‌های انجام شده بین آلاینده‌های هوای شهر اصفهان و مراجعه کنندگان ناشی از بیماری قلبی، ارتباط معنی داری بین مواجهه با ذرات معلق، مونوکسید کربن، دی اکسید گوگرد، دی اکسید نیتروژن و ازن پیدا کرد، که این نتایج با بعضی از نتایج مطالعات دیگر انجام شده در آسیا و سایر کشورها مطابقت دارد. همچنین علاوه بر مواجهه بیماران قلبی با آلودگی هوا ی ناشی ازصنایع آلاینده پویا و ایستا، زمانی که با افزایش گرد و غبار هوا نیز روبرومی شوند، شرایط مساعدی برای اثرات مخرب بر روی بیماران قلبی ایجادمی شود. بنابر این با توجه به فرضیه تحقیق، نتایج حاصل از بر آورد نشان می دهد میزان مراجعین ناشی از بیماران قلبی به بیمارستانهای مورد مطالعه با آزمونهای مختلف در دوره‌ی آماری مطالعه شده ارتباط دارد و حاکی از تاثیر بر افزایش تعداد آنها در هنگام افزایش آلاینده‌های جوی شهر اصفهان بوده است.

## منابع:


۱. امام قلی پور سفید دشتی، سارا و اکبری ساری، علی و غضنفری، صادق (۱۳۹٤)، تاثیر آلاینده‌های هوا بر پذیرش‌های اورژانسی سکته‌های قلبی در شهر تهران طی دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۹۱، فصلنامه بهداشت و توسعه، سال چهارم، شماره ۳. تابستان. صص ۱۹۰-۱۹۹، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان

۲. اداره کل محیط زیست استان اصفهان، سازمان پایش هوای شهر اصفهان، ۱۳۹۲، اصفهان

۳. بهنمون، مهسا و گرکیراقی، محمد و صادقی، معصومه و کشوری مهتاب و بهجتی، محدثه و کوشک زری، مهدی و نغنایان، مینا و صرافزادگان، نضال، ۱۳۹۳، بررسی آلودگی هوا با نارسایی قلبی، پژوهش در پزشکی، مجله پژوهشی دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی وخدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، دوره ۳۸ ، شماره ۳، پاییز، صص ۱۵۲-۱۵٦، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران

٤. بیگدلی، آرمان، ۱۳۸۰، ارتباط بین پارامترهای اقلیمی و آلودگی هوا برسکته قلبی، دردوره ۵ ساله در تهران طی ۱۹۹۰ تا ۱۹۹٤، مجله تحقیقات جغرافیایی، شماره۱٦، صص ۱٤۰-۱۲٦، انتشارات دانشگاه اصفهان

۵. پوستی، عباس، ۱۳۸٦،آلودگی هوا، مجله علمی پژوهشی رازی، سال هجدهم و شماره۵ ،صص ٤۱۵-٤۲۳، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران

٦. جنیدی جعفری، احمد و ظهور، علیرضا و رضایی، روشنک و افضلی، شیدا و سیف، آزاده، ۱۳۸۸، برآورد تعداد مرگ های قلبی وتنفسی منتسب به آلودگی هوای شهر تهران برحسب رات ۱۳۸۵، فصلنامه علمی پژوهشی ماب وترکیه، پاییز و زمستان، شماره ۷٤-۷۵، صص ۳۷-٤۷، انتشارات دانشگاه تبریز، تبریز

۷. شهسواری اصفهانی، سارا ونظری، فریده و کریم یار جهرمی، مهدی وصادقی، میترا، ۱۳۹۲، بررسی اپیدمولوژیک بیماران قلبی عروقی دربیمارستانهای جهرم درسال ۱۳۹۱، نشریه پرستار یا قلب وعروق ایران، دوره دوم، شماره۲ ، تابستان، صص ۱٤-۲۰، انتشارات انجمن علمی پرستاران ایران، تهران

۸. شهرداری اصفهان، معاونت برنامه ریزی، پژوهش وفناوری اطلاعات، آمارنامه شهراصفهان سال ۱۳۹۰، اصفهان

۹. ضرابی، اصغر و محمدی، جمال و عبدالهی، علی اصغر، ۱۳۸۹، بررسی و ارزیابی منابع ثابت و متحرک در آلودگی هوای شهر اصفهان، فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیای ایران، سال هشتم، شماره ۲۶، صص۱۵۱-۱۶۴، انتشارات انجمن جغرافیایی ایران، تهران

۱۰. عساکره، حسین،۱۳۹۰، مبانی اقلیم شناسی آماری، انتشارات دانشگاه زنجان، چاپ اول، زنجان

۱۱. قربانی، مصطفی و یونسیان، مسعود، ۱۳۸۹، طرحهای مطالعاتی اپیدمولوژیکی درآلودگی هوا، مجله تخصصی اپیدمولوژیکی ایران، دوره ی ۵، شماره ٤، صص ٤٤-۵۲، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران

۱۲. کیانی، غلامحسین و یاری، فاطمه و امیری، هادی، ۱۳۹۲، برآورد هزینه های مرگ و میر ناشی ازآلودگی هوادراصفهان،مجله علمی پژوهشی محیط شناسی،دوره ٤۰، شماره ۱، صص۲٤۷-۲۵٤، انتشارات دانشگاه تهران، تهران

۱۳. مسجدی، محمد رضا و دوکوهکی، پونه و احمد نژاد، زرین و علی‌نژاد طاهری، سیما و جمعتی، حمید رضا و بیگدلی، مسعود و آگین، خسرو و قوام، سید مسعود، رستیمان، عبدالرحمن و ایزدی، شیرین، ۱۳۸۰، بررسی همبستگی آلودگی هوا با میزان حملات حاد قلبی وتنفسی، فصلنامه پژوهش در پزشکی، جلد ۲۵، شماره۱ ، صص ۲۵-۳۳، انتشارات دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران

۱٤. مهدوی، مسعود و طاهر خانی، مهدی، ۱۳۸٤، کاربرد آمار در جغرافیا، ، نشر قومس، چاپ اول، تهران.

۱۵. مؤمنی، منصور و فعال قیومی، علی ،۱۳۹۱ ، تحلیل‌های آماری با استفاده از SPSS، انتشارات سیمای دانش، چاپ هفتم، تهران

۱٦. نصرالهی، زهرا و غفاری گولک، مرضیه، ۱۳۸۹، آلودگی هوا و عوامل موثر بر آن، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، سال دهم، شماره ۳، پاییز، صص ۷۵-۹۵، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، پژوهشکده‌ی اقتصاد.تهران

۱۷. وزارت بهداشت ، درمان و آموزش پزشکی، مرکز سلامت محیط و مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست،۱۳۹۰، راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص کیفیت هوا، دانشگاه علوم پزشکی تهران ، دی ماه، چاپ اول، تهران

18. Arian M.A., Blair R, Finkelstein N( 2007): The use of wind fields in a land use regression model to predict air pollution concentrations for health exposure studies. J Environ Heal Res. Vol .41, pp 3453-3464.
19. Agay-Shay K., Friger M., Ammatzia Peled Sh., Amitai Y., Peretz Ch (2013): Air pollution and congenital heart defects, Environmental Research, NO. 124, pp 28–34.
20. Bard B., Robert L., Matthew R., Nowkaa, Melvyn Rubenfire B., Elizabeth A., Jackson B., Robert D., Brook B (2011): Patient Awareness of the Risks for Heart Disease Posed by, Progress in Cardiovascular Diseases . Vol. 53, pp. 379–384
21. Chung W., Chen Q., Osammor O., Nolan A., Zhang X., Sharifi VN (2012): Characterisation of particulate matter onthe receptor level in a city environment. Environ Monit Assess,NO.184(3), pp. 1471-86.
22. Simkhovich BZ., Kleinman MT., Kloner RA (2008): Air pollution and cardiovascular injury. J. American College of Cardiology. Vol. 52 (9), pp.719-726.

23. Yang Ch Y., Ming L., Tsai Sh., Chi-Kung Ho., Hui-FenChiu., Trong-Neng Wu( 2008): Ail pollution and hospital admissions for congestive heart failure: Arethere potentially sensitive groups?. J. Environmental Research, NO. 108, pp. 348–353