

## استفاده از تصاویر ماهواره‌ای برای تعیین نقاط بحرانی در ابتلای به بیماری سرطان ریه در شهرهای آلوده

محمد رضا مباحثی\*، سیدعباس حجازی

گروه مهندسی فتوگرامتری و سنجش از دور، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی تهران  
\* نویسنده مسؤل: تهران، خیابان ولی عصر (عج)، تقاطع میرداماد. کدپستی: ۱۹۹۶۷-۱۵۴۳۳، تلفن: ۸۸۸۷۷۰۷۳ و ۸۸۸۷۷۰۷۲، نمابر: ۸۸۷۸۶۲۱۲  
پست الکترونیک: Mobasheri@kntu.ac.ir

دریافت: ۹۲/۱۰/۲۶ پذیرش: ۹۳/۲/۱

### چکیده

**مقدمه:** عواقب آلودگی هوای شهرها به صورت بیماری‌ها و امراض قلبی-عروقی، تنفسی و سکنه مغزی متوجه ساکنان آن‌ها می‌شود. در این مطالعه، داده‌های مربوط به ابتلای به سرطان ریه و آلودگی هوا (ذرات معلق زیر ۲/۵ میکرون موجود در جو) در شهر تهران مورد استفاده قرار گرفته است. هدف این تحقیق، امکان‌سنجی برآورد ارتباط بین آلودگی هوا و ابتلای به سرطان ریه در شهر تهران با استفاده از داده‌های روزانه ماهواره‌ها می‌باشد.

**روش کار:** اطلاعات مورد نیاز در رابطه با توزیع ذرات معلق زیر ۲/۵ میکرون در جو تهران با استفاده از تصاویر سنجنده MODIS تهیه گردید. سپس از روش‌های آماری همبستگی و رگرسیون، برای تعیین ارتباط بین غلظت ذرات معلق زیر ۲/۵ میکرون محل سکونت افراد با ابتلای به سرطان ریه استفاده شد.

**یافته‌ها:** در نتیجه این بررسی مشاهده شد که بین افزایش غلظت ذرات معلق زیر ۲/۵ میکرون جو در مناطق مختلف شهر تهران و افزایش شاخص نسبت بیمار به جمعیت در آن مناطق، یک همبستگی مثبت وجود دارد. مقدار این همبستگی  $0.43$  ( $p < 0.05$ ) محاسبه شد و بیانگر آن است که زندگی در مناطق آلوده بر خطر ابتلای به سرطان ریه می‌افزاید. همچنین خطر نسبی زندگی در آلوده‌ترین نقاط تهران از نظر ذرات معلق نسبت در مقایسه با پاک‌ترین نقاط،  $1/32$  ( $1/620 - 1/013$ )، در فاصله اطمینان  $0.95$  و  $0.05$  محاسبه شد.

**نتیجه‌گیری:** همبستگی مثبت ضعیف اما معناداری بین زندگی در سطوح مختلف غلظت ذرات معلق زیر ۲/۵ میکرون و ابتلای به سرطان ریه دیده شد. این موضوع نشان دهنده تأثیر ذرات معلق بر ابتلای افراد به سرطان ریه می‌باشد. از دلایل ضعیف بودن همبستگی می‌توان به در نظر نگرفتن سایر پارامترهای دخیل در روند ابتلای به سرطان ریه اشاره کرد. با استخراج نقشه روزانه توزیع آلودگی در شهرها ضمن یافتن نقاط بحرانی می‌توان مردم و مسئولین را از نقاط بحرانی آگاه نمود.

**کلواژگان:** آلودگی هوا، ذرات معلق، سرطان ریه، MODIS

### مقدمه

بیماری‌های قلبی و ریوی، متوجه ساکنان شهرها می‌شود (۳-۱). سرطان ریه یکی از همه‌گیرترین سرطان‌ها در سراسر جهان است (۴ و ۵). پژوهش‌های آماری و بالینی، روند بدخیمی بیماری سرطان ریه را در پیوند با اعتیاد به دخانیات، آلاینده‌های پدیدار

گسترش شهرنشینی و توسعه شهرها به همراه افزایش شتابان جمعیت و توسعه فعالیت‌های صنعتی با مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی به شدت آلودگی هوا را افزایش داده است که عواقب آن به صورت انواع امراض و بیماری‌های تنفسی، تشدید

قابل ملاحظه‌ای مواجه شده‌اند (۱۲). بهره‌گیری از تکنیک سنجش از دور هواویزها و پوشش مکانی و زمانی بسیار خوب آن، این توانایی را در این تکنیک به وجود آورده است تا اطلاعات ارزشمندی برای مطالعات اپیدمیولوژیک، کمک به طراحی شبکه اندازه‌گیری، و برآورد آلودگی هوا فراهم کند (۱۳). به بیان دیگر، تولید اطلاعات فراوان با هزینه اندک از مزایای این روش می‌باشد. MODIS (اسپکترورادیومتر تصویربرداری با قدرت تفکیک متوسط) سنجنده‌ای است که توسط NASA در سال‌های ۱۹۹۹ و ۲۰۰۲ به وسیله دو ماهواره Terra و Aqua در فضا قرار گرفت. استفاده از باندهای ۱، ۳ و ۷ MODIS در بازبندی اطلاعات ذرات معلق عمومی فراوانی دارد. اساس بازبندی اطلاعات ذرات معلق بر اختلاف بین بازتابندگی سطح و بازتابندگی رسیده به سنجنده استوار است. در مدل  $ACR^2$  که در این پژوهش نیز از این مدل استفاده می‌شود، به صورت مستقیم ارتباطی بین مقدار بازتابندگی هواویزها و غلظت آن در جو برقرار می‌گردد (۱۴).

در این پژوهش با استفاده از اطلاعات باندهای مختلف سنجنده MODIS، آلودگی ذرات معلق مناطق تهران نسبت به هم مقایسه شده و نقشه آلودگی به صورت نسبی ترسیم می‌شود. سپس ارتباط بین درجه غلظت ذرات معلق زیر ۲/۵ میکرون و تعداد بیماران ساکن در هر منطقه مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این تحقیق از داده‌های ایستگاه‌های اندازه‌گیری غلظت ذرات معلق زیر ۲/۵ میکرون در سطح شهر برای ارزیابی نتایج مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای نیز استفاده می‌گردد.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه به همراه تقسیم‌بندی منطقه‌ای آن، شهر تهران (بر اساس تقسیم‌بندی سال ۱۳۸۵)

در هوای پیرامون و محل کار (موادی چون آزبست)، گاز رادون، اورانیوم و نیکل و ذرات معلق جو، عامل ژنتیک و فاکتورهای ایمنولوژیک (ایمنی) می‌دانند (۴). البته عواملی همچون جنسیت، وزن، سطح آموزش و جیره غذایی نیز می‌توانند در خطر ابتلای به این بیماری نقش داشته باشند (۳ و ۵).

بسیاری از تحقیقات اپیدمیولوژیک نشان داده‌اند که قرار داشتن در معرض ذرات معلق زیر ۲/۵ میکرون موجب مرگ و میرهای زودرس، سرطان ریه، سرطان خون، برونشیت و آسم و سایر بیماری‌های تنفسی خواهد شد (۹-۶). بر اساس نتایج تحقیق انجام شده در برخی از کشورهای اروپایی، با افزایش هر  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  به غلظت ذرات معلق ریز، خطر مرگ و میر ناشی از سرطان ریه در درازمدت به ترتیب با افزایش ۴٪، ۶٪ و ۸٪ مواجه می‌شود (۵)؛ اما با این حال همچنان مهم‌ترین عامل در ابتلا به سرطان ریه استفاده از دخانیات بوده (۳) و حدود ۸۵٪ مبتلایان به سرطان ریه مصرف دخانیات دارند (۵). بر اساس گزارش مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، در حال حاضر سالانه ۷۰ تن ذرات معلق گوگرد، ۲ تن سرب، ۳ هزار و ۵۶۰ تن منواکسیدکربن، یک هزار و ۲۶۰ تن ترکیبات آلی فرار غیر متان، ۲۸۵ تن اکسیدهای گوگرد و ۴۵۲ تن اکسیدهای ازت در هوای تهران منتشر می‌شود که با توجه به وضعیت اقلیمی و جغرافیایی تهران و پدیده وارونگی، آلودگی‌های یاد شده مدت زیادی در سطح زمین و فضای تنفسی افراد باقی می‌مانند (۱۰). چگونگی توزیع این مقدار آلودگی در سطح شهر به عوامل مختلفی وابسته می‌باشد که از جمله این عوامل می‌توان به توپوگرافی منطقه، میزان تردد خودرو در هر منطقه، تراکم ساختمان‌ها و مواردی دیگر اشاره کرد (۱۱). در شکل ۱ تقسیم‌بندی منطقه‌ای تهران دیده می‌شود.

تحقیقات زیادی در زمینه برآورد میزان تأثیر ذرات معلق زیر ۲/۵ میکرون بر سلامتی و آثار زیان‌بار آن انجام شده است که در آن‌ها از اطلاعات ایستگاه‌های آلودگی‌سنج استفاده شده است. از طرف دیگر، این ایستگاه‌ها با توجه به وسعت سطح شهر، به خوبی بیانگر توزیع آلودگی در شهر نیستند که خود این موضوع موجب مشکلات و محدودیت‌هایی در این بررسی‌ها می‌شود. در این تحقیق چگونگی توزیع ذرات معلق زیر ۲/۵ میکرون در سطح شهر با استفاده از روش سنجش از دوری برآورد شده است. ۳۰ سال از زمانی که داده‌های سنجش از دوری، همچون  $AOD^1$ ، در پایش هواویزها استفاده می‌شود می‌گذرد و در طی گذشت این زمان، تکنیک‌های سنجش از دوری با بهبود و پیشرفت‌های

<sup>2</sup> Aerosol's contribution to apparent reflectance

<sup>1</sup> Aerosol Optical Depth

## روش کار

## اطلاعات بیماران مبتلا به سرطان ریه

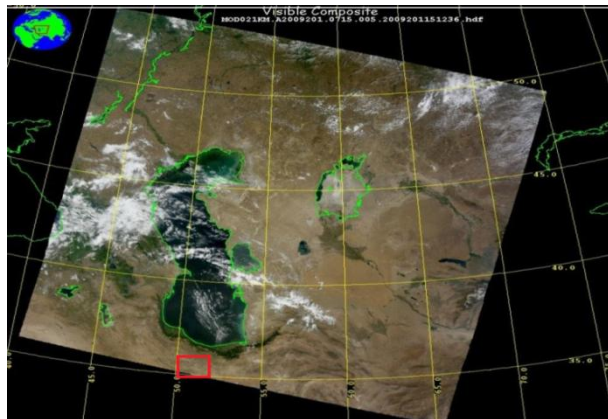
اطلاعات بیماران مبتلا به سرطان ریه در شهر تهران از طریق اداره سرطان وزارت بهداشت تأمین شد. این اطلاعات شامل نوع بیماری، جنسیت بیمار و آدرس محل سکونت ۷۹۴ بیمار که در طول سال‌های ۱۳۸۲ الی ۱۳۸۶ به بیمارستان‌های این شهر مراجعه کرده‌اند بود. اطلاعات جمعیتی شهر تهران نیز از شهرداری تهران تهیه گردید. این اطلاعات حاصل سرشماری انجام شده در سال ۱۳۸۵ بود (جدول ۱).

جدول ۱- اطلاعات مربوط به جمعیت هر منطقه و تعداد بیماران مبتلای به سرطان ریه در آن منطقه

| منطقه | جمعیت  | تعداد بیماران | منطقه | جمعیت  | تعداد بیماران |
|-------|--------|---------------|-------|--------|---------------|
| ۱     | ۳۹۰۹۶۴ | ۳۶            | ۱۱    | ۲۸۴۷۷۸ | ۲۷            |
| ۲     | ۶۲۸۱۰۶ | ۸۶            | ۱۲    | ۲۵۷۲۸۴ | ۳۷            |
| ۳     | ۳۲۱۴۹۶ | ۳۵            | ۱۳    | ۲۶۵۱۱۴ | ۳۰            |
| ۴     | ۸۷۴۰۰۶ | ۷۸            | ۱۴    | ۵۶۷۴۸۳ | ۵۶            |
| ۵     | ۷۰۲۹۷۸ | ۶۴            | ۱۵    | ۶۷۳۴۶۹ | ۴۵            |
| ۶     | ۲۴۷۶۴۴ | ۴۵            | ۱۶    | ۳۲۵۱۱۲ | ۲۴            |
| ۷     | ۳۱۸۹۹۲ | ۴۰            | ۱۷    | ۲۶۸۴۸۵ | ۲۲            |
| ۸     | ۳۹۰۶۵۸ | ۴۳            | ۱۸    | ۳۳۲۲۸۳ | ۱۹            |
| ۹     | ۱۶۴۱۶۵ | ۱۸            | ۱۹    | ۲۵۷۴۳۴ | ۲۱            |
| ۱۰    | ۳۲۹۵۰۷ | ۳۸            | ۲۰    | ۳۳۴۷۵۲ | ۳۰            |

## تصاویر ماهواره‌ای

MODIS سنجنده‌ای است که بر روی ماهواره Terra و Aqua قرار داده شده است. این سنجنده هر یک الی دو روز یک بار از تمام سطح زمین تصویربرداری کرده و داده‌هایی در ۳۶ باند طیفی اخذ می‌کند. باندهای سنجنده MODIS در محدوده طیفی ۰/۴ تا ۱۴ میکرومتر با توان تفکیک مکانی ۲۵۰ و ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متر قرار دارند. در این تحقیق از ۲۰ محصول Level 1B MODIS استفاده شد. این محصولات شامل بازتابندگی و تابش بالای جو است که مختصات دار، کالیبره و تصحیح شده‌اند و در قالب یک دسته داده‌های علمی و به صورت اعداد صحیح بدون علامت ارائه می‌شوند (۱۵). این تصاویر در پایگاه اینترنتی <http://Modis.gsfc.gov/data> قابل دانلود می‌باشند. نمونه‌ای از این تصاویر در شکل ۲ نشان داده شده است. این تصاویر مربوط به سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷ می‌باشند. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و اندازه‌گیری ایستگاه‌های آلودگی سنج، اقدام به مدل‌سازی برای برآورد غلظت ذرات معلق زیر ۲/۵ میکرون در سطح شهر تهران شد. در زمینه مرجع کردن و پردازش تصاویر ماهواره‌ای از نرم‌افزار ENVI 4.7 استفاده شد. برای مکان‌یابی بیماران نیز از سیستم اطلاعات مکانی شهرداری تهران استفاده شد و در نمایش توزیع آن‌ها بر روی نقشه تهران نرم‌افزار Arc GIS 9.3 بکار گرفته شد.



شکل ۲- نمونه‌ای از تصویر سنجنده MODIS که در آن تهران با کادر قرمز رنگ مشخص شده است

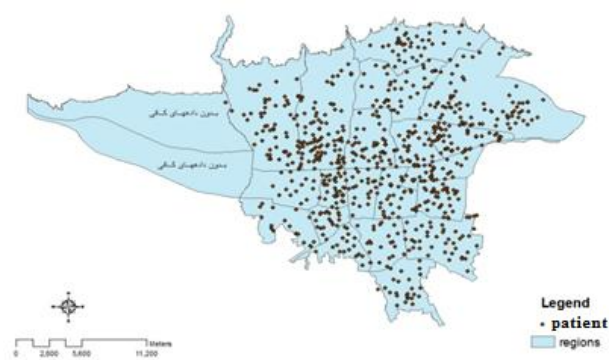
در ادامه و پس از تهیه نقشه توزیع ذرات معلق، مناطق تهران به سه دسته با غلظت ذرات معلق کم، متوسط و زیاد (این تقسیم‌بندی بر اساس شاخص استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای که در بخش‌های بعدی معرفی می‌شود، صورت گرفت) تقسیم شدند و در نهایت با توجه به مقدار شاخص نسبت بیمار به جمعیت مناطق مختلف و درجه غلظت ذرات معلق آن‌ها، خطر نسبی میزان بروز ابتلای به سرطان ریه محاسبه شد.

## تولید نقشه آلودگی ذرات معلق

انرژی رسیده به سنجنده مستقر بر ماهواره‌ها بر فراز آسمان شهرها در طول موج مرئی از سه منبع سطح زمین، جو (مولکول) و ذرات معلق می‌باشد (۱۶). پراکنش مولکولی با استفاده از روابط موجود قابل محاسبه است، و اگر بتوان به طریقی سهم سطح زمین را در بازتابندگی کل رسیده به سنجنده محاسبه کرد، دستیابی به بازتابندگی ناشی از ذرات معلق امکان‌پذیر خواهد بود (۱۷).

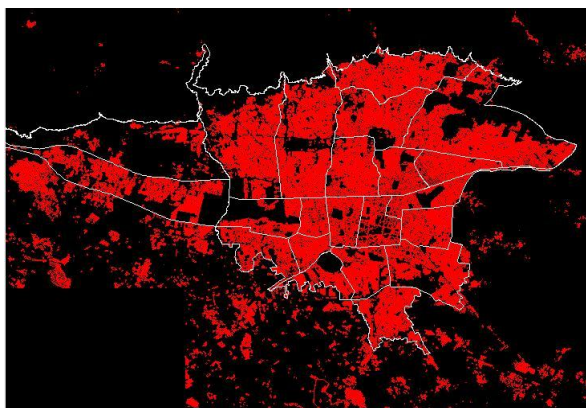
در طول موج ۲/۱۲ میکرومتر، وجود هواویز و ذرات معلق تأثیری بر مشاهدات ماهواره‌ای از سطح زمین ندارد (۱۸). به این ترتیب در این طول موج امکان محاسبه بازتابندگی سطحی وجود دارد. اما در طول موج ۰/۶۴۴ میکرومتر تأثیر ذرات معلق بر اندازه‌گیری‌های ماهواره‌ای محسوس می‌باشد (۱۸). بنابراین اگر در این طول موج بازتابندگی سطح مشخص باشد، می‌توان بازتابندگی ناشی از ذرات معلق را برآورد کرد. بر اساس مشاهدات مختلف توسط محققان، یک ارتباط بین بازتابندگی سطح در طول موج ۲/۱۲ و ۰/۶۴۴ میکرومتر مشاهده شده است که بر اساس آن می‌توان بازتابندگی سطحی را در طول موج ۰/۶۴۴ میکرومتر محاسبه کرد (۱۷). با محاسبه بازتابندگی سطح در طول موج ۰/۶۴۴ میکرومتر، می‌توان سهم بازتابندگی ناشی

تابستان ۹۳، دوره هفدهم، شماره دوم، پیاپی ۶۵



شکل ۴- پراکندگی بیماران در سطح شهر تهران بر اساس آدرس محل سکونت

همان طور که در شکل ۴ دیده می‌شود به علت عدم وجود داده کافی از بیماران مبتلا به سرطان ریه در دو منطقه غربی (مناطق ۲۱ و ۲۲) تهران، از این مناطق در آنالیز و تحلیل ارتباط بین ذرات معلق و سرطان ریه استفاده نشده است. نکته دیگری که باید اشاره شود و ممکن است بر نتایج این پژوهش تأثیرگذار باشد آدرس ناصحیح و تقریبی از محل سکونت بعضی از افراد بیمار می‌باشد. هر چند که میانگین گیری از آلودگی در مناطق مسکونی هر منطقه از مناطق ۲۲ گانه تهران صورت گرفت، و این موضوع توانست تا حد زیادی تأثیر غیر دقیق بودن آدرس محل سکونت را تعدیل کند. در هر منطقه میانگینی از شاخص آلودگی ذرات معلق در بخش‌های قسمت‌های مسکونی آن محاسبه شد. در شکل ۵ مناطق مسکونی شهر تهران دیده می‌شود.



شکل ۵- مناطق مسکونی تهران. (میانگین گیری از شاخص ذرات معلق جو تنها در قسمت‌های مسکونی هر منطقه صورت می‌گیرد.)

در تقسیم‌بندی مناطق تهران از لحاظ میزان ذرات معلق، مجموع شاخص ذرات معلق قسمت‌های مسکونی تا ۱/۱۵ با عنوان منطقه با آلودگی کم، ۱/۱۵ تا ۱/۲ با عنوان آلودگی متوسط و از ۱/۲ بیشتر با عنوان آلودگی زیاد در نظر گرفته شد.

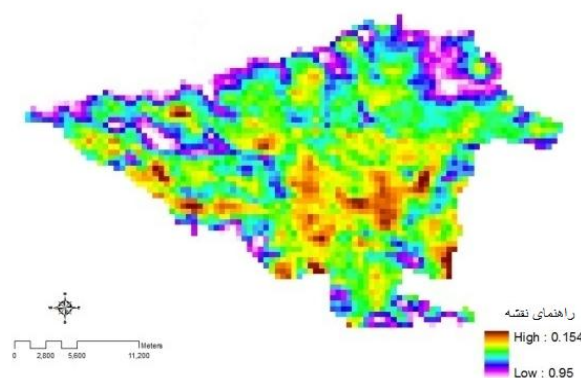
از ذرات معلق را محاسبه کرد. این مهم توسط حجازی و همکاران (۱۳۹۰) انجام شد (۱۷) و در پژوهش حاضر از نتایج آن استفاده شد.

با استفاده از رگرسیون خطی یک ارتباط بین بازتابندگی ناشی از ذرات معلق استخراج شده از سنجنده MODIS و غلظت ذرات معلق با قطر کمتر از ۲/۵ میکرومتر اندازه‌گیری شده توسط ایستگاه‌های آلودگی سنج شهر تهران برقرار شد. این ارتباط نشان‌دهنده آن بود که این مدل در روزهایی که پوشش گیاهی در سطح شهر تهران موجود است (اواسط بهار، تابستان و اوایل پاییز)، قادر خواهد بود با همبستگی نسبتاً خوبی (تا  $R=0.7$ ) به صورت روزانه غلظت ذرات معلق را برآورد کند. این روش تحت عنوان ACR شناخته می‌شود. جهت مطالعه بیشتر در مورد این روش به مقالات ۱۵، ۱۶ و ۱۹ بخش مرجع مراجعه شود.

## نتایج

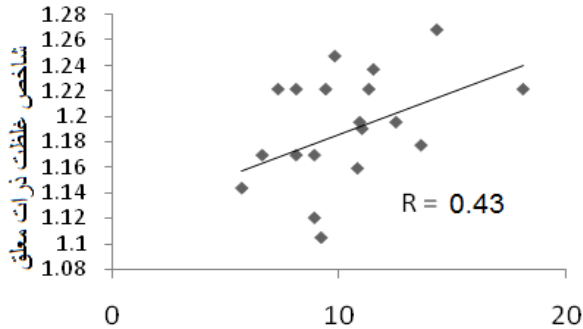
با استفاده از روش ACR، نقشه توزیع بازتابندگی ناشی از ذرات معلق تهیه گردید. با توجه به همبستگی نسبتاً خوب بین غلظت ذرات معلق و بازتابندگی ناشی از آنها، می‌توان از این روش برای تولید نقشه توزیع ذرات معلق سطح شهر استفاده کرد. برای سهولت در بیان و درک آسان‌تر در این پژوهش، به نتیجه حاصل از روش ACR (بازتابندگی توسط ذرات معلق)، شاخص آلودگی ذرات معلق اطلاق می‌شود و لازم به ذکر است که این شاخص فاقد واحد بوده و صرفاً برای مقایسه مناطق از نظر غلظت ذرات معلق استفاده می‌شود.

در شکل‌های ۳ و ۴ نقشه توزیع شاخص ذرات معلق و توزیع بیماران بر روی نقشه تهران به نمایش در آمده است.



شکل ۳- نقشه توزیع شاخص ذرات معلق با استفاده از ۲۰ تصویر در ۲۰ روز انتخابی از شهر تهران در سال‌های ۱۳۸۷ و ۸۸. نقشه شکل ۳، با استفاده از مجموع بازتابندگی هواویز از ۲۰ تصویر در روزهای مختلف تابستان ۱۳۸۷ و ۸۸ تهیه شده است.

خط برازش داده شده به تغییرات شاخص ذرات معلق و نسبت بیمار به جمعیت مناطق تهران در شکل ۷، نشان‌دهنده یک همبستگی مثبت بین این دو می‌باشد. این همبستگی مثبت بیانگر آن است که احتمال بیمار شدن افراد با افزایش غلظت ذرات معلق محل سکونتشان افزایش می‌یابد. البته مقدار ۰/۴۳ برای همبستگی محاسبه شده یک نتیجه صریح و محکم نیست، اما از لحاظ آماری معنادار می‌باشد.



شکل ۷- ارتباط بین غلظت ذرات معلق با نسبت بیمار به جمعیت مناطق در سطح شهر تهران

شکل ۷- ارتباط بین غلظت ذرات معلق با نسبت بیمار به جمعیت در سطح شهر تهران

### بررسی شاخص خطر نسبی

یکی از شاخص‌هایی که در مطالعات اپیدمیولوژیک کاربرد وسیعی دارد، شاخص خطر نسبی می‌باشد. این شاخص برای مقایسه عکس‌العمل دو یا چند گروه یا جمعیت در مواجهه با یک پیشامد (مانند بیماری یا مرگ) مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این پژوهش برای محاسبه خطر نسبی، مناطق تهران از نظر غلظت ذرات معلق به سه دسته تقسیم شدند: مناطقی با غلظت ذرات کم، متوسط و زیاد. با توجه به میانگین شاخص ذرات معلق در قسمت‌های مسکونی، مناطق مختلف تهران در یکی از سه دسته فوق قرار می‌گیرند (جدول ۳). میانگینی از نسبت بیمار به جمعیت مناطق موجود در هر دسته محاسبه شده و از نسبت این میانگین‌ها، خطر نسبی ابتلا به سرطان ریه به توسط ذرات معلق محاسبه گردید (جدول ۴).

جدول ۴- خطر نسبی و فاصله اطمینان محاسبه شده برای سرطان ریه در حالت زندگی در مناطق مختلف شهر تهران از نظر آلودگی ذرات معلق در این تحقیق ( $P < 0.05$ )

| فاصله اطمینان ۹۵٪ | خطر نسبی (RR) | محدوده میانگین بازتابندگی ذرات معلق |
|-------------------|---------------|-------------------------------------|
| -                 | ۱,۰۰۰         | ۱,۱۵۰ -                             |
| ۱,۰۰۶-۱,۳۹۰       | ۱,۲۰۰         | ۱,۱۵۰ - ۱,۲۰۰                       |
| ۱,۰۱۳-۱,۶۲۰       | ۱,۳۲۰         | - ۱,۲۰۰                             |

جدول ۲- میانگین شاخص ذرات معلق مناطق مختلف تهران و نسبت بیمار به جمعیت مناطق، از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶

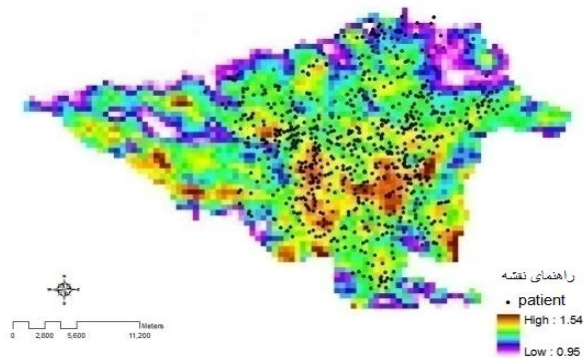
| منطقه | شاخص ذرات معلق میانگین و انحراف معیار | ۱۰° × (جمعیت/بیمار) |
|-------|---------------------------------------|---------------------|
| ۱     | ۱/۸۰ (-۰/۲۶)                          | ۹/۲                 |
| ۲     | ۱/۱۷ (-۰/۱۷)                          | ۱۳/۶                |
| ۳     | ۱/۱۵ (-۰/۱۷)                          | ۱۰/۸                |
| ۴     | ۱/۱۲ (-۰/۲۵)                          | ۸/۹                 |
| ۵     | ۱/۰۹ (-۰/۲۳)                          | ۹/۱                 |
| ۶     | ۱/۲۲ (-۰/۲۱)                          | ۱۸/۱                |
| ۷     | ۱/۱۹ (-۰/۲۶)                          | ۱۲/۵                |
| ۸     | ۱/۱۹ (-۰/۱۹)                          | ۱۱/۰                |
| ۹     | ۱/۱۹ (-۰/۲۰)                          | ۱۰/۹                |
| ۱۰    | ۱/۲۳ (-۰/۱۴)                          | ۱۱/۵                |
| ۱۱    | ۱/۲۲ (-۰/۲۲)                          | ۹/۴                 |
| ۱۲    | ۱/۲۶ (-۰/۲۱)                          | ۱۴/۳                |
| ۱۳    | ۱/۲۲ (-۰/۲۵)                          | ۱۱/۳                |
| ۱۴    | ۱/۲۴ (-۰/۳۱)                          | ۹/۸                 |
| ۱۵    | ۱/۱۷ (-۰/۱۳)                          | ۶/۶                 |
| ۱۶    | ۱/۲۲ (-۰/۲۱)                          | ۷/۳                 |
| ۱۷    | ۱/۲۲ (-۰/۲۱)                          | ۸/۱                 |
| ۱۸    | ۱/۱۴ (-۰/۱۷)                          | ۵/۷                 |
| ۱۹    | ۱/۱۷ (-۰/۲۴)                          | ۸/۱                 |
| ۲۰    | ۱/۱۷ (-۰/۲۱)                          | ۸/۹                 |

جدول ۳- تقسیم‌بندی مناطق شهر تهران بر اساس مقدار ذرات معلق جو، بر اساس میانگین این آلودگی در تابستان ۱۳۸۷ و ۸۸

| نوع منطقه    | شماره منطقه                   |
|--------------|-------------------------------|
| آلودگی کم    | ۱، ۴، ۵، ۱۸                   |
| آلودگی متوسط | ۲، ۳، ۷، ۸، ۹، ۱۵، ۱۹، ۲۰     |
| آلودگی زیاد  | ۶، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۶، ۱۷ |

### بررسی ارتباط بین توزیع آلودگی و توزیع بیماران سرطان ریه

برآورد میزان ارتباط آلودگی هوا با انواع سرطان بسیار مشکل است. زیرا بسیاری از ترکیبات مواد سمی ناشناخته هستند و در ضمن عوامل زیاد دیگری نیز در ابتلا به سرطان مؤثرند. به هر حال همان طور که پیشتر بیان شد، تحقیقات اپیدمیولوژیک نشان‌دهنده افزایش خطر بروز سرطان در افرادی است که در معرض آلودگی هوا بوده‌اند (۱۹). در شکل ۶ توزیع بیماران بر نقشه آلودگی تهران نشان داده شده است.



شکل ۶- نمایش توزیع بیماران مبتلای به سرطان ریه بر روی نقشه توزیع ذرات معلق زیر ۲/۵ میکرون، شهر تهران

بررسی نقش ذرات معلق در ابتلا به سرطان ریه در محیط واقعی زندگی افراد انجام شد. ذکر این نکته ضروری است که در این تحقیق فقط به تأثیر آلودگی ذرات معلق هوا در محل سکونت افراد پرداخته شد و سایر پارامترهای دخیل در روند ایجاد این بیماری همانند مصرف دخانیات، مشاغل پرخطر، و آلودگی مسیرهای پر استفاده برای تردد افراد در نظر گرفته نشد. استفاده از روش به کار گرفته شده برای تعیین آلودگی هوا در این پژوهش و لحاظ کردن تأثیر سایر پارامترهای مؤثر در ایجاد بیماری، می‌تواند موضوع تحقیق بعدی در این زمینه باشد.

به طور خلاصه نتایج زیر از این تحقیق استخراج شد: بین افزایش آلودگی ذرات معلق محل سکونت افراد مبتلا به سرطان ریه در هر منطقه از شهر تهران و افزایش نسبت بیمار به جمعیت آن، یک همبستگی مثبت دیده شد. مقدار این همبستگی  $0/43$  (شکل ۶) محاسبه شد و بیانگر آن بود که زندگی در مناطق آلوده ممکن است بر خطر ابتلای به سرطان ریه بیافزاید. خطر نسبی (RR) زندگی در آلوده‌ترین نقاط تهران از نظر ذرات معلق نسبت به پاک‌ترین نقاط،  $1/32$  محاسبه شده است. با توجه به نتایج بالا می‌توان بیان داشت زندگی در مکان‌هایی با غلظت بالای ذرات معلق در شهر تهران، موجب افزایش احتمال ابتلا به سرطان ریه به میزان  $32\%$  خواهد شد.

از آن جایی که این پژوهش به منظور برآورد اثر آلودگی هوا بر ابتلای به سرطان ریه انجام شده است، یک عدم قطعیت مطرح، مربوط به حضور همزمان آلاینده‌ها می‌باشد. این احتمال وجود دارد که علاوه بر ذرات معلق، آلاینده‌های همبسته دیگر نیز در ایجاد اثرات برآورد شده نقش داشته باشند. از آن جا که بسیاری از آلاینده‌ها از منابع معمول (مثلاً احتراق سوخت) ناشی می‌شوند، کاربرد ذرات معلق به عنوان یک شاخص برای مخلوطی از آلاینده‌ها منطقی ولی محافظه‌کارانه است. آلاینده‌های دیگر که همبستگی با ذرات معلق ندارند نیز دارای اثرات بهداشتی قابل اثباتی هستند که در محاسبات وارد نشده‌اند. پیشنهاد می‌شود علاوه بر ذرات معلق، سایر پارامترهای مؤثر بر ابتلای افراد به سرطان ریه (سایر آلودگی‌ها، نوع و محل کار و زندگی) در نظر گرفته شوند. مؤلفین این مقاله اعلام می‌دارند که در صورت درخواست محققین برای بررسی جامع‌تر اثر عوامل مؤثر بر ابتلای این بیماری، نتایج حاصله از روش ACR به صورت فایل در اختیار آن‌ها قرار خواهد گرفت.

در جدول ۴ خطر نسبی بر اساس مقدار بازتابندگی ناشی از ذرات معلق محل سکونت افراد بیان شده است. در محاسبه خطر نسبی افزایش ذرات معلق، شاخص ذرات معلق در طول دوره تحقیق تا  $1/15$  به عنوان مبنا (گروه شاهد) در نظر گرفته شد و خطر افزایش بازتابندگی ناشی از ذرات معلق محل سکونت افراد نسبت به این مقدار سنجیده شد. همزمان با افزایش این مقدار به  $1/20 - 1/15$ ، خطر نسبی به مقدار  $1/2$  افزایش پیدا کرد. با افزایش شاخص به بیش از  $1/20$ ، خطر نسبی به  $1/32$  رسید که این مقدار خطر نسبی، قابل توجه می‌باشد. خطر نسبی  $1/32$  بیان‌کننده آن است که خطر سرطان، افرادی را که در مناطق آلوده از نظر ذرات معلق زندگی می‌کنند، تا  $32\%$  بیشتر از کسانی که در مناطق با کمترین آلودگی ذرات معلق زندگی می‌کنند تهدید می‌کند. البته قابل ذکر است بر اساس تحقیق‌های صورت گرفته، تأثیر استعمال دخانیات بسیار بیشتر از ذرات معلق می‌باشد. به عنوان مثال Aaron (۱۹۹۷)، بیان کرد خطر نسبی ابتلا به سرطان ریه در کسانی که تا ۱۰ نخ سیگار در روز استعمال می‌کنند، نسبت به کسانی که دخانیات مصرف نمی‌کنند،  $8/4$  برابر برآورد می‌شود (۳). بنابراین هر چند زندگی در مکان‌هایی با آلودگی زیاد ذرات معلق، خطر مبتلا شدن سرطان ریه را افزایش می‌دهد، اما این افزایش خطر، در مقایسه با افزایش خطری که از مصرف دخانیات ناشی می‌شود، چشمگیر نیست.

## بحث و نتیجه‌گیری

از سرطان ریه به عنوان شایع‌ترین سرطان شغلی یاد می‌شود. تحقیق‌های زیادی پیرامون پارامترهای دخیل در ابتلا افراد به سرطان ریه انجام شده است. یکی از این پارامترها آلودگی هوا و به ویژه ذرات معلق ریز زیر  $2/5$  میکرون می‌باشد. بر اساس نتایج مطالعات انجام شده در نقاط مختلف دنیا، قرار داشتن طولانی مدت در معرض ذرات معلق موجب افزایش خطر ابتلای به سرطان ریه خواهد شد. در تحقیقات قبلی تنها از اطلاعات ایستگاه‌های آلودگی سنج استفاده می‌شد و این ایستگاه‌ها با توجه به وسعت سطح شهر، به خوبی بیانگر توزیع آلودگی در شهر نبودند. این موضوع موجب مشکلات و محدودیت‌هایی در این بررسی‌ها می‌شد و اغلب این مطالعات به صورت آزمایشگاهی انجام می‌شد. در این تحقیق آلودگی ذرات معلق با استفاده از روش سنجش از دور برای کل سطح شهر تهران محاسبه شد و

## References

- 1- Nyberg F, Gustavsson, P. *Urban air pollution and lung cancer in Stockholm*. Lippincott Williams & Wilkins 2010: 485.
- 2- Najafi, F. The incidence of lung cancer in Kermanshah province, 1376-78. *Journal of Medical Sciences* 2010; 14:4. (in Persian)
- 3- Aaron J, Cohen C. Ambient air pollution as a risk factor for lung cancer. *Salud pública de México* 1997;39: 4.
- 4- Pope CA. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *Journal of the American Medical Association* 2002; 287:1132-1141.
- 5- Goldberg MS, Burnett RT, Brook J. Associations between daily cause-specific mortality and concentrations of ground-level ozone in Montreal, Quebec. *Am J Epidemiol* 2001; 154: 817-26.
- 6- Noori K, Ziaei S. The effects of Carbon Monoxide of air pollution on fetus and changes in umbilical cord pathology. *Journal of Babol University of Medical Sciences (JBUMS)* 2005; 7:12-19. (in Persian)
- 7- Gauderman WJ, Avol E, Gilliland E. The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age. *N Engl J Med* 2004; 351; 11:1057-1067.
- 8- Asgari MM, DuBois A, Gent J. Association of ambient air quality with children's lung functions in urban and rural. *Arch Environ Health* 1999; 53: 222
- 9- Ghorbani M, Yonesian M. The relationship between exposure to air pollution and ACS attack in Tehran Heart Hospital with a case –crossover. *Journal of Epidemiology Community* 2007; 2:3 (in Persian)
- 10- Annual Report Town Center Planning. Tehran, 2008.
- 11- Mohamadi H. Relationship between climatic factors and air pollutants in Tehran deaths caused by heart disease (Study Period 1999-2003). *The study of geographical* 2006;58, 47- 66.
- 12- Wang Z, Chen L. Satellite-based estimation of regional particulate matter (PM) in Beijing using vertical-and-RH correcting method. *Remote Sensing of Environment* 2010; 114, 50-63,
- 13- Chen D, Tian J. Monitoring spatial and temporal variability of air quality using satellite observation data: A case study of MODIS-observed aerosols in Southern Ontario. Canada, 2007
- 14- Ling-jun LI, Wang Y, Zhang Q, YU Tong. Spatial distribution of aerosol pollution based on MODIS data over Beijing, China. *Journal of Environmental Sciences* 2007; 19, 955-960
- 15- Jill A, Engel-Cox. Qualitative and quantitative evaluation of MODIS satellite sensor data for regional and urban scale air quality. *Atmospheric Environment* 2004; 38: 2495-2509.
- 16- Martin R. Review satellite remote sensing of surface air quality. *Atmospheric Environment* 2008; 42: 7823-7843.
- 17- Hejazi, A, Mobasheri MR, Ahmadian A. Spatial distribution of aerosol pollution (PM<sub>2.5</sub>) based on MODIS. *Geographical Sciences and Applied Research* 2012, 26, 161-178 (in Persian)
- 18- Remer LA, Wald A. Angular and seasonal variation of spectral surface reflectance ratios: Implications for the remote sensing of aerosol over land. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 2001; 39: 275-283,
- 19- Robert C, Levy J, Remer A, Tanré D. Algorithm for remote sensing of tropospheric aerosol over dark targets from MODIS: Collections 005 and 051: Revision 2; Feb 2009, NASA/GSFC.

## Using Satellite Images for Determination of Critical Points in Polluted Cities and their Relation to Lung Cancer Affection

Mobasheri MR\* (PhD), Hejazi A (MSc)

*Department of Remote Sensing, KNToosi University of Technology, Tehran, Iran*

Original Article

Received: 16 Jan 2014, Accepted: 21 Apr 2014

### Abstract

**Introduction:** Air pollution may affect health through increasing respiratory and cardiovascular morbidities and mortalities. In this study, we investigated the correlation between the concentration of the PM<sub>2.5</sub> and lung cancer in Tehran.

**Methods:** In this study, the MODIS images were used to estimate the concentration of the PM<sub>2.5</sub> in air. Using statistical regression methods, the relationship between air pollution and the residential areas of individuals with lung cancer have been assessed.

**Results:** There was a positive correlation between the increases of particulate matter smaller than 2.5 micrometers in the air and increase in the index relative individuals affected by the lung cancer in different parts of Tehran. The value of this correlation was 65% ( $R^2=0.43$ ) which means that living in the more pollutant areas may increase the risk lung cancer (relative risk coefficient=1.32).

**Conclusion:** A weak positive correlation was found between the PM<sub>2.5</sub> concentration and lung cancer. We did not take into account the other correlates of the disease. Producing daily maps of pollution distribution in Tehran and highlighting the critical points may provide an alarm for people and the official administrative agents.

**Key words:** air pollution, particulate matter, lung cancer, MODIS

---

#### Please cite this article as follows:

Mobasheri MR, Hejazi A. Using Satellite Images for Determination of Critical Points in Polluted Cities and their Relation to Lung Cancer Affection. *Hakim Health Sys Res* 2014; 17(2): 151- 158.

---

---

\*Corresponding Author: Department of Remote Sensing Engineering, K.N. Toosi University of Technology, P.O. Box: 15875-4416, Tehran, Iran. Tel: +98- 912- 1226630, Fax: +98- 21- 88786213. E-mail: [Mobasheri@kntu.ac.ir](mailto:Mobasheri@kntu.ac.ir)