



# تعیین آلودگی هوا بارصد تجربی ستاره‌ها

غلامحسین رستگار نسب

دانشگاه فنی و حرفه‌ای دختران دکتر شریعتی تهران، انجمن نجوم ایران

انجمن علمی آموزشی دبیران فیزیک شهرستان‌های استان تهران

منصوره بنازاده

مدرسه معراج، ناحیه یک شهری

میترا رستگار نسب

مدرسه جوادالائمه، ناحیه یک شهری

## چکیده

در این بررسی، از مجموع آلاینده‌های هوا، مهم‌ترین آن به نام  $PM_{2.5}$  مورد بررسی قرار گرفت. سپس در شب‌های خاصی، رصد کم‌نورترین ستاره از صورت فلکی اسد انجام گرفت و قدر آن ثبت شد و از مقایسه قدر ظاهری ستاره در هوای آلوده با شاخص  $PM_{2.5}$ ، با قدر ظاهری حقیقی ستاره از جداول نجومی، مشخص شد که مقدار آلودگی هوا می‌تواند درخشندگی ستاره‌ها را به شدت کاهش دهد. این کاهش تا ۴ قدر ثبت شد.

**کلیدواژه‌ها:** آلودگی هوا، کاهش قدر ستاره، صورت فلکی اسد، قدر ظاهری

## ۱. مقدمه

آسمان تاریک و به دور از هر نوع آلودگی باعث شد تا صوفی راضی دانشمند منجم ایرانی، کهکشان زن به زنجیر بسته را برای نخستین بار رصد کند [۱]. کشاورزان نیز برای کشت به موقع محصول و راهنمایان کاروان‌ها آسمان را نظاره‌گر بودند. جمعیت زیاد و استفاده از سوخت‌های فسیلی باعث شده است تا آلاینده‌هایی مانند دود و غبار و ریزگردها وارد طبیعت شوند. این آلاینده‌ها باعث شدند تا ستارگان زیبای آسمان نیز، یکی یکی محو شوند. در مورد تأثیر آلاینده‌ها بر رصد ستارگان پژوهش‌های زیادی انجام گرفته است. دکتر دیوکورنرش<sup>۲</sup> استاد فیزیک دانشگاه هامبولت<sup>۲</sup> کالیفرنیا در مقاله‌ای در مجله اسک استرونومر<sup>۳</sup> به این نتیجه می‌رسد که آلودگی نوری مشکلات جدی برای رصد فراهم می‌آورد و پیشنهاد استفاده از فیلترهای آلودگی نوری را داد [۲]. همچنین دکتر کن بودائیت<sup>۴</sup> و بیل گیرسن<sup>۵</sup> در مقاله‌ای

که در سایت استروماکس<sup>۶</sup> منتشر شد نتیجه می‌گیرند که بایستی از هشت دستور استفاده کرد تا بتوان بر آلودگی نوری غلبه کرد، اگرچه راهی برای غلبه بر آلودگی غباری وجود ندارد [۳]. اتحادیه بین‌المللی نجوم نیز در پژوهشی دیگر که در سایت استارلایت<sup>۷</sup> منتشر شده نتیجه می‌گیرد که آلودگی نوری و آلودگی غباری امروز زندگی انسان را با خطرات جدی مواجه ساخته است و همچنین این آلودگی‌ها در علم فیزیک مشکلات جدی به وجود آورده است. اگرچه آلودگی نوری در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته ولی آلودگی غباری خیلی مورد بررسی قرار نگرفته است [۴]. پژوهشگران در این پژوهش سعی دارند تا از طریق رصدهای تجربی و استفاده از اطلاعات سایر سازمان‌ها و مطالعات، به این پرسش پاسخ دهند که آیا می‌توان روشی را ارائه داد تا با استفاده از رصد تجربی بتوان به میزان تقریبی آلودگی هوا پی برد.

## ۲. تعریف آلودگی‌ها

آلودگی‌ها به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند. آلودگی‌هایی که به صورت مایع وارد سامانه‌های زیرزمینی می‌شوند و آلودگی‌هایی که به صورت دود و غبار و ذرات ریز مایعات وارد جو زمین می‌شوند و به آلودگی هوا می‌انجامند. آنچه در این پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد، آلودگی هواست.

## ۳. تعریف آلودگی هوا

آلودگی هوا وجود یک یا چند آلاینده در هوای آزاد با مقادیر، یا کمیت‌ها، ویژگی‌ها و زمان ماندگاری است که برای

زندگی انسان، گیاهان یا حیوانات و اموال مضر باشد و یا به طور غیرقابل قبول، مانع از استفادهٔ راحت از زندگی گردد [۵].  
انواع آلودگی‌های هوا  
الف) آلاینده‌های نوری  
ب) آلاینده‌های غیر جامد و معلق  
ج) آلاینده‌های جامد و معلق

### الف) آلاینده‌های نوری

رونق گرفتن زندگی شهری و ماشینی شدن آن، خیابان‌کشی و ایجاد مغازه‌ها و پاساژها و مراکز خرید و پارک‌ها، باعث شد تا بخش زیادی از انرژی الکتریکی به روشنایی تبدیل شود و این روشنایی به تدریج نور بسیاری از ستارگان را در خود حل کرد و امروزه یکی از معضلات در رصد ستارگان است. با توجه به اینکه مهار این نوع آلودگی تقریباً ناممکن است و میزان آن در شهرهای بزرگ چندان نوسان ندارد، لذا این متغیر، در این پژوهش به عنوان یک متغیر ثابت فرض شده است و مورد بحث قرار نمی‌گیرد.

### ب) آلاینده‌های غیر جامد معلق

تعدادی از آلاینده‌های غیر جامد معلق که توسط شرکت کنترل کیفیت هوا، وابسته به شهرداری کنترل می‌شود شامل موارد زیر است:

۱. CO مونو اکسید کربن، گازی بی‌رنگ و بو بوده و تنفس آن به‌ویژه در مکان‌های در بسته باعث مرگ می‌شود.
۲. O<sub>۳</sub> اوزون، گازی است که از ترکیب ۳ اتم اکسیژن به وجود می‌آید و یک اکسیدکنندهٔ قوی است. اوزون موجود در سطح زمین برای سلامتی انسان و جانوران و گیاهان مضر است و از آن به‌عنوان اوزون بد و آلاینده یاد می‌شود.
۳. NO<sub>x</sub>، این گاز به رنگ قهوه‌ای سرخ‌فام است و بویی بسیار تند و زننده دارد. این گاز در ترکیب با هوای مرطوب تولید اسید نیتریک می‌کند و خطرات زیادی برای انسان دارد.
۴. SO<sub>۲</sub> دی‌اکسید گوگرد، گازی است بی‌رنگ و بویی خفه‌کننده دارد و باعث نارسایی تنفس و تخریب گیاهان به‌ویژه برگ درختان می‌شود.

در منابع، اشاره مستقیمی به تأثیر این نوع آلاینده‌ها در رصد ستارگان نشده است. این آلاینده‌ها از پژوهش حذف می‌شود.

### ج) آلاینده‌های جامد و معلق

۱. این ذرات با نام ذرات معلق<sup>۱</sup> (PM) یا ذرات ریز سخت شناخته می‌شود. این نوع آلاینده از مهم‌ترین نوع آلودگی هستند. دستور خارج نشدن افراد مسن از منزل و تعطیلی مدارس به این نوع آلودگی بستگی دارد. این آلودگی به‌طور

دقیق توسط دستگاه‌های کنترل کیفیت هوا که وابسته به شهرداری‌ها است مورد بررسی قرار می‌گیرد و در کشور ما مشکلات فراوانی را برای مردم ایجاد کرده است. نوع شدید آن در کشور ما به ریزگردها معروف است. این نوع آلودگی به دو دسته PM<sub>۱۰</sub> و PM<sub>۲.۵</sub> تقسیم می‌شود که هر کدام به‌طور مختصر توضیح داده می‌شود.

۲. MP<sub>۱۰</sub> یا ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون که ذرات جامد معلق در هوا و دارای قطری کمتر از ۱۰ میکرون هستند و بر اثر سوزاندن چوب، احتراق ناقص در ترکیبات هیدروکربن، احتراق سوخت موتورهای دیزل و... به همراه باد، در زمین‌های غبارخیز و جاده‌های آسفالت ایجاد و منتشر می‌شوند که باعث بیماری‌های مختلف از جمله: تضعیف دستگاه ایمنی بدن و آسم کودکان و سرطان و... می‌شود [۶].

۳. PM<sub>۲.۵</sub> یا ذرات جامد معلق کمتر از دو و نیم میکرون این ذرات دارای قطر دو و نیم میکرون و یا کمتر هستند و به ریز ذرات نیز معروف‌اند. ترکیب ذرات بسته به محل، زمان و آب و هوا متفاوت‌اند و منابع انتشار آن شامل انواع فعالیت‌های احتراقی (وسایل نقلیه موتوری، نیروگاهی، جنگل‌سوزی و...) و فرآیندهای صنعتی خاصی هستند که دود به همراه غبار را وارد هوا می‌کنند و همچنین غباری که همراه با باد از زمین‌های غبارخیز به هوا می‌رود [۶]. این ذرات باعث بیماری‌های قلبی و ریوی و حملات برونشیت و آرتیمی‌های قلبی و... می‌شود. ذرات جامد PM<sub>۲.۵</sub> یکی از خطرناک‌ترین ذرات آلاینده هوا در کشور ما هستند و تعطیلی‌های مدارس، با توجه به این شاخص است.

### ۴. نور ستارگان و تأثیر آلودگی هوا بر آن

یکی از پارامترهای مهم قابل اندازه‌گیری نوری است که از ستاره به سطح زمین می‌رسد. در حقیقت بخشی از اطلاعات فیزیکی و غیره ستاره که به وسیلهٔ دستگاه‌های مختلف به دست می‌آید، ناشی از نور ستاره است. معمولاً برای اندازه‌گیری میزان نور ظاهری ستاره از واحدی به نام قدر استفاده می‌شود.

الف) قدر: اخترشناسان برای توصیف روشنایی ظاهری ستارگان از یک نظام عددی استفاده می‌کنند. در این نظام، واکنش چشم انسان به روشنایی‌های مختلف، مبنای قدر قرار گرفته است. امروزه از قدر ظاهری برای میزان درخشندگی ظاهری ستارگان استفاده می‌کنند.

ب) قدر ظاهری: قدر ظاهری حدود ۱۲۹ قبل از میلاد توسط ابرخس<sup>۹</sup> ستاره‌شناس یونانی ابداع شد. وی درخشندگی ستارگان آسمان را قدر ۱ نامید و کم‌نورترین ستارگان آسمان را قدر ۶ نامید و درخشندگی بقیه ستارگان را بین این دو

دسته طبقه‌بندی کرد. در سال ۱۸۵۶ یک ستاره‌شناس انگلیسی به نام نورمن پوگسون<sup>۱۰</sup> طبق مشاهداتش به این نتیجه رسید که ستاره‌های قدر اول ۱۰۰ بار پرنورتر از ستارگان قدر ششم هستند. اگر ستاره‌ای از قدر اول ۱۰۰ برابر درخشان‌تر از ستاره قدر ششم در نظر گرفته شود و سپس به دنبال عامل ضربی برای افزایش در هر یک از ۵ مرحله میانی باشیم، به عدد ۲.۵ می‌رسیم. به عبارت دیگر ستاره قدر اول، حدود ۲.۵ بار پرنورتر از ستاره قدر دوم است و ستاره قدر دوم، ۲.۵ بار پرنورتر از ستاره قدر سوم است. در سال ۱۹۵۳ دو ستاره‌شناس آمریکایی به نام‌های هارولد لستر<sup>۱۱</sup> و ویلیام ویلسون مورگان<sup>۱۲</sup> تغییرات اساسی را در جدول ابرخس اعمال کردند به طوری که از اعشار برای دقت بیشتر قدر ظاهری استفاده کردند. مثلاً ستاره‌ای با قدر ۵.۵ در بین درخشندگی ستاره‌ای از قدر ۵ و ستاره‌ای از قدر ۶ قرار می‌گیرد.

### ۵. توضیح روش کار

من بیش از ۲۰ سال است که به رصد اجرام آسمانی مشغول هستم، تجربیات متعدد در رابطه با آلودگی هوا و تأثیر آن در قدر ظاهری دارم. با توجه به اینکه هر چه آسمان دارای آلودگی غباری بیشتری باشد، درخشندگی ستارگان در یک صورت فلکی کاهش چشمگیری پیدا می‌کند، لذا این فرضیه مطرح شد که آیا می‌توان با توجه به رصد ستاره و تعیین قدر ظاهری، میزان آلودگی هوا را تشخیص داد؟ برای یافتن پاسخ کار شروع شد. روش کار به این صورت بود که، ابتدا مقدار آلودگی هوا در روزهای مشخصی، از سایت شرکت کنترل هوا وابسته به شهرداری تهران استخراج شد (در مورد نوع آلودگی توضیح داده خواهد شد). سپس در همان روزها، هنگام شب در صورت فلکی اسد که حدوداً در سمت الراس راصد قرار داشت، ستارگان مورد رصد قرار گرفت (این صورت فلکی بر حسب اتفاق انتخاب شد). کم‌نورترین ستاره از این صورت فلکی به‌عنوان ستاره از قدر ۶ توسط راصد انتخاب شد و نام و مشخصات مکانی آن ستاره تعیین گردید. سپس به جداول قدر ظاهری ستاره‌ها مراجعه شد. اگر آسمان بدون آلودگی بود، بایستی قدر ستاره، که توسط راصد از قدر شش انتخاب شده بود با همان ستاره قدر شش در جدول یکی نبود. مثلاً مشخص می‌شد که این ستاره رصد شده از قدر ۵ بوده است. اما به دلیل آلودگی، یک قدر کم‌نورتر دیده شده است و عدد قدر ۶ به آن اطلاق شده است، پس نتیجه گرفته می‌شد که آلودگی هوا باعث شده تا ستاره‌های قدر ۶ به دلیل آلودگی هوا دیده نشود و ستاره‌های قدر ۵ جایگزین ستاره‌های قدر ۶ شوند. رصد از ابتدای سال ۱۳۹۴ آغاز شد. در روز سوم فروردین ۱۳۹۴، آلودگی موردنظر در هوا، نسبت به روزهای قبل، در کمترین مقدار خود بود. لذا در آن روز و همان شب،

مقدار آلودگی تعیین و رصد انجام شد و همچنین روز سوم هر ماه به عنوان روز ثابت اندازه‌گیری تا پایان سال انتخاب شد. به علاوه، روزهایی که به دلیل آلودگی هوا مدارس تعطیل می‌شد نیز به روزهای آزمایش اضافه شد. آنچه ارائه می‌شود نتیجه ۱۲ ماه از ابتدا تا انتهای سال ۱۳۹۴ و همچنین ۵ روزی است که مدارس در مقطع ابتدایی در تهران تعطیل شد.

### ۶. نوع آلودگی مورد بررسی در پژوهش و مقدار آن

PM<sub>۲.۵</sub> یا ذرات جامد معلق کمتر از دو و نیم میکرون در پژوهش مینا قرار گرفت و مقدار آن از روی نمودارهای شرکت کنترل هوا وابسته به شهرداری تهران استخراج شد. بررسی و مقایسه سایر آلودگی‌ها مانند آلودگی نوری و آلودگی‌های غیر جامد معلق و آلودگی PM<sub>۱۰</sub> و همچنین رطوبت هوا برای بررسی مقایسه از پژوهش حذف شد.

### ۷. مشخصات محل رصد

عرض جغرافیایی: ۳۵.۶ درجه  
طول جغرافیایی: ۵۱.۴ درجه

### ۸. تعیین مقدار آلودگی و رصد

از بین فعالیت‌های انجام گرفته، دو فعالیت توضیح داده می‌شود. یک فعالیت مربوط به پاک‌ترین هوا از روی نمودار تابلو کنترل کیفیت هواست و سعی می‌شود تا همه پارامترهای آن توضیح داده شود. در ادامه رصد همان شب توضیح داده می‌شود. سپس به نمودار مربوط به آلوده‌ترین هوای روز سال اشاره می‌شود و رصد آن توضیح داده می‌شود.

تصویر تابلو نمودار هوای پاک در تهران در تاریخ ۹۵.۱.۳ در تصویر شماره ۱ تابلو شرکت کنترل کیفیت هوا، وابسته به شهرداری تهران در تاریخ ۳ فروردین ۱۳۹۴ نشان داده شده است. این تابلو، کیفیت هوا را پاک نشان می‌دهد.



تصویر شماره ۱: همان‌طور که در تصویر دیده می‌شود، ارتفاع ستون‌ها، میانگین ۱۸ دستگاه کنترل هوا در مناطق مختلف تهران است، تصویر شماره ۱، نشان می‌دهد: CO=۲۲ و O<sub>۳</sub>=۳۰ و NO<sub>۲</sub>=۴۵ و SO<sub>۲</sub>=۱۸ و PM<sub>۱۰</sub>=۱۴ است. هم‌چنین میزان PM<sub>۲.۵</sub>=۲۹ است. (فقط از این پارامتر در این پژوهش استفاده خواهد شد). حد سلامت در نمودار عدد ۱۰۰ منظور شده و چون ارتفاع ستون‌ها به ۵۰ نرسیده پس هوا پاک است. در تصویر شماره ۲، رنگ‌ها از نظر مقدار آلودگی مشخص شده است.

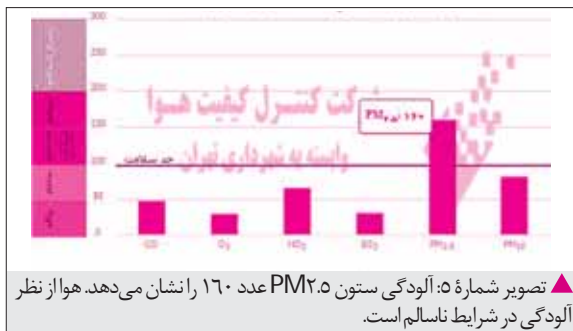
استفاده از سوخت‌های فسیلی باعث شده است که آلاینده‌هایی مانند دود و غبار و ریزگردها وارد طبیعت شوند. این آلاینده‌ها باعث شدند تا ستارگان زیبای آسمان نیز، یکی یکی محو شوند

اکنون تصویر شماره ۴ مربوط به آسمان همان شب نشان داده می‌شود. راصدان، کم‌نورترین ستاره صورت فلکی اسد را مشخص کردند و به آن قدر ۶ دادند. با به‌دست آوردن قدر ظاهری صحیح از روی جداول و مقایسه آن با قدر ۶، مشخص شد که ستاره از قدر ۵ است. سپس آن را با شاخص آلودگی یا  $PM_{10}$  مقایسه کردند و یک عدد به میزان آلودگی اطلاق می‌کردند. تصویر شماره ۴ صورت فلکی اسد را هنگام رصد نشان می‌دهد.

نتیجه رصد در ۳ فروردین ۱۳۹۴: در این رصد، ستارگان از قدر ۵ مشاهده شدند و نشان داد که قدر ۵ در تهران برابر با ستون هوای پاک است.

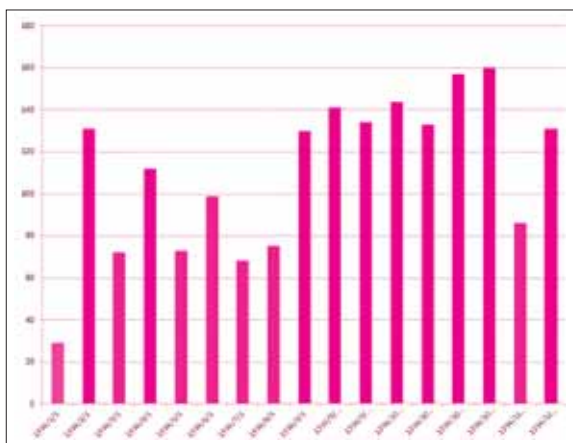
تصویر نمودار شماره ۵ هوای آلوده در تهران در تاریخ ۹.۱۰.۹۴ (مدارس ابتدایی تعطیل بودند)

در تصویر شماره ۵ تابلو شرکت کنترل کیفیت هوا، وابسته به شهرداری تهران در تاریخ ۹ دی ۱۳۹۴ نشان داده شده است. این تابلو، کیفیت هوا را ناسالم نشان می‌دهد.



### ۹. نمودار سالانه آلودگی در روزهای سوم هر ماه و روزهای هوای ناسالم

همان‌طور که در نمودار شماره ۱ دیده می‌شود، روزهای استخراج شده از تابلوی شرکت کنترل کیفیت هوا مربوط به روزهای سوم هر ماه است. روزهای غیر از سوم هر ماه، روزهایی است که به دلیل شرایط ناسالم، مدارس تعطیل شده است. ۱۲ ستون نمودار مربوط به ۱۲ ماه سال و ۵ ستون دیگر مربوط به روزهای ناسالم است.



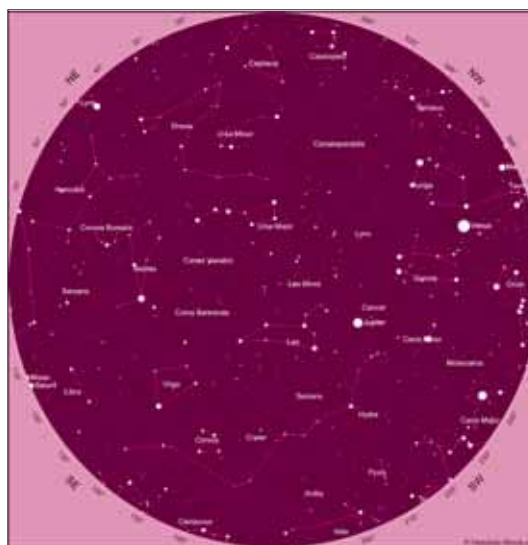
### رشتهای نقشه

شاخص کیفیت هوا	سطح آلودگی بهداشتی	نشانگر
۵۰-۵۰	پاک	📍
۵۱-۱۰۰	سالم	📍
۱۰۱-۱۵۰	ناسالم برای گروه حساس	📍
۱۵۱-۲۰۰	ناسالم	📍
۲۰۱-۳۰۰	بسیار ناسالم	📍
۳۰۱-۵۰۰	خطرناک	📍

▲ تصویر شماره ۲. شاخص کیفیت هوا براساس اعداد و رنگ



▲ تصویر ۳: میزان پراکندگی دستگاه‌ها در سطح شهر تهران



▲ تصویر ۴: نقشه ستارگان آسمان در پس از غروب، ۳ فروردین ۱۳۹۴ در تهران صورت فلکی اسد در سمت راست.

نمودار شماره ۱: آلوده‌ترین روزهای سال در ۹۴.۱۰.۹ و ۹۴.۱۰.۱۰ اتفاق افتاده است. نمودار شماره ۲ مربوط به میزان آلودگی به صورت خط شکسته براساس نمودار شماره یک است.



نمودار شماره ۲: پاک‌ترین روز و آلوده‌ترین روز براساس آلودگی  $PM_{2.5}$  تعیین شده است.



نمودار شماره ۳: قدر ظاهری ستاره‌های رصد شده را از روی جداول نشان می‌دهد. لازم به توضیح است که اردیبهشت‌ماه به دلیل اینکه خورشید در برج اسد بود درج نشده است.

نمودار شماره ۳: قدر ظاهری ستاره‌های رصد شده از صورت فلکی اسد

### ۱۰. مقایسه نمودار آلودگی هوا و نمودار قدر ظاهری ستارگان

همان‌طور که در نمودار شماره ۲ و نمودار شماره ۳ دیده می‌شود، ارتباط زیادی بین آلودگی هوا و قدر ظاهری ستارگان وجود دارد. به‌عنوان مثال، در تاریخ ۹۴.۱۰.۳ که میزان آلودگی  $PM_{2.5}$  در هوا حدود ۲۹ از حد مجاز ۱۰۰ و شاید پاک‌ترین هوای تهران بود، ستاره امگا از صورت فلکی اسد با قدر ۵.۴ به‌عنوان کم‌نورترین ستاره این صورت فلکی مشاهده شد. اما در تاریخ ۹۴.۱۰.۹ که میزان آلودگی  $PM_{2.5}$  در هوا ۱۶۰ اعلام شد، کم‌نورترین ستاره از صورت فلکی اسد که گاهی مشاهده می‌شد و گاهی مشاهده نمی‌شد، ستاره بتا اسد از قدر ۲.۱ بود. این نشان داد که آلودگی هوا ستاره‌ای از قدر ۲.۱ را به

قدر ۶ انتقال می‌دهد. پس اگر ستاره بتا اسد در شرایطی از قدر ۶ مشاهده شود، نتیجه می‌گیریم که هوا از نظر آلودگی در شرایط ناسالم برای همه گروه‌های سنی است و بایستی مدارس در سطح ابتدایی تعطیل اعلام شود.

### ۱۱. نمودار اطلاعات کامل رصدی

در جدول شماره ۱ اطلاعات کامل رصدی شامل تاریخ رصدها و شاخص کیفیت هوای تهران و تعیین کم‌نورترین ستاره از صورت فلکی اسد و نام ستاره و هم‌چنین قدر ظاهری حقیقی ستاره که از جداول نجومی استخراج شده است و وضعیت آلودگی هوا طبق اعلام کنترل کیفیت هوای تهران آورده شده است. (جدول ۱)

### ۱۲. اعلام نهایی آلودگی هوا با توجه به رصد ستارگان

همان‌طور که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود، چنانچه کم‌نورترین ستاره از صورت فلکی اسد که مشاهده می‌شود، ستاره‌ای از قدر ظاهری ۵ باشد، هوا پاک است یعنی مقدار  $PM_{2.5}$  بین صفر تا ۵۰ است. اگر کم‌نورترین ستاره‌ای که مشاهده می‌شود، ستاره‌ای از قدر ۴ باشد، آن‌گاه هوا در شرایط سالم قرار دارد یا ستون  $PM_{2.5}$  بین ۵۰ تا ۱۰۰ قرار دارد. اما اگر کم‌نورترین ستاره‌ای که مشاهده می‌شود، از قدر ۳ باشد، آن‌گاه هوا در شرایط ناسالم برای گروه‌های حساس قرار دارد و نشان می‌دهد که میزان آلودگی  $PM_{2.5}$  بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ قرار دارد و در نهایت چنانچه کم‌نورترین ستاره صورت فلکی اسد از قدر ۲ مشاهده شود، نشان می‌دهد که هوا در شرایط ناسالم قرار دارد یا میزان آلودگی  $PM_{2.5}$  بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ است. محدودیت‌هایی با این شرایط در تهران اعمال شده شامل تعطیلی مدارس ابتدایی و عبور و مرور پلاک‌های زوج و فرد از خانه بوده است.

### ۱۳. خطای رصد

در رصد صورت فلکی اسد، تلاش شد مشاهده هنگامی صورت گیرد که اسد در سمت الراس باشد. اما به دلیل جابه‌جایی زمین به دور خورشید به ویژه در یک دوره یک‌ساله، همیشه این صورت فلکی در سمت الراس نبود. گاهی در بعد از غروب آسمان و گاهی هنگام سحر مشاهده می‌شد. سربش بهترین زمان رصد و نتیجه‌گیری بود چون رصد خیلی به روز مورد آزمایش نزدیک بود. ولی اگر این صورت فلکی در آسمان سحر قابل مشاهده بود، چندین ساعت از روز آلوده مورد نظر گذشته بود و این می‌تواند در تعیین قدر ستاره مؤثر باشد. همچنین در مرداد که خورشید در برج اسد قرار دارد، این صورت فلکی رصد نشد و جای قدر آن در جدول تجربی خالی است.

پژوهشگران  
در این  
پژوهش  
سعی دارند  
تا از طریق  
رصدهای  
تجربی و با  
استفاده از  
اطلاعات سایر  
سازمان‌ها و  
مطالعات، به  
این پژوهش  
پاسخ دهند  
که آیا می‌توان  
روشی را  
ارائه داد تا  
با استفاده از  
رصد تجربی  
بتوان به  
آلودگی هوا  
پی برد

## جدول شماره ۱: اطلاعات کامل رصدی و وضعیت آلودگی هوا

تاریخ رصد	شاخص کیفیت هوا	تعیین قدر کم نورترین ستاره توسط رصدگر	نام ستاره	قدر ظاهری ستاره از منابع	وضعیت هوا
۱۳۹۴/۱/۴	۲۹	۶	$\omega$ Leo	۵.۴	پاک
۱۳۹۴/۲/۴	۱۳۱	۶	$\zeta$ Leo	۳.۴	ناسالم (گروه‌های حساس)
۱۳۹۴/۳/۴	۷۲	۶	$\kappa$ Leo	۴.۵	سالم
۱۳۹۴/۴/۴	۱۱۲	۶	$\rho$ Leo	۳.۸	ناسالم (گروه‌های حساس)
۱۳۹۴/۵/۴	۷۳		خورشید در برج اسد		
۱۳۹۴/۶/۴	۹۹	۶	$\sigma$ Leo	۴	سالم
۱۳۹۴/۷/۴	۶۸	۶	$\tau$ Leo	۴.۹	سالم
۱۳۹۴/۸/۴	۷۵	۶	$\kappa$ Leo	۴.۵	سالم
۱۳۹۴/۹/۴	۱۳۰	۶	$\zeta$ Leo	۳.۴	ناسالم (گروه‌های حساس)
۱۳۹۴/۹/۳۰	۱۴۱	۶	$\epsilon$ Leo	۲.۹	ناسالم (گروه‌های حساس)
۱۳۹۴/۱۰/۱	۱۳۴	۶	$\theta$ Leo	۳.۳	ناسالم (گروه‌های حساس)
۱۳۹۴/۱۰/۴	۱۴۴	۶	$\epsilon$ Leo	۲.۹	ناسالم (گروه‌های حساس)
۱۳۹۴/۱۰/۸	۱۳۳	۶	$\theta$ Leo	۳.۳	ناسالم (گروه‌های حساس)
۱۳۹۴/۱۰/۹	۱۵۷	۶	$\gamma$ Leo	۲.۶	ناسالم
۱۳۹۴/۱۰/۱۰	۱۶۰	۶	$\beta$ Leo	۲.۱	ناسالم
۱۳۹۴/۱۱/۴	۸۶	۶	$\lambda$ Leo	۴.۳	سالم
۱۳۹۴/۱۲/۴	۱۳۱	۶	$\zeta$ Leo	۳.۴	ناسالم (گروه‌های حساس)

## جدول شماره ۲: اعلام تقریبی وضعیت هوا با توجه به رصد

نتیجه رصد و اعلام حدودی وضعیت آلودگی هوا	رصد کم نورترین ستاره از صورت فلکی اسد
هوا پاک است	اگر کم نورترین ستاره از قدر ۵ رصد شود
هوا پاک است	اگر کم نورترین ستاره از قدر ۴ رصد شود
هوا ناسالم برای گروه‌های حساس است	اگر کم نورترین ستاره از قدر ۳ رصد شود
هوا ناسالم است	اگر کم نورترین ستاره از قدر ۲ رصد شود

اما این پژوهش نشان داد که آلودگی با شدت‌های متفاوت، قدرهای ظاهری ستارگان را تغییر می‌دهد و می‌تواند تا چهار قدر اثرگذار باشد. حال می‌توان با رصد ستارگان و تعیین قدر ظاهری مشاهده شده و به‌دست آوردن تفاوت آن با قدر ظاهری ستاره که از جداول نجومی به‌دست می‌آید، میزان آلودگی هوا را تا حدودی تعیین کرد. این روش می‌تواند برای شهرهای به دور از امکانات تخصصی مؤثر باشد.

## ۱۴. نتیجه‌گیری

مطالعات و رصدهای تجربی انجام گرفته در این پژوهش نشان داد که بین میزان آلودگی هوا و قدر ظاهری ستاره‌ها ارتباط وجود دارد. در واقع هرچه میزان آلودگی هوا بیشتر باشد، ستاره‌های آسمان بیشتر درخشندگی خود را از دست می‌دهند و بیشتر نور این ستارگان در هوای آلوده محو می‌شود. اغلب ستارگان دارای قدر ظاهری ثابت هستند

### پی‌نوشت‌ها

1. Dave Kornreich
2. Humboldt
3. Ask Astronomer
4. Ken Bodaist
5. Bil Geersn
6. Astromax
7. Starlight
8. Particulate mater
9. Hipparchus
10. Norman pogson
11. Harold lester
12. William wilson Morgan

### منابع

- [1] <http://malekmu-seum.org/tag/558>
- [2] <http://curious.astro.cornell.edu/about-us/116-observational-astronomy/stargazing/professional-observers/712-how-does-hight-pollution-affect-astronomers-intermediate>
- [3] <http://www.astromax.org/faq/aa01faq15.htm>
- [4] <http://www.skyandtelescope.com/astronomy-blogs/pollution-and-stargazing>
- [5] <http://www.irimo.ir/far/wd>
- [6] <http://air.tehran.ir/Default.aspx?tabid=475>