



بررسی علل تجمع غبارات معلق در مناطق شرقی اصفهان

نویسندگان: (۱) اعظم باقری (۲) محمدعلی میرعباسی

(۱) کارشناس ارشد مطالعات و اثرات اقلیم منطقه‌ای، اداره کل هواشناسی اصفهان

(۲) معاونت توسعه و پیش بینی اداره کل هواشناسی اصفهان

Email: bagheri.simin@gmail.com

چکیده

سالهاست که منطقه شرق اصفهان و فرودگاه شهید بهشتی اصفهان با معضلی که آن را به نام مه‌گرفتگی می‌نامند دست به گریبان است و این منطقه را در بسیاری از روزهای سرد سال و کم و بیش در فصول پاییز و بهار مورد هجوم قرار داده است و باعث ایجاد اختلال در جاده‌های ترانزیتی می‌گردد. فرودگاه شهید بهشتی اصفهان دقیقاً در عمق منطقه مه‌خیز قرار گرفته و بطور میانگین سالانه نزدیک ۱۰۰ روز در این منطقه مه گزارش می‌گردد. همچنین پایگاه هشتم شکاری شهید بابائی نیز از این پدیده در امان نبوده و پروازهای نظامی را نیز با مشکل روبرو ساخته است. در منطقه مورد مطالعه، دید افقی تحت تأثیر دو دسته عوامل طبیعی و غیرطبیعی یعنی پارامترهای هواشناسی و آلاینده‌های جوی حاصل از فعالیت‌های صنعتی و انسانی، تغییر کرده و مقدار آن کاهش می‌یابد. با بررسی عوامل اقلیمی و ژئومورفولوژی منطقه از جمله کویری شدن آن و بواسطه بالا آمدن سطح آبهای زیرزمینی در سالهای پرآب و شور شدن خاک و در پی آن خشکسالی‌های پاییزی و خالی شدن منطقه از پوشش گیاهی، بستر را برای وزش بادهای شدید و ایجاد گردوغبار فراهم می‌سازد و عامل پیشروی کویر بسمت اصفهان گردیده است. از دلایل مهم تجمع غبارات معلق و کاهش دید افقی در مناطق شرقی شهر اصفهان را می‌توان شکل مه‌های صبحگاهی و ماندگاری طولانی آن در بیشتر ایام سال و وجود مناطق صنعتی، معادن و کوره‌های گچ و آجرپزی می‌باشد که با کمک بادهای غالب غربی به سمت شرق اصفهان هدایت می‌شوند و با رطوبت کاذب ایجاد شده در اثر آبیاری فضای سبز بزرگ شهر اصفهان و حومه به همراه آلودگی شهری و ریزگردها که به سمت شرق رانده شده‌اند و با رطوبت خود منطقه ترکیب و باعث ایجاد مه و کاهش دید افقی در آن منطقه گردیده است. آمار نشان می‌دهد که میان دید افقی و غلظت ذرات **pm10** همبستگی خوبی وجود دارد. بطوریکه در روزهای مورد مطالعه همراه با کاهش دید افقی، غلظت ذرات **pm10** به طور فزاینده‌ای افزایش می‌یابد و حتی به چندین برابر میزان استاندارد خود می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: گردوغبار، آلاینده‌های جوی، شرق اصفهان، ذرات **pm10**، دید افقی.



مقدمه

افزایش جمعیت و پیشرفت تکنولوژی و افزایش فعالیت‌های صنعتی و به تبع آن افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی و سایر فعالیت‌های بشر در دهه‌های اخیر منجر به ورود میلیون‌ها تن مواد آلاینده به اتمسفر گردیده و سبب ایجاد ناهنجاری‌هایی در محیط زیست انسان شده است. محیط زیست انسان بستر مناسبی برای فعالیت‌های کشاورزی و تامین عناصر معدنی، آب و دیگر موادی است که برای بقای انسان و حیات او لازم می‌باشد و علاوه بر آن به عنوان مخزنی برای ضایعات تولیدی توسط انسان نیز عمل می‌کند. از این رو رابطه بین انسان و محیط ضرورتاً باید به صورت دو جانبه باشد و تعادل لازم بین این دو در تمام موارد وجود داشته باشد. در چند دهه گذشته به علت فعالیت‌های انسان؛ این رابطه، تعادل مطلوب خود را از دست داده و آلودگی هوا به عنوان یک پدیده مخاطره‌آمیز در قرن حاضر سبب ایجاد ناهنجاری‌هایی در محیط زیست شده است. در حالی که تا قبل از دهه ۱۹۴۰ آلاینده‌های مهم عمدتاً ذرات ریز و SO_2 بودند، ولی اکنون طیف وسیعی از مواد آلاینده شامل آلاینده‌های گوگردی، نیتروژنه، ازن، فلئوئور و PAN تولید و در محیط‌زیست و هوا پراکنده می‌شوند و سبب ایجاد مشکلات عدیده‌ای در جامعه بشری می‌گردند. روابط متقابل شرایط جوی و کیفیت هوا می‌تواند بر پخش، تراکم یا حذف آلاینده تاثیر داشته باشد. گاهی هوای آلوده شرایط اقلیمی جهانی و منطقه‌ای را تحت تاثیر قرار می‌دهد. آلودگی هوا در مقیاس منطقه‌ای و محلی قابلیت دید را کاهش می‌دهد. بارش‌هایی با ترکیبات متغیر و اسیدی و اثر جزیره گرمایی شهری ناشی از تغییرات کیفیت هوا در شهرها است. از این رو تشکیل مه در شهرهای بزرگ دو برابر نواحی توسعه نیافته و تشکیل ابر در شهرهای بزرگ ده درصد بیشتر از نواحی اطراف شهرهاست. معمولاً افزایش مه در نواحی صنعتی با غلظت‌های بالای دی اکسید گوگرد، رابطه مستقیم دارد. پدیده‌هایی مانند ریزش‌های جوی، باد، مه، گردوغبار و ذرات pm_{10} و آلودگی هوا بر روی دید افقی تاثیرات مستقیمی دارند. در ایران تعداد روزهای غباری با دما رابطه مستقیم و با روزهای بارانی رابطه معکوس دارد. این بدان معناست که پدیده غبار خاص مناطق گرم و کم بارش ایران است. از سوی دیگر بررسی آهنگ زمانی تعداد روزهای غباری هم نشان می‌دهد که در ماههای گرم و کم بارش بر تعداد روزهای غباری افزوده می‌شود ولی ذرات pm_{10} هم در مناطق صنعتی و هم در مناطق گرم و خشک می‌تواند شکل گیرد. پدیده غبار خاص مناطق گرم و کم بارش ایران است.

محدوده مورد مطالعه

مناطق شرقی اصفهان؛ شامل فرودگاه شهید بهشتی، پایگاه نظامی هشتم شکاری، دشتهای شرقی برخوار و سگری و شهرهای حبیب آباد و کمشچه و همچنین شهرستانهای خوراسگان و قهجاورستان می‌باشند. محدوده بحرانی دشت سگری موسوم به تونل باد بوده که در این محدوده انواع فرآیندهای بیابان‌زایی اعم از فرسایش بادی، شنهای روان، شوری ثانویه، کاهش و نابودی پوشش گیاهی به شدت غالب بوده و مشکلات زیادی را برای تأسیسات نظامی، عمرانی، صنعتی و ترابری در منطقه ایجاد نموده است. فرودگاه شهید بهشتی اصفهان نیز دقیقاً در عمق منطقه مه‌خیز و محل تجمع آلاینده‌های جوی کلان شهر اصفهان که توسط بادهای غالب به این منطقه منتقل گردیده، قرار گرفته که بطور میانگین نزدیک به یکصد روز در این منطقه کاهش دیدافقی گزارش گردیده و بعضاً باعث تأخیر و یا کنسل شدن پروازهای این فرودگاه گردیده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از آمارهای سازمان حفاظت محیط زیست اصفهان و همچنین اطلاعات هواشناسی ایستگاه فرودگاه شهید بهشتی استفاده کردیم و ایستگاههای میدانی احمدآباد و لاله که نزدیک‌ترین ایستگاه سنجش آلاینده‌های سطحی به منطقه مورد مطالعه بودند را مورد سنجش قرار دادیم. با بررسی‌های بعمل آمده طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۹ می‌توان دریافت که میزان PM_{10} در هر دو ایستگاه میدان احمدآباد و میدان لاله از میزان بالایی برخوردار بوده است. اما در بین این دو ایستگاه وضعیت میدان احمدآباد بحرانی‌تر می‌باشد. قابل ذکر است که در فصل تابستان به واسطه کوتاهی شبها و گرم شدن زمین در هنگام روز عمق آلودگی زیاد نمی‌باشد و این پدیده به سرعت از بین می‌رود و در نتیجه کاهش آلودگی را منجر می‌شود. لذا در ماههای بحرانی سال که شامل ماههای آبان، آذر و دی بود؛ این بررسی صورت گرفت.



ذرات معلق (PM10)

PM10 شامل ذرات بسیار ریز جامد و مایع معلق در هوا بوده و ترکیبی است از موادی که شامل دود، دوده، گردوغبار، نمک، اسید و فلزات می‌گردد. همچنین **pm10** زمانی شکل می‌گیرد که گازهای متصاعد شده از وسایل نقلیه موتوری و صنعت تحت واکنش-های شیمیایی در جو قرار می‌گیرند. این ذرات قطر کمتر از ۱۰ میکرون (در حدود ۱/۷ ضخامت موی انسان) را دارند و با نام **pm10** شناخته می‌شوند. این ذرات مشتمل بر ذرات ریزتر بنام **PM2.5** نیز هست. این ذرات که در اثر جریان‌های هوا و باد می‌توانند ساعتها در هوا معلق بمانند و با رطوبت موجود در هوا ترکیب شوند و مه‌دود را تشکیل دهند. این ذرات به شدت باعث کاهش دید در سطح زمین می‌گردند. این ذرات در اثر تخریب منطقه به دست عوامل انسانی جهت تهیه مواد اولیه کارخانه‌های گچ و آهک و آجر و از بین بردن پوشش تثبیت شده سطح زمین توسط باد شروع به جریان و حرکت کرده و توسط جریان‌های باد بصورت معلق در هوا در می‌آید و جابه‌جا شود. ذرات **pm10** به علت ریز و سبک بودن در هوا معلق و تا ارتفاعات زیاد نیز می‌توانند صعود کنند لیکن زمانی که این ذرات غبار به رطوبت و آب دسترسی پیدا می‌کنند به سرعت رطوبت موجود در هوا را به خود جذب نموده و کم‌کم سنگین شده و به ارتفاعات پایین‌تر سقوط کرده و در نزدیکی سطح زمین تجمع نموده و باعث تشکیل مه دود و کاهش دید در نزدیکی سطح زمین می‌گردد. آزمایشات بر روی آلودگی هوا و شرایط کاهش دید افقی نشان می‌دهد که **pm10** در واقع از مهمترین و اصلی‌ترین عامل تشکیل مه دود و کاهش دید در منطقه مورد مطالعه می‌باشد که بیش از ۶۰ درصد عوامل کاهش دید در شرق اصفهان را شامل می‌گردد. در اغلب موارد **pm10** عامل اصلی پدیده گردوغبار است که ما آن را بعنوان مه دود در نظر می‌گیریم. این مشکلی است که در شهرها و مناطق غیر شهری و مناطق بکر مانند پارک‌ها و جنگل‌های ملی بوجود می‌آید. منابع عمده **pm10** در مناطق شهری و روستایی عبارتند از: وسایل نقلیه موتوری، اجاق‌هایی با سوخت چوب و شومینه‌ها، گردوغبار ناشی از ساخت و ساز، دفن زباله، آتش‌سوزی‌های بزرگ، منابع صنعتی و گرد و غباری که توسط باد از زمین‌های باز می‌آید، آتش زدن بقایای گیاهی و کشت‌زارهای گندم و جو و ذرت و شالیزارها در اطراف اصفهان خصوصاً منطقه شرق اصفهان توسط کشاورزان جهت آماده‌سازی زمین برای کشت‌های بعدی، گردوغباری که حاصل از تخریب زمین و از بین بردن پوشش گیاهی و ایجاد زمین‌های لخت و بایر که بستری برای تخریب توسط بادهای منطقه بوجود می‌آید.

باد

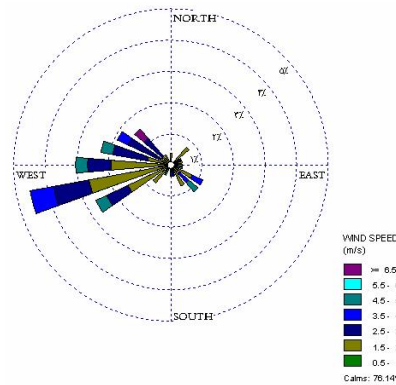
ظاهراً به نظر می‌رسد که باد می‌تواند آلودگی یا مه را از هم پاشیده و از منطقه دور سازد و اصولاً در چنین مواردی باد محیط را پاک‌سازی نماید ولی در همه مواقع این چنین نیست و باد همیشه مه و دود و آلودگی را دور نمی‌سازد. با بررسی باد غالب اصفهان در طول دوره آماری ۵۰ ساله، مشخص گردید که باد غالب اصفهان غرب و جنوب غربی بوده و به سمت منطقه مورد مطالعه یعنی شرق اصفهان می‌وزد. یعنی باد از سمت شهر اصفهان به سمت شرق و فرودگاه شهید بهشتی می‌وزد پس به راحتی می‌توان گفت که باد غالب می‌تواند آلودگی شهر اصفهان و منطقه صنعتی غرب اصفهان که بسیاری از صنایع آلاینده همچون ذوب آهن، صنایع فولاد و سیمان اصفهان و سپاهان، نیروگاه‌های منطقه اسلام آباد و شهید منتظری و شرکت پالایش نفت و پتروشیمی اصفهان را که در مسیر خود قرار دارد را به این منطقه انتقال دهد. لذا به این نتیجه می‌رسیم که در بعضی مواقع باد نه تنها آلودگی را دور نمی‌سازد بلکه آن را به یک منطقه دیگر منتقل و در آنجا به لحاظ شرایط جوی تجمع می‌سازد. لذا می‌توان گفت که آلودگی‌های مناطق صنعتی غرب اصفهان و خودکلان شهر اصفهان توسط باد غالب غربی به سمت شرق اصفهان انتقال می‌یابند و بستر تشکیل مه دود که ترکیبی از رطوبت موجود در هوای منطقه که خود ناشی از کشاورزی آن محدوده و مقداری نیز حاصل از رطوبت فضای سبز بزرگ شهر اصفهان که به همراه آلودگی‌های صنعتی و شهری توسط باد به این منطقه منتقل شده و با یکدیگر ترکیب و مه دود را تشکیل می‌دهند. این مه دود اصولاً در زمان‌هایی که هوا سرد و دما به حداقل خود می‌رسد و هوا در حالت انباشت به حالت اشباع می‌رسد یعنی در اواخر شب و اوایل صبح و طلوع آفتاب شدت می‌گیرد. البته تنها آلودگی‌های شهری و صنعتی ممکن است کافی نباشد و ریزگردها و ذرات معلق در هوای شرق و حاشیه کویر که تشکیل شده از بقایای باتلاق گاوخونی که شامل ذرات ریز و معلق شن و ماسه و گچ و آهک بوده نیز توسط باد غالب دوم که از سمت شرق به این منطقه می‌وزد، منتقل شده و با سایر



اولین کنفرانس ملی جغرافیا، گردشگری، منابع طبیعی و توسعه پایدار

The 1st National Conference on Geography, tourism, natural resources and sustainable development

آلاینده‌ها و رطوبت موجود در هوا ترکیب شود. بیش از ۷۴ درصد بادهای منطقه در شرایط آرام بوده و در حدود ۲۶ درصد بقیه در جهات مختلف توزیع شده، اما بیشترین توزیع پیرامون جنوب‌غربی و غرب می‌باشد. بیشترین سرعت بادهای در هنگام وقوع مه‌دود حدود ۵ متر بر ثانیه می‌باشد. با توجه به اینکه سامانه‌های جوی در اصفهان غربی و جنوب‌غربی می‌باشند، پس می‌توان گفت که لااقل حدود ۲۰ درصد از مه‌دودها در هنگام حضور سامانه‌های جوی شکل می‌گیرد. بیشترین حجم منابع آلاینده در مناطق غربی اصفهان واقع شده که با توجه به بادهای غالب غربی، آلاینده‌ها را می‌تواند به این منطقه منتقل نموده و به عنوان هسته‌های تراکم در تشدید فراوانی وقوع و دوام آلودگی تأثیر داشته و مه دود را نیز تشکیل دهند.



شکل ۱. گلباد سالانه اصفهان در طول دوره آماری ۵۰ ساله (۲۰۱۳-۱۹۶۳)

با بررسی آمار سمت و سرعت باد در ساعات مختلف شبانه‌روز معلوم شد که باد غالب دوم و سومی هم وجود دارد و به عبارتی در طی شبانه‌روز جهت وزش باد در شرق اصفهان نوسانات زیادی داشته و در بعضی از ساعات شبانه‌روز از سمت شمال و شرق نیز وزیده است و می‌توانسته ذرات معلق گردوغبار و آلودگی شرق اصفهان را نیز با خود حمل نماید.

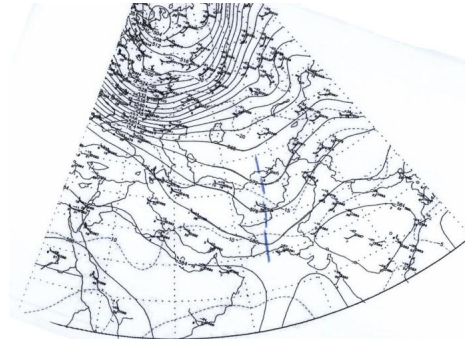
فشار هوا

یکی از مهمترین عوامل و پارامترهای مؤثر بر تشدید یا کاهش آلودگی هوا، فشار هوا می‌باشد. بررسی الگوها و نقشه‌های سینوپتیکی فشار هوا در زمان‌های وقوع پدیده آلودگی هوا و کاهش دید می‌تواند بسیار کمک نماید. بر این اساس نقشه‌های سینوپتیکی پاییز و زمستان روزهای بحرانی سال ۱۳۸۹ را مورد بررسی قرار دادیم که نتایج حاصل از آن عبارت است از: طی روز ۱۵ آبان ۸۹ با نفوذ یک توده پرفشار سرد سیبری از عرضهای بالا به داخل کشور و همچنین نفوذ آن به استان دیده می‌شود به طوری که خط ایزوبار ۱۰۲۰ در قسمتهای مرکزی کشور بسته شده است همزمان با آن جریانات واگرا در سطوح بالای جو در لایه‌های میانی جو دیده می‌شود که این روند در روز بعد یعنی ۱۶ آبان از شدت بیشتری برخوردار بوده بطوریکه نفوذ هوای سرد به طور موثرتری استان را در بر گرفته همچنین به علت پایداری در جو در لایه‌های میانی و تشکیل یک پشته، شرایط پایداری تقویت گردیده به طوری که در لایه‌های سطح زمین تا سطوح میانی جو با کاهش چشم‌گیر سرعت باد مواجه گردیده و شرایط برای افزایش غلظت آلاینده‌های جو مهیا می‌باشد.

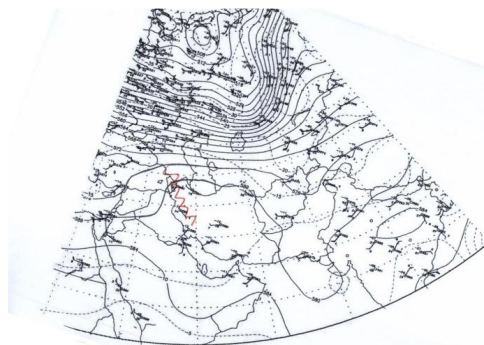


اولین کنفرانس ملی جغرافیا، گردشگری، منابع طبیعی و توسعه پایدار

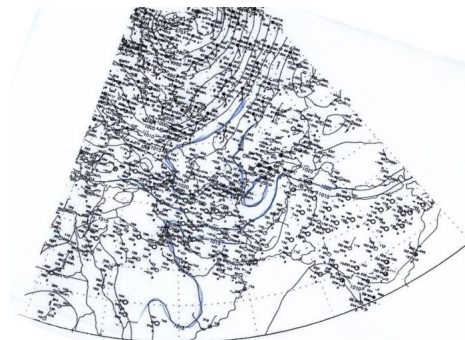
The 1st National Conference on Geography, tourism, natural resources and sustainable development



شکل ۲. نقشه سینوپتیک خطوط هم ارتفاع در تراز 500mb در تاریخ ۸۹/۸/۱۵



شکل ۳. نقشه سینوپتیک خطوط هم ارتفاع در تراز 500mb در تاریخ ۸۹/۸/۱۶



شکل ۴. نقشه سطح زمین در تاریخ ۸۹/۸/۱۵



شکل ۵. نقشه سطح زمین در تاریخ ۸۹/۸/۱۶



اولین کنفرانس ملی جغرافیا، گردشگری، منابع طبیعی و توسعه پایدار

The 1st National Conference on Geography, tourism, natural resources and sustainable development

در روز ۱۰ آذرماه ۸۹ نیز نفوذ جریانهای سرد شمالی بر روی کشور دیده می شود که عمدتاً نواحی شمالی استان و مرکز، درگیر این ریزش هوای سرد بوده و خط ایزوبار ۱۰۲۰ استان را در بر گرفته که نشانگر نفوذ هوای سرد در منطقه می باشد همزمان با آن جریانات کاملاً پایدار در لایه های مختلف جو دیده می شود به طوریکه مناطق و ایستگاههای مورد نظر تحت تأثیر یک ریج مرکزی قرار گرفته و باعث گردیده که در سطوح میانی لایه جو شرایط اینورژن از نوع فرونشینی بوجود آید که این وضعیت (لایه سطح زمین و سطوح بالا) سبب افزایش غلظت آلاینده های جوی می باشد.

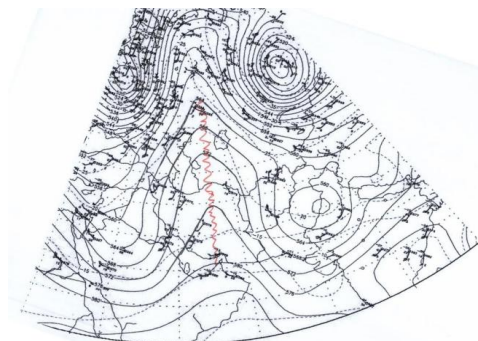
بررسی نقشه های سطح زمین حاکی از استقرار و نفوذ یک مرکز پر فشار سرد با هسته ۱۰۳۰ در روز ۱۰ دی ماه ۸۹ در منطقه می باشد که زبانه های آن کاملاً قسمتهای مرکزی را تحت تأثیر قرار داده و شرایط اینورژن تابشی در سطح زمین مهیا گردیده و همزمان با آن در سطوح بالای جو شرایط پایداری نیز حاکم گردیده و شرایط اینورژن از نوع فرونشینی نیز دیده می شود که به سبب تشکیل اینورژن در لایه های سطح زمین و سطوح بالای جو شرایط افزایش غلظت آلاینده های جوی نیز مهیا می باشد.



شکل ۶. نقشه سینوپتیک خطوط هم ارتفاع در تراز 500mb در تاریخ ۸۹/۹/۱۰



شکل ۷. نقشه سطح زمین در تاریخ ۸۹/۹/۱۰



شکل ۸. نقشه سینوپتیک خطوط هم ارتفاع در تراز 500mb در تاریخ ۸۹/۱۰/۱۰



شکل ۹. نقشه سطح زمین در تاریخ ۸۹/۱۰/۱۰

رطوبت نسبی هوا

با بررسی میزان رطوبت نسبی و میزان غلظت آلاینده‌های منطقه در ساعات مختلف شبانه‌روز به این نتیجه رسیدیم که بین این دو همبستگی معنی‌داری وجود دارد و با افزایش رطوبت نسبی در منطقه، میزان غلظت آلاینده‌ها نیز افزایش پیدا می‌کند.

دمای هوا

با بررسی‌های بعمل آمده در این زمینه به این نتیجه رسیدیم که غلظت آلاینده **PM10** با دما روند معکوسی داشته است. این بدان معناست که در مواقعی که کاهش دما در ساعات اولیه صبح اتفاق افتاده و توده هوای سرد، سردتر گردیده، غلظت آلاینده **PM10** نیز افزایش پیدا کرده و از اوایل ظهر که لایه اینورژن از بین رفته و شرایط وارونگی دما ضعیف شده، غلظت آلاینده‌ها نیز کاهش پیدا کرده است.

دید افقی

با توجه به اینکه رابطه همبستگی مستقیمی بین کاهش دید افقی و میزان غلظت آلاینده‌های **PM10** عموماً وجود دارد بررسی‌های بعمل آمده نشان می‌دهد این شرایط نیز در مناطق واقع در شرق اصفهان به خوبی دیده می‌شود. در اکثر ساعات اولیه روزهای پاییزی و زمستانی که بیشترین انباشت غلظت آلاینده‌های جوی وجود داشته، کاهش دید افقی و پدیده **haze** در منطقه مستقر بوده است. به محض افزایش دما از ساعات **6UTC** به بعد که غلظت آلاینده‌های جوی کاهش داشته، دید افقی نیز به تدریج بهبود یافته است.

بررسی معادلات تجربی شائو

جهت بررسی مقدار غلظت ذرات معلق و دید افقی؛ معادلات شائو و همکاران (۲۰۰۳) که از آزمایشات تونل باد بدست آمده، در مناطق بسیاری از جمله ایران (رضازاده و همکاران، ۲۰۱۳) به کار رفته است: در این رابطه **Dv** مقدار دید افقی و **C** مقدار غلظت ذرات معلق است.

فرمول (۱)

$$C = \begin{cases} 3802.29 D_v^{-0.64} & D_v < 3.5 \text{ km} \\ \exp(-0.11 D_v + 7.62) & D_v \geq 3.5 \text{ km} \end{cases}$$

فرمول (۲)

جهت بررسی فرمول تجربی شائو ابتدا بر حسب کاهش دید کمتر از ۳/۵ کیلومتر و مساوی و بالاتر از ۳/۵ کیلومتر مقدار غلظت ذرات آلاینده در یک دوره سه ماهه با توجه به داده‌های موجود، مورد بررسی قرار گرفت. با بررسی دیدهای افقی محاسبه شده از فرمول شائو با دیدهای افقی واقعی از ایستگاه هواشناسی فرودگاه شرق اصفهان دریافتیم که همبستگی نسبتاً مناسبی بین این دو وجود دارد به طوریکه برای دیدهای مساوی یا بیشتر از ۳/۵ کیلومتر در اکثر روزها، دیدهای افقی حاصل از محیط زیست بیشتر از



اولین کنفرانس ملی جغرافیا، گردشگری، منابع طبیعی و توسعه پایدار

The 1st National Conference on Geography, tourism, natural resources and sustainable development

دیدهای محاسبه شده می‌باشد که بررسی نشان می‌دهد طی سه ماه آبان و آذر و دی ۱۳۸۹ بیشترین همبستگی در دی ماه بوده است. در ماه آذر اختلاف بین مقدار محاسبه شده و داده موجود از محیط زیست زیاد می‌باشد. بررسی فرمول شائو برای دیدهای کمتر از ۳/۵ کیلومتر در منطقه فرودگاه شرق اصفهان نشان از اختلاف محسوس تری بین دیدهای محاسبه شده و داده‌های محیط زیست وجود دارد. به طوریکه در دو ماه آبان و آذر اختلاف دیدهای افقی محاسبه شده زیاد بوده و در دی ماه شرایط انطباق و همبستگی بهتری بین دو دید افقی وجود دارد که با توجه به نتایج حاصله و بررسی‌های اجمالی پیشنهاد می‌گردد استفاده از فرمول در حالت اولیه یعنی دیدهای مساوی یا بیشتر از ۳/۵ کیلومتر توصیه می‌گردد.

نتیجه گیری

کاهش دید در شرق اصفهان تنها در اثر وقوع پدیده مه نبوده بلکه بسیاری از آن در اثر وجود آلاینده‌های جوی و ذرات **PM10** معلق در جو می‌باشد و در فصول سرد سال تا اوایل بهار به علت حاکم شدن سیستم‌های پرفشار و سرد شدن هوا بر روی منطقه اگر با پایداری هوا بر منطقه نیز همراه باشد، از آنجایی که تعداد بسیار زیاد کارگاه و کارخانه بزرگ و کوچک تولیدی و صنعتی در شهرستان اصفهان، برای به چرخش درآوردن واحدهای تولیدی خود از انرژی سوخت‌های فسیلی همچون نفت گاز، نفت کوره، زغال سنگ، مازوت، نفت سفید، بنزین و یا گاز استفاده می‌کنند که همگی در تولید آلودگی جوی سهم زیادی دارند. آلودگی تولیدی از این صنایع که شامل آلاینده‌های مختلف از جمله ذرات **PM10** توسط بادهای غربی از سمت غرب و از طرف دیگر ذرات معلق از منطقه کویری شرق که شامل ریزگردهای حاصل از بقایای باتلاق گاوخونی و ذرات حاصل از کارخانه‌های تولید آجر که مجتمع‌های زیادی به آن صورت نعلی شکل؛ منطقه فرودگاه را در بر گرفته و همچنین ذرات حاصل از کارخانه‌های تولید گچ و آهک که توسط بادهای غالب دوم از مناطق شرق و شمال شرق اصفهان می‌وزد، به سمت مناطق شرقی اصفهان هدایت می‌شوند که با رطوبت موجود ناشی از آبیاری فضای سبز و مناطق کشاورزی اصفهان ترکیب می‌گردند. این ذرات خود جاذب رطوبت بوده و هسته‌های تراکم مورد نیاز برای جذب بخار آب موجود در منطقه و تشکیل مه دود را فراهم می‌سازند. از طرفی زودتر سرد شدن هوای کویر نسبت به هوای شهر در اواخر شب، نسیمی صبحگاهی تشکیل می‌دهد که از کویر به سمت شهر جریان می‌یابد، علاوه بر برودت دما، مقداری ذرات معلق حاوی گچ، خاک و شن را به سمت شهر و منطقه مورد مطالعه به همراه خود انتقال می‌دهد که شرایط مناسب برای تشکیل مه و یا مه‌دود و به تبع آن کاهش دید افقی را در ساعات اولیه صبح در منطقه فراهم می‌سازد که این پدیده اصطلاحاً تحت عنوان مه شناخته می‌شود، در حالی که تماماً مه نبوده و بررسی آمار و اطلاعات هواشناسی نشان می‌دهد که بیش از ۸۰ درصد موارد ثبت کاهش دید مربوط به مه دود یا در اصطلاح هواشناسان میست ۱ و یا هیز ۲ می‌باشد که در چنین مواردی رطوبت نسبی هوا کمتر از ۹۵ درصد می‌باشد و در اثر آلودگی هوا و انتقال آن توسط بادهای غالب غربی از سمت منطقه آلوده غرب اصفهان و نقاط صنعتی و شهری به این منطقه و در بعضی ساعات بادهای شرقی حاکم شده و ذرات معلق گردوغبار، گچ و نمک که در اثر باد و طوفان، معادن و کوره‌های گچ ایجاد شده‌اند را به این ناحیه انتقال می‌دهد و با رطوبت موجود در منطقه و آلاینده‌های شهری و صنعتی ترکیب شده و باعث کاهش دید در این منطقه که مرز بین دو اقلیم متفاوت آب‌وهوایی می‌باشد، می‌گردد. منطقه فرودگاه شهید بهشتی دارای ویژگی اقلیمی خاص و متفاوت با شرق و غرب خود بوده و اصولاً در نزدیکی صبح به واسطه نزدیکی به کویر دمای آن به حداقل ممکن می‌رسد و بستری مناسب جهت ترکیب رطوبت موجود با ذرات گردوغبار و آلاینده‌ها که به عنوان هسته‌های تراکم عمل کرده و با جذب رطوبت، ترکیبی بوجود می‌آورد که در اصطلاح تحت عنوان مه یا مه‌دود و یا میست یا هیز بیان می‌شود و باعث کاهش دید افقی در بیشتر روزهای سال می‌گردند. آمار نشان می‌دهد که میان دید افقی و غلظت ذرات **PM10** همبستگی خوبی وجود دارد. بطوریکه در روزهای مورد مطالعه همراه با کاهش دید افقی، غلظت ذرات **PM10** به طور فزاینده‌ای افزایش می‌یابد و حتی به چندین برابر میزان استاندارد خود می‌رسد. البته نمی‌توان از این نکته غافل شد که در بسیاری از مواقع به ویژه فصول گرم سال، ذرات آلاینده می‌تواند غیرمحل باشد و به عبارتی از سمت کشور عراق و

¹ Mist

² Haze



اولین کنفرانس ملی جغرافیا، گردشگری، منابع طبیعی و توسعه پایدار

The 1st National Conference on Geography, tourism, natural resources and sustainable development

همراه جریان‌های جوی و جرخش هوا و با وزش باد به منطقه مورد مطالعه انتقال می‌یابند. با توجه به اینکه در سالهای اخیر مهار بیابان در کشور عراق بسیار ضعیف شده و اگر بتواند توده گردوخاکی بر روی کشور عراق تشکیل دهد و چنانچه وزش باد هم از سرعت زیادی برخوردار باشد و جهتش به طرف مرکز کشور باشد، می‌تواند به منطقه اصفهان هم نفوذ پیدا کرده و کاهش دید افقی و کیفیت هوا را به دنبال داشته باشد. البته فراوانی این وضعیت بیشتر در فصول گرم سال است. در نهایت می‌توان با بررسی وضعیت جوی از طریق نقشه‌های هواشناسی و تصاویر دریافتی از ماهواره‌ها تا حدی این وضعیت را پیش‌بینی و ردیابی کرد، به این صورت که به ویژه در فصل سرد سال که حاکمیت سیستم‌های پرفشار بر روی منطقه وجود دارد و با توجه به ریزش هوای سرد از عرض‌های شمالی کشور و زمانی که پایداری نسبی را بر روی منطقه هست، این شرایط حاکم می‌شود و به دلیل سکون نسبی هوا تجمع آلاینده‌ها را بر روی منطقه فراهم می‌کند. یکی دیگر از مهمترین شاخص‌ها در پیش‌بینی و تحلیل این وضعیت، وقوع پدیده اینورژن است که به دلیل استقرار پرفشار در فصول سرد سال که به دنبال آن دمای سطح زمین از سطوح بالایی کمتر است؛ عبارتی با افزایش ارتفاع بجای کاهش دما، افزایش دما را تا ارتفاع خاصی شاهد هستیم که در اصطلاح اینورژن می‌گویند که این خود دلیل عمده‌ای برای تجمع آلاینده‌ها در هوای اطراف سطح زمین می‌باشد. پس با رسم نمودار **Skew-T** می‌توان به طور فزاینده‌ای این وضعیت را پیش‌بینی کرد. ارتفاع لایه اینورژن نیز بسیار اهمیت دارد، هرچه ارتفاع لایه اینورژن به زمین نزدیکتر و ضخامت لایه نیز بیشتر باشد؛ وضعیت بحرانی‌تر خواهد بود.

مراجع

- اشتری مهرجردی، عالیه و کریمیان اقبال، مصطفی (۱۳۸۳). پهنه بندی بیابانزایی دشت سگزی، اولین گام در احیاء و توسعه شرق اصفهان. اولین همایش منطقه ای حوضه زاینده رود، تالاب گاوخونی و توسعه پایدار ۳۰-۳۱ اردیبهشت ۱۳۸۳ چادگان، اصفهان.
- اشتری، ع. (۱۳۸۰). منشاء یابی شن های روان منطقه اردستان، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان.
- بانک اطلاعاتی سازمان محیط زیست اصفهان، داده های آلاینده های سطح زمین ایستگاههای لاله و احمدآباد و دشت سگزی، ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱.
- بانک اطلاعاتی اداره کل هواشناسی استان اصفهان، داده های روزانه هواشناسی برای سالهای مورد نظر.
- پهنه بندی بیابانزایی و طرح سامانه های اجمالی در دشت سگزی (مؤسسه تحقیقاتی زیست‌بان) ۱۳۸۴.
- خدابخش، حسن. (۱۳۸۵). بررسی شرایط همدیدی وقوع مه. اداره کل هواشناسی اصفهان.
- سیف، عبدالله (۱۳۸۳). ردیابی و شناسائی مخروطه افکنه‌های پلایای گاوخونی کبیر با تکنیک سنجش ازدور و تصاویر ماهواره لندست. هفتمین هفته پژوهش دانشگاه اصفهان.
- صالحی، م. ح. (۱۳۸۱). بررسی منشاء عوامل و فرایندهای تجمع نمک در خاک های دشت سگزی و تأثیر آنها بر فرسایش بادی، پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- کریم زاده، ح. ر (۱۳۸۱) چگونگی تکوین و تکامل خاک‌ها در لندرم‌های مختلف و منشاء‌یابی رسوبات فرسایش یافته بادی در منطقه شرق اصفهان. پایان نامه دکترا، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- گروه مطالعات محیط زیست، (۱۳۷۵). مطالعات توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی استان اصفهان، گزارش پنجم، محیط زیست، سازمان برنامه و بودجه.
- مسعودیان، سید ابوالفضل، (۱۳۹۰)، کتاب آب و هوای ایران، انجمن ایرانی اقلیم شناسی، دانشگاه اصفهان، ص ۶۳
- مؤسسه تحقیقات زیست‌بان، (۱۳۸۲). پهنه بندی بیابان‌زایی و طراحی سامانه‌های اگرواکولوژیک در دشت سگزی، شهرک علمی تحقیقاتی اصفهان.
- مطالعات طرح جامع بیابان‌زدایی سگزی، (۱۳۷۵). اداره منابع طبیعی اصفهان.
- نقشه های وضعیت جوی در لایه های مختلف ۱۳۹۱-۱۳۸۹، مرکز پیش بینی سازمان هواشناسی کشور.

1. <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/aero/pubs/index.html>
2. <http://cimss.ssec.wisc.edu/wxwise/class/dewfog.html>
3. http://modis-atmos.gsfc.nasa.gov/MOD04_L2/index.html
4. <http://earthobservatory.nasa.gov>