نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال هشتم، شماره۲، تابستان ۱۴۰۰

صفحات ۱۷۹ – ۱۹۰

نقش عوامل محیطی و اقلیمی بر انتقال و انتشار آلاینده ی منواکسید کربن کشور ایران در سال ۲۰۱۸

مصطفی کرمپور[1]؛ استادیار اقلیم شناسی، دانشگاه لرستان، ایران

یگانه خاموشیان؛ کارشناس ارشد اقلیم شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل،ایران.

حامد حیدری؛ دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه لرستان، ایران.

فاطمه امرایی؛ کارشناس ارشد آب و هواشناسی کاربردی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران

دریافت مقاله :۱۳۹۹/۰۶/۰۵ پذیرش نهایی:۱۳۹۹/۱۱/۲۱

چکیده

آلودگی هوا به عنوان یکی از مهم‌ترین مخاطرات محیطی در فضای شهری، ارتباط نزدیکی با شرایط آب‌وهوایی دارد. امروزه آلودگی در سطح کلان‌شهرها به صورت یک مسئله مهم درآمده که ضرورت مطالعه و ارائه راه‌حل‌های کاربردی برای بهبود شرایط زیستی در این زمینه را دارد. بنابراین شناخت رابطه بین سیستم‌های سینوپتیکی و آلاینده‌های هوا کمک فراوانی به چگونگی حل مسائل زیست‌محیطی و برنامه‌ریزی‌های آینده دارد. لذا در این پژوهش به تحلیل آلگوهای فشاری انتشار و انتقال منواکسید کربن از منابع داخلی و خارجی کشور پرداخته شد. برای این کار از تصاویر ماهواره ای NASA / GMAO / GEOS-۵ بهره گرفته شد.نتایج نشان داد که بیشترین مقدار الودگی از نطر فصلی مربوط به فصول سرد و صبح زود است و کمترین آن مربوط به اوایل بعدازظهر و فصل گرم سال است اتمسفر تهران و خوزستان هسته های پر تراکم منواکسید کربن اند. کم فشارهای شرق مدیترانه در کاهش آلاینده های جنوبغرب کشور نقش بسزایی دارند و در جنوب کشور تحت تاثیر جریانات جوی از بریدگی توپوگرافیکی بندرعباس، جریانات هوای آلوده به منواکسید کربن توانایی نفوذ به بخشهای داخلی کشور تا نیمه ی جنوبی کرمان را دارند در این بخش قدرت نفوذ توسط سامانه های کم فشاری در افغانستان و پاکستان بیشتر میشود. رشته کوههای زاگرس نیز در واقع نقش مهمی در جلوگیری کردن از ورود آلاینده های تولید شده همسایه های غربی به ایران را دارند. در تابستان نیز ایران دچار آلودگی منواکسید کربن حامل توسط جریانات موسمی از بخشهای میانی و جنوب افریقا به کشور ایران میشوند و سبب آلودگی زیادی هم شده است.

واژه های کلیدی: منوکسید کربن، سامانه های فشاری، مونسون، آلودگی جوی، توپوگرافی

[1] . نویسنده مسئول: Email: karampoor.m@lu.ac.ir

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.179]

مقدمه

آلودگی هوا یکی از مهم‌ترین بحران‌های محیطی کلان‌شهرهای جهان است که طی چهار دهه اخیر زندگی شهرها را پرهزینـه و حتـی خطرنـاک سـاخته اسـت. حسین زاده (Hosseinzade, ۲۰۰٤) با گسـترش شهرنشینی و مصرف بالای سوخت‌های فسیلی از یکسـو و تغییـرات کـاربری و توسـعه صـنایع از سوی دیگر، افزایش غلظت آلاینده‌ها در هوای شهرها را به دنبال داشته است. یکی از خطرناک‌ترین این آلاینده‌ها مونوکسید کربن (Carbon monoxide) است که گازی بی‌بو، بی‌رنگ و بی‌طعم است که بر اثر سوختن ناقص کربن به وجود می‌آید. کربن مونوکسید یک گاز بسیار سمی است و به همین دلیل است آن را قاتل نامریی می‌نامند. این گاز در صورت غلظت بالا هم انسان و هم حیوان را از پا در می‌آورد. هنگامی که کربن مونوکسید وارد سیستم تنفسی شخص می‌شود بلافاصله با گلبول‌های قرمز شخص ترکیب می‌شود و باعث می‌شود اکسیژن کمتری به اعضای بدن برسد. این امر باعث خواب آلودگی و احساس خستگی مفرط می‌شود، شخص دچار بیهوشی می‌شود. میزان تولید مونوکسید کربن به شرایط احتراق (سوختن) بستگی دارد؛ هرچه میزان اکسیژن در هنگام سوختن کمتر باشد بخش بیشتری از کربن‌ها دچار ناقص سوزی می‌شود و به جای دی‌اکسید کربن($CO^۲$) ، مونواکسید کربن(CO) تولید می‌شود. افرادی که در یک فضای سربسته در معرض استنشاق این گاز قرار می‌گیرند ابتدا احساس کرختی و خواب آلودگی می‌کنند و در صورتی که هرچه سریع‌تر مکان را ترک نکنند و یا هوای تازه تنفس نکنند دچار بیهوشی و در نهایت خفگی و مرگ می‌شوند. منابع عمده منواکسید کربن اتمسفر، از سطح زمین ساطع می‌شوند. آندریا (Andreae and et al, ۲۰۰۱). ولی در کل منابع تولید کننده co یا طبیعی هستند یا ناشی از تکنولوژیکی. از نظر تکنولوژیکی، کربن منواکسید ناشی از فعالیت‌های انسانی است که بیشتر به دلیل سوختن ناقص یا اکسیده شدن مواد کربناتی یا مواد مورد استفاده در سوخت موتور وسایل نقلیه و صنایع و کارخانه‌ها و سوخت‌های خانگی و منازل استاسچونمن و همکاران، فلوری و همکاران، ون اوتینگن (Schueneman and et al, ۱۹٦۳., U.S. Dept of Health Ed. and Wel-fare, ۱۹٦۰., Flury and et al., von Oettingen and et al, ۱۹۹٤)

منابع طبیعی بزرگ تولیدکننده co یا منواکسید کربن به طور ویژه در گذشته مورد بررسی قرار نگرفته‌اند. باتس و همکاران، روبین و همکاران.(Bates and et al, ۱۹٥۲., Robbins and et al, ۱۹٦۸). اما تا حدودی گزارش کرده‌اند که مقداری از منواکسید کربن از آتشفشان‌ها و گازهای طبیعی و منابع زغال‌سنگ و بخشی نیز ناشی از آذرخش در جریان طوفان رعدوبرق است. میگتو و همکاران.(Migeotte and et al, ۱۹٥۲ ,.) مقادیر کمی از منواکسید کربن در جریان رشد درختان و جوانه زدن بذر گیاهان شکل می‌گیرد و همچنین مقادیر هم در طول خشک شدن و قطع شدن درختان و برداشت محصولات تولید می‌گردد. وایت و همکاران(White and et al, ۱۹۳۲). مطالعات زیادی نیز نشان داده شده است که در عمق ۳۰۰ متری دریاها و اقیانوس‌ها، مرجان‌هایی به نام Siphonophores منواکسیدکربن را در کیسه های که در بدن خود دارند تولید میکنند و این نوع بی مهرگان دارای گستره ی زیادی در دریاها هستند به طوریکه بخش عمده ای از پلانکتون های دریایی مناطق گرمسیرزی جهان را شامل می‌شوند که به صورت حباب منواکسید کربن از عمق آب به سطح دریا صعود می‌کند. بارهام و همکاران(Barham and et al, ۱۹٦٤, ۱۹٦۳). بسیاری نیز معتقدند در ارتفاعات بالای ۷۰ کیلومتری اتمسفر، با توجه به عکس‌های تفکیکی co۲ در جایی که امواج کوتاه در طول تابش زیر ۱۷۰۰A، جریان دارند دی اکسید کربن به منواکسید کربن و اتم اکسیژن تجزیه می‌شود و منواکسید تولید می‌گردد.باتیس و همکاران(Bates and et al ۱۹٥۲).

$$CO^۲ + hv \quad CO + O$$

اگر در طول چند هفته تا چند ماه در طول عمر خود، مقدار co متمرکز شود می‌تواند مورد خوبی برای مطالعه انتقال آلودگی جوی و تأثیرات آن‌ها روی مکان شود.لیانگ و همکاران، اسچولبر و همکاران (Liang and et al, ۲۰۰٤., Schoeberl

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.179]

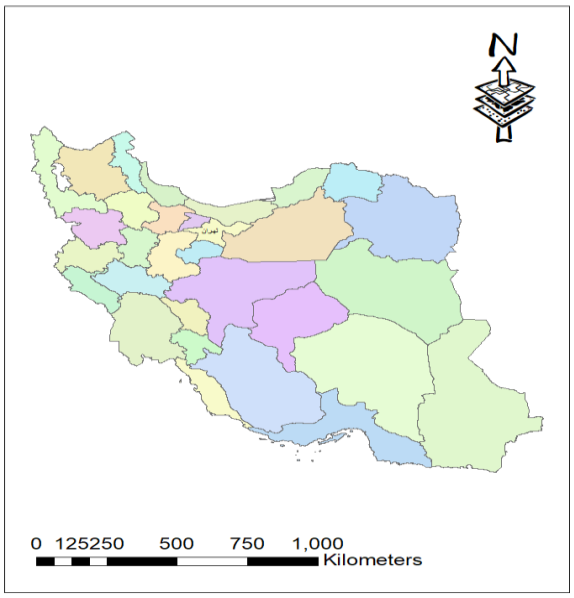
.(and et al, ۲۰۰٦ به صورت مشخص در مطالعات مربوط به آلودگی نمایان شده است که آلودگی‌های سطحی می‌توانند از تروپوسفر به استراتوسفر انتقال یابند و تأثیرات خود را برجای بگذارند.چن و همکاران (Chen and et al, ۲۰۰٦) به ویژه انتقال‌های وسیع و فعال در مناطق حاره‌ای نقش عمده‌ای را دارند. لی و همکاران(Li and et al, ۲۰۰۵) در بخش انتقال آلودگی از سطح به استراتوسفر، مونسون نیز نقش بزرگی دارد.لیو و همکاران، راندل و همکاران، بیان و همکاران(Liu and et al, ۲۰۰۵., Randel and et al, ۲۰۱۰., Bian and et al, ۲۰۱۱) در سال ۲۰۱۴ در مورد توزیع و تغییرات منواکسید کربن در تروپوسفر حاره‌ای و استراتوسفر پایین به مطالعه پرداختند نتایج کار آن‌ها نشان داد که چهار مرکز منواکسید غلیظ در مناطق حاره وجود دارد که دو مرکز در نیمکره شمالی و دو مرکز در نیمکره جنوبی واقع شده‌اند. این مراکز واکنش‌های بالایی نسبت به مونسون‌های حاره‌ای/آنتی سیکلون نشان می‌دهند آنتی سیکلونهای بالایی جو در مناطق حاره تأثیر زیادی در انتقال co به تروپوسفر میانی و همچنین تروپوسفر بالایی و استراتوسفر پایینی دارند و از سویی دیگر می‌توانند سبب تمرکزگرایی co شوند. همچنین در جنوب شرق آسیا و هند مقدار تزریقco به جو توسط برخورد بادهای افقی از دو طرف استوا و همرفت‌های عمیق و جریانات مونسون در تابستان می‌تواند انتقال بیشتری به جو داشته باشد. لی و همکاران (Li and et al, ۲۰۱٤) در تروپوسفر نیمکره شمالی، غلظت مونوکسید کربن به طور کلی با ارتفاع کاهش می‌یابد، اما در نیمکره جنوبی، این حالت به دلیل حمل و نقل مونوکسید کربن از نیمکره شمالی به نیمکره جنوبی معکوس می‌باشد. در بالای تروپوپوز، غلظت‌ها به طرز ماهرانه‌ای کاهش می‌یابد، به طوری که مونوکسید کربن بین ارتفاع ۲۰ تا ۴۰ کیلومتر کم است؛ در بالاترین ارتفاع‌ها، نسبت مخلوط ممکن است دوباره افزایش یابد. سیلر و همکاران ، فابیان و همکاران(Seiler, and et al, ۱۹٦۹., Fabian and et al, ۱۹۸۱) در اقیانوس اطلس جنوبی نیز مطالعاتی برای اندازه‌گیری مقدار co در اب و اتمسفر صورت گرفته است که نتایج مطالعات نشان داد در منطقه ITC اقیانوس کمترین مقدار و به سمت اطلس جنوبی افزایش مقدار CO در جو و درون اقیانوس مشاهده می‌شود سوینرتون و همکارن(Swinnerton and et al, ۱۹۷٤) کشور چین از جمله کشورهای پرجمعیت با آلودگی زیاد هوایی است. با بررسی الگوهای کنترل کننده آلودگی هوا در ۱۰ شهر اصلی شمال چین معلوم شد در این منطقه بین آلودگی و سامانه‌های فشار رابطه قوی وجود دارد. همچنین در منطقه مطالعاتی مورداشاره، سامانه‌های پرفشار در سطح زمین و شرایط دینامیکی عقب ناوه در سطوح بالای جوی به عنوان عامل اصلی تراکم آلاینده‌ها شناسایی گردید.چن و همکاران (Chen and et al, ۲۰۰۸). لذا در این پژوهش به سینوپتیکی انتشار و انتقال مونوکسید کربن کشور ایران با استفاده تصاویر ماهواره‌ای پرداخته شد.

داده و روش کار

الف) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

موقعیت جغرافیایی مورد مطالعه ما در این پژوهش کشور ایران است.کشور ایران شانزدهمین کشور بزرگ جهان است ایران در نیمکره شمالی، نیمکره شرقی در قاره آسیا و در قسمت غربی فلات ایران واقع شده و جزو کشورهای خاورمیانه است. نصف النهار ۵ ۴۴ شرقی از غربی ترین نقطه ایران و نصف النهار ۱۸ ۶۳ شرقی از شرقی ترین نقطه ایران عبور می کند همچنین مدار ۳ ۲۵ شمالی از جنوبی ترین نقطه ایران و مدار ۴۷ ۳۹ شمالی از شمالی ترین نقطه این کشور می گذرد.ایران با ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومتر مربع مساحت از شمال با ارمنستان، آذربایجان، و ترکمنستان و از مشرق با افغانستان و پاکستان، از مغرب با ترکیه و عراق و از جنوب با خلیج فارس و دریای عمان همسایه است.مساحت ایران یک پنجم آمریکا و تقریبا سه برابر فرانسه است. ایران کشوری کوهستانی محسوب می شود. بیش از نیمی از مساحت کشور را کوه ها و ارتفاعات، و کمتر از ۴/۱ آن را نیز اراضی قابل کشت تشکیل داده است.ارتفاعات ایران را به طور کلی می توان به چهار رشته کوه شمالی، غربی، جنوبی و کوه های مرکزی و شرقی تقسیم کرد که از این جهت در مرتبه ی بیست و سوم کوه های جهان قرار دارد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.179]



شکل(۱). منطقه مورد مطالعه

این مطالعه بر اساس روش تحلیل محیطی به گردشی متمرکز می‌باشد، به طوری که بر اساس تمرکز مونوکسید کربن در سال‌های ۲۰۱۸، الگوهای سینوپتیکی این پدیده شناسایی شده است . در آغاز با توجه به پیشینه تحقیق و تمرکز بیشتر آلاینده در فصل سرد به صورت روزانه ۵ مورد برای مطالعه انتخاب گردید که آلودگی و جریانات جوی نمایان خوبی داشته اند بر همین اساس در ادامه برای روزهای مورد نظر، تصاویر ماهواره‌ای غلظت مونوکسید کربن در سطح زمین از سه سازمان NASA / GMAO / GEOS-۵ از سایت (https://earth.nullschool.net/) اخذ شد. همچنین جهت تحلیل سینوپتیکی، تصاویر ماهواره‌ای MSLP,WS از سازمان‌های GFS / NCEP / US National Weather Service مطابق با روزهای انتخابی همراه با آلاینده انتخاب گردید و مورد تحلیل قرار گرفت در تصاویر نقشه های سینوپتیکی، جهت جریانها و مراکز فشار برای سطح میانگین فشار سطح دریا(mslp) مورد توجه قرار گرفت. سنجنده های زیادی برای مطالعات آلاینده های جوی مورد استفاده قرار میگیرند که در این پژوهش به دلیل دقت بالا از سنجنده MOPITT استفاده شده است. سنجنده MOPITT در واقع یک ابزار اندازه گیری آلودگی تروپوسفر می‌باشد که توسط آن می‌توان آلودگی جو را شناسایی کرد. این سنجنده اولین سنسور ماهواره‌ای جهت استفاده طیف سنجی همبستگی گازها طراحی شده است و جزو برنامه عملیاتی ناسا (ESE) می‌باشد که از سال ۱۹۹۹ برنامه عملیاتی خود را شروع کرده است و بر روی سه ماهواره Terra, Aura, Aqua نصب شده است و بسته به نوع ماموریت در فضا به صورت مدارگرد عمل می‌کند. این سنجنده فقط دو متغیر متان و منواکسید کربن موجود در لایه تروپوسفر جو را اندازه گیری می‌کند که به منظور این امر ۳ باند و ۸ کانال جهت اندازه گیری مونواکسید با اندازه ۶۲/۴میکرون (با استفاده از ۴ کانال)، ۳۳/۲ میکرون (با استفاده از ۲ کانال) و اندازه گیری متان با اندازه ۲۶/۲ میکرون (با کمک ۲ کانال) را بکار می‌برد. سنجنده MOPITT به طور بسیار خاص جهت اندازه گیری منواکسید کربن طراحی شده است. محدود جغرافیایی منطقه مورد مطالعه نیز به گونه‌ای انتخاب گردید که تمامی سامانه‌های جوی مؤثر بر منطقه مورد مطالعه را در بر بگیرد. با توجه به بررسی تصاویر ماهواره ای و مشاهده مقدار زیاد منواکسید کربن در جنوب کشور، این بخش مورد بررسی قرار گرفت. از آنجا که توپوگرافی جنوب کشور نقش مهمی در مقدار و مسیر آلاینده های جوی دارد بنابراین نقشه ی توپوگرافی آن نیز تهیه گردید و پس از بررسی دالان توپوگرافی که در شمال تنگه ی هرمز قرار گرفته است به بررسی این تنگه در عبور جریانات جوی همراه

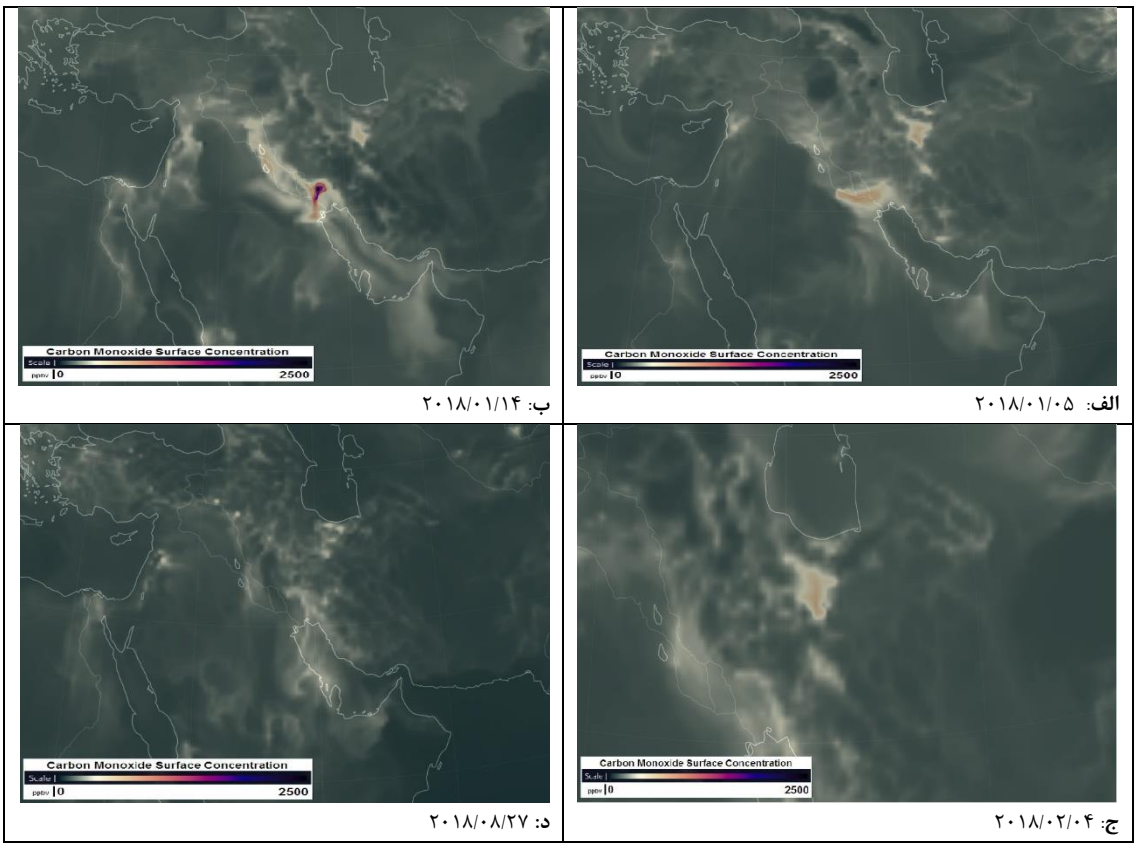
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.179]

با ذرات منواکسید پرداخته شد و در ادامه جهت بررسی بهتر مبدا و مقصد جریانات، به صورت سینوپتیکی به بررسی نقشه ی جریانات جوی از اقیانوس هند تا جنوب کشور پرداخته شد.

شرح و تفسیر نتایج

- **هسته های عمده آلاینده منواکسید کربن ایران**

بررسی روزانه تصاویر ماهواره ای در سال ۲۰۱۸ بیان کننده ی این واقعیت است که کشور ایران نیز دچار معضل آلودگی هوای ناشی از سوخت ناقص یا گاز سمی منواکسید کربن تولید داخل و خارج است در تصاویر ماهواره ای شکل ۱، که الگوهای غالب آلودگی در سال مورد مطالعه است میتوان به وضوح دو هسته ی اصلی منواکسید کربن در اتمسفر کلانشهر تهران و در جنوبغرب ایران مشاهده نمود. منبع آلودگی منواکسید کربن شهر تهران، ناشی از سوختن انرژیهای فسیلی کارخانجات و به ویژه حمل و نقل است در هسته ی دوم که در استان خوزستان قرار گرفته است منشا تولید آن خارج از جغرافیای ایران است در این موقعیت جغرافیی کشورهای عربی زبان مثل عراق و کویت و...قرار گرفته اند که انرژی لازم برای انواع فعالیتهای عمده و اساسی را از مصرف سوخت های عمدتا نفتی بدست می آورند. از نظر جغرافیایی ایران، میتوان نیمه ی غربی کشور را نیمه ی الوده ی ایران به حساب آورد و نیمه ی شرقی کشور از نظر این عنصر آلوده نسبتا پاک تر میباشد که دلیل اصلی این توزیع آلودگی به سبب تراکم جمعیتی کشور است که در نیمه ی غربی کشور بیسار بیشتر از نیمه ی شرقی است.



الف: ۲۰۱۸/۰۱/۰۵ ب: ۲۰۱۸/۰۱/۱۴

ج: ۲۰۱۸/۰۲/۰۴ د: ۲۰۱۸/۰۸/۲۷

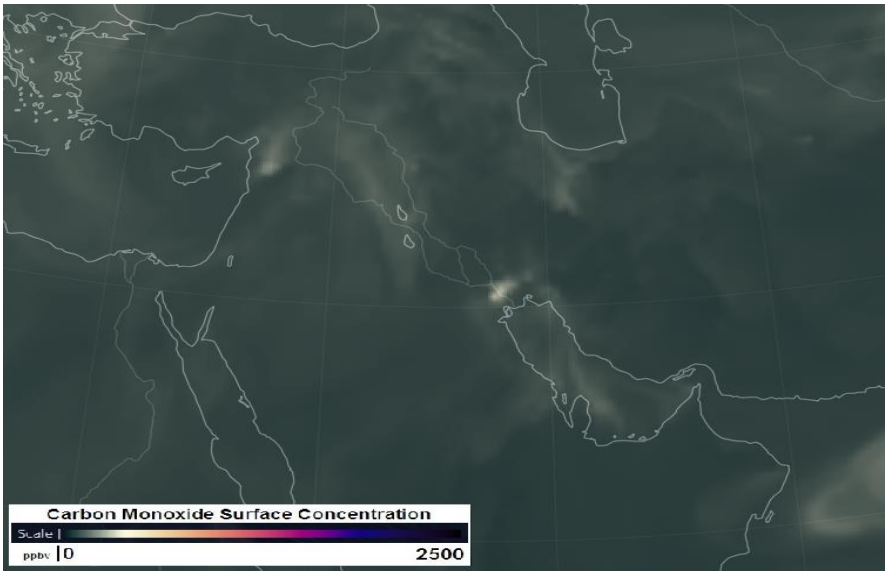
شکل ۱: تصاویر ماهواره ای پراکندگی منواکسید کربن(CO) در کشور ایران

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.179]

- **توزیع زمانی آلودگی منواکسید کربن(co) در ایران**

هر عنصر موجود در اتمسفر تحت تاثیر شرایط اقلیمی متفاوت دچار تغیرات تراکمی میشود در همه ی موارد از تصاویر ماهواره ای مشاهده نمودیم که بیشترین مقدار آلودگی روزانه مربوط به ساعت ۶.۵ صبح و کمترین مقدار آلودگی مربوط به ساعت ۱۵.۵ میباشد که دلیل آن را میتوان در انبساط و انقباض دمایی تروپوسفر دانست که پدیده هایی همچون وارونگی سبب تراکم زیاد آلاینده ها در سطوح پایین و نزدیک به سطح زمین میشود در بررسی های فصلی نیز کمترین مقدار آلودگی به فصل تابستان و بیشترین آن به شروع تا اختمام فصول سرد میباشد که تغیرات آن نیز به دلیل تغیرات دمایی تروپوسفر است. پاک ترین روز در تمام سال ۲۰۱۸ مربوط به ۲۰۱۸/۱۱/۱۷ میباشد که در تصویر شکل ۲ میتوانید مشاهده کنید. در این روز نیز مقدار کمی الودگی در خلیج فارس و اتمسفر تهران مشاهده میشود و هسته ی کوچکی نیز در اتمسفر خوزستان قرار گرفته است.



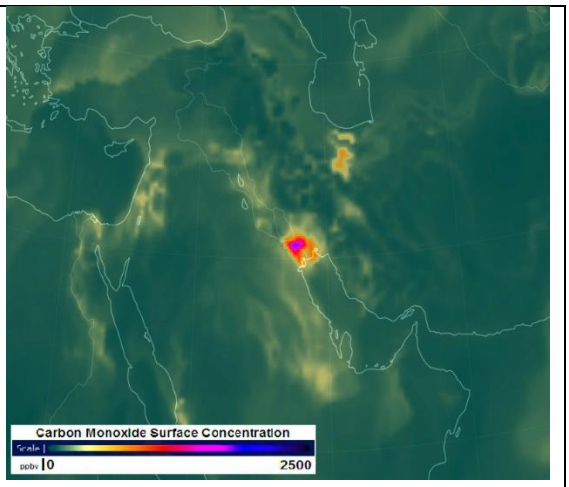
شکل ۲: تصویر ماهواره ای منواکسید کربن (co) در تاریخ ۲۰۱۸/۱۱/۱۷

- **نقش الگوهای فشار بر انتشار آلاینده ی co**

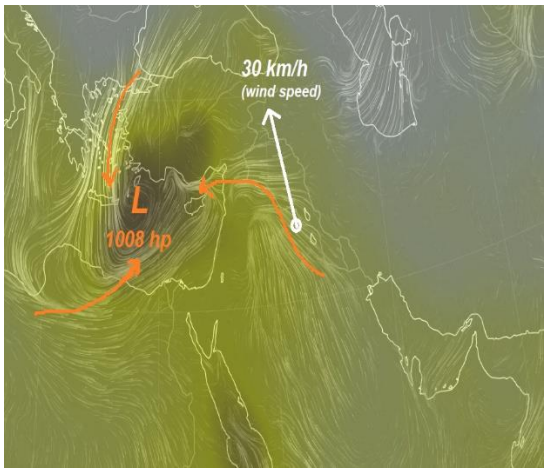
در اتمسفر زمین، در ارتفاعات مختلف، جریان هوا مدام در حال حرکت جذبی و انتقالی است به طوریکه با توجه به اصل اختلاف تابش خورشید بر زمین، مراکز حراراتی سرد و گرم و به طبع مراکز فشار بالا و پایین بوجود می آیند مراکز فشار به صورت دینامیکی و حرارتی تشکیل میشود در هر کدام از آنها مکانیسمی متفاوت از دینامیک هوا وجود دارد، مراکز پرفشار با مکانیسم انتقالی و مراکز کم فشار با مکانیسم جذبی، سبب بوجود آمدن جریانات هوا در جو میشوند.الگوهای فشار با میانگین طول عمر ۶ روزه(علیجانی، ۱۳۷۶) دچار تغیرات تشدید یا تضعیف شدگی میشوند در حالتی که مقدار فشار یک هسته ی کم فشار کاهش پیدا میکند قدرت کشش هوا در آن بیشتر میشود و در هسته ی پرفشار نیز زمانی که فشار افزایش پیدا میکند قابلیت و شدت انتقال هوا بیشتر میشود، پس با توجه به متغیر بودن مقادیر فشار در هسته های هوا، ذرات و آلاینده های موجود در اتمسفر نیز دچار تغیرات در پخش و تراکم میشوند.گاز منواکسید کربن یکی از این آلاینده هاست که به شدت وابسته به تغیرات الگوهای فشار است. در تصاویر ماهواره ای شکل ۳ میتوان مشاهده نمود که در تصویر الف، دو هسته ی الاینده در بالای تهران و جنوبغرب کشور قرار گرفته است منبع تولید اولی، منابع آلاینده های خود شهر تهران میباشد و دومی تحت تاثیر آلاینده ی کشورهای نفتی مثل کویت میباشد در این تصویر که در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.179]

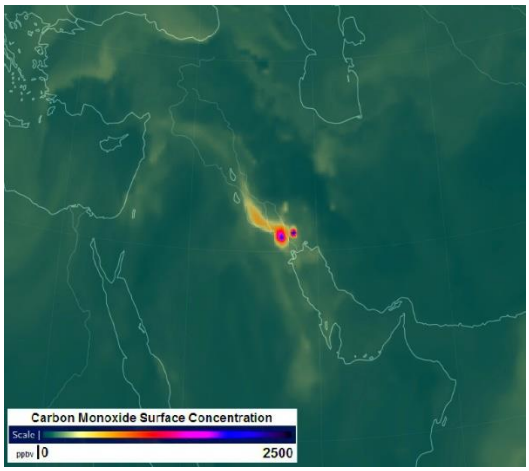
ساعت ۳Z ۳۰نوامبر ۲۰۱۸ گرفته شده است میتوان تصویر ماهواره ای مربوط میانگین فشار هوا را برای همین زمان مشاهده نمود(تصویر ب) که در آن یک هسته ی کم فشار با حدود ۱۰۰۸ هکتوپاسکال در شرق مدیترانه قرار گرفته است تحت تاثیر همین مرکز کم فشار کشش جذب هوا از اطراف، جریان هوایی را بوجود آورده که حداکثر سرعت آن به ۳۰ کیلومتر در ساعت رسیده است.در تصویر ج شکل ۳ میتوان مشاهده نمود با گذشت ۹ ساعدت یعنی درساعت ۱۲Z هسته ی منواکسید کربن به صورت زبانه ی شمالغرب جنوبشرق درآمده است که زبانه ی آن به سمت مرکز کم فشار کشدیده شده است. فشار هسته تغیر پیدا نکرده است اما سرعت باد تحت تاثیر شرایط محلی به ۳۷ کیلومتر درساعت رسیده است که سبب این رخداد بر شکل هسته ی منواکسید کربن شده است (تصویر د شکل ۳). با گذشت ۱۲ ساعت در تاریخ ۱/۱۲/۲۰۱۸ در ساعت ۰۰Z دو هسته ی فشار در شرق مدیترانه و کشور ترکیه با ۱۰۱۱ هکتوپاسکال، شکل گرفته اند. سرعت باد نیز به ۳۴ کیلومتر در ساعت تقلیل یافته است ولی زبانه ی منواکسید کربن به مرکز کم فشار رسیده است. در همین راستا مقدار منواکسید کربن در جنوبشرق کشور در تصویر الف به ۱۸۳۴ ppbv و در تصویر ج به ۲۴۴۹ppbv و در تصویر ه به ۴۱۵ ppbv تقلیل یافته است که نقش کم فشار را در تخلیه ی منواکسید کربن کشور میتوان مشاهده نمود.



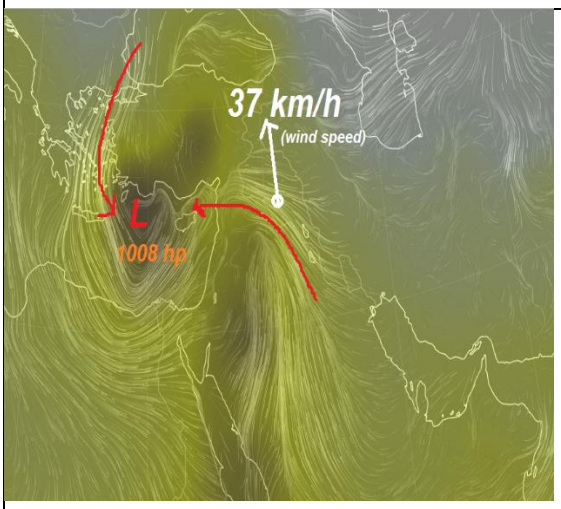
الف: تصویر ماهواره ای منواکسید کربن ۳Z ۳۰/۱۱/۲۰۱۸



ب: تصویر ماهواره ای میانگین فشار هوا MSLP ۳Z ۳۰/۱۱/۲۰۱۸



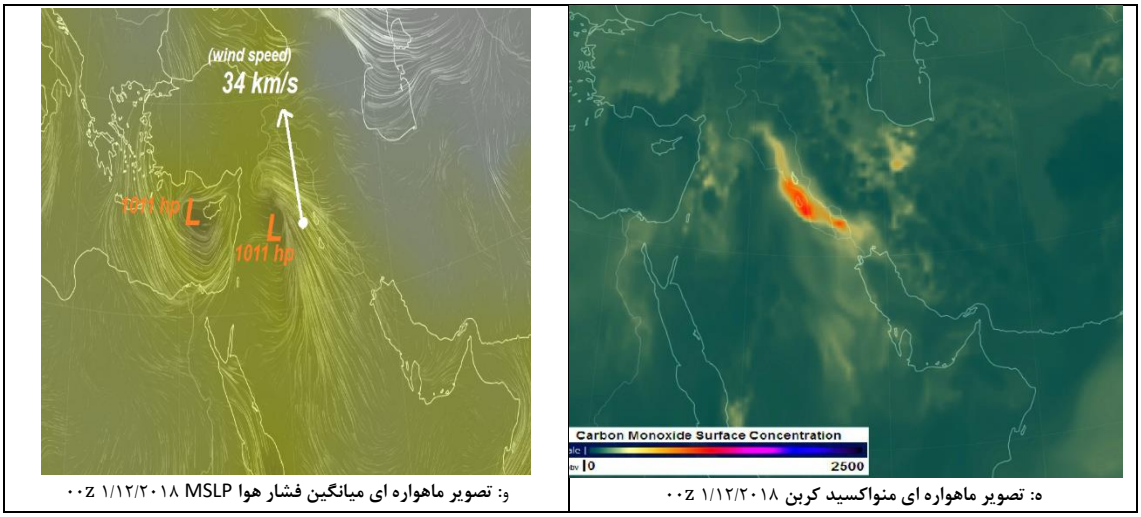
ج: تصویر ماهواره ای منواکسید کربن ۱۲Z ۳۰/۱۱/۲۰۱۸



د: تصویر ماهواره ای میانگین فشار هوا MSLP ۱۲Z ۳۰/۱۱/۲۰۱۸

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.179]



ه: تصویر ماهواره ای منواکسید کربن ۱/۱۲/۲۰۱۸ z۰۰

و: تصویر ماهواره ای میانگین فشار هوا MSLP ۱/۱۲/۲۰۱۸ z۰۰

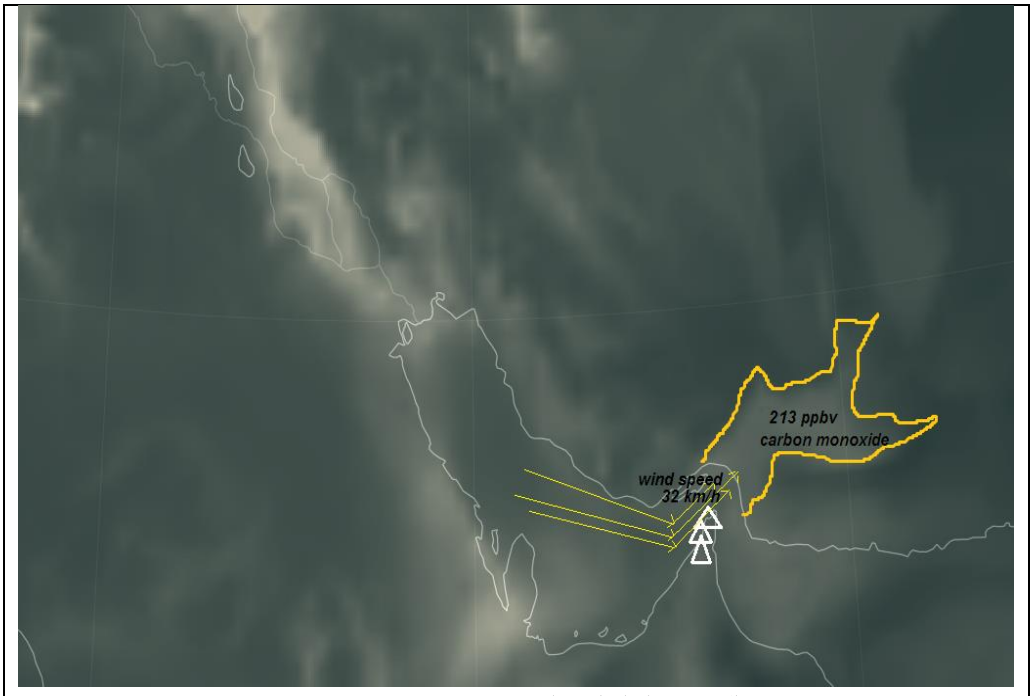
شکل۳: روابط بین انتشار و انتقال بین الگوهای فشار و توده های منواکسید کربن در جو

- **نقش توپوگرافی در توزیع منواکسید کربن کشور**

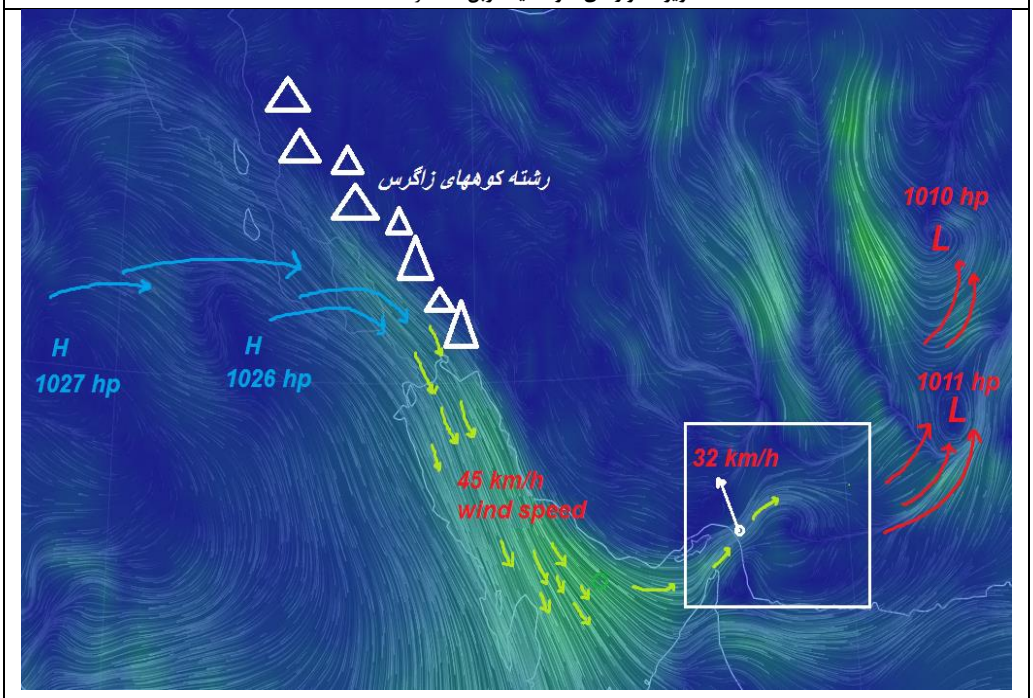
توپوگرافی کشور ایران به صورتی است که تاثیرات مثبت و منفی زیادی بر اقلیم کشور گذاشته است که عمده تاثیرات مثبت آن در ذخیره گاههای برفی ارتفاعات و نقش منفی آن در جلوگیری از ورود رطوبت به نواحی مرکزی و شرقی کشور است. اما در پی نتایج این پژوهش به این نتیجه رسیدیم که ارتفاعات در پراکندگی منواکسید کربن کشور نیز نقش بسزایی دارد با توجه به ایتکه در شکل بالا از نقش جریانات هوا در انتقال منواکسید کربن گفته شد میتوان گفت که زمانیکه جریانات در منطق ی خارج از کشور در غرب، از شماغرب به جنوشرق است و به دلیل ممانعت رشته کوه زاگرس این جریانات سطحی توانایی ورود چندانی به کشور ندارند پس متعاقبا ورود الاینده های کشور عراق نیز به ایران کمتر است و این زمانی صادق است که منواکسید کربن در سطح نزدیک به زمین متمرکز باشد در تصویر ب از شکل ۴ میتوان مشاهده نمود که جریانات در جنوب غرب کشور به سمت اقیانوس هند در حرکت است و سرعت باد به ۴۵ کیاومتر در ساعت رسیده است دو هسته ی پرفشار در شرق کشور با ۱۰۲۶ و ۱۰۲۷ هکتوپاسکال، عامل بوجود امدن این جریانات نسبتا شمالی بوده و در شرق کشور نیز دوهسته کم فشار ضعیف بوجود آمده که ۱۰۱۰ و ۱۰۱۱ هکتوپاسکل فشار دارند. بخشی از این جریانات در طول مسیر در تنگه ی هرمز دچار تغیر مسیر میشوند که در بررسی توپوگرافی آن منطقه میتوان به دالان عمان اشاره کرد که به دلیل ارتفاع کم توپوگرافی منطقه، جریانات هوا پس از برخود با کوههای منطقه جنوبی به سمت شمالشرق جهت پیدا کرده و از منطقه ی توپوگرافی کم ارتفاع وارد کشور ایران شده است، جالب است که در بررسی تصویر الف از شکل ۵ میتوان مشاهده نمود که مقدار زیادی از منواکسید کربن تولید شده در کارخانجات و پالایشگاههای نفتی کشورهای حاشیه ی خلیج به به داخل کشور وارد شده است که تا نیمه ی جنوبی استان کرمان نیز نفوذ کرده است.تراکم منوکسید کربن وارد شده به این منطقه به ۲۱۳ppbvرسیده است. سرعت جریانی که این مقدار منواکسید کربن را با خود به داخل کشور حمل کرده است به ۳۲ کیلومتر در ساعت رسیده است. کم فشار های پاکستان و افغانستان نیز در این نفوذ تاثیر گذار بوده اند چون مکانیسم مکش دارند. در تصویر الف میتوان نوار منوکسید کربن را در مرز بیرونی غرب کشور را مشاهده نمود که با توجه به جریابات هوا و مانع توپوگرافی، به کشور ایران وارد نشده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.179]



الف:تصویر ماهواره ای منواکسید کربن(CO) در ۲۰۱۸/۱/۱۶ ۰۶z

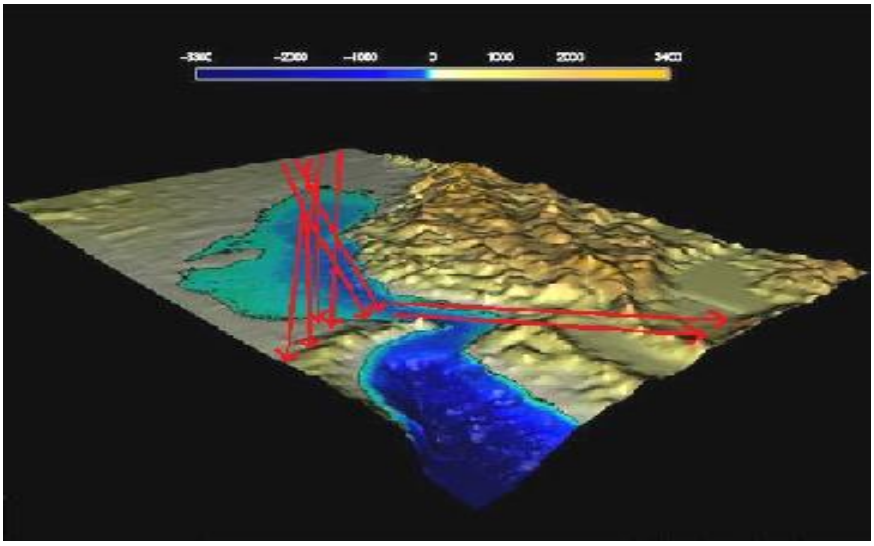


ب:تصویر ماهواره ای سرعت باد در ۲۰۱۸/۱/۱۶ ۰۶z

شکل۴: روابط بین توپوگرافی و جریانات هوا و انتقال منواکسید کربن

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.179]



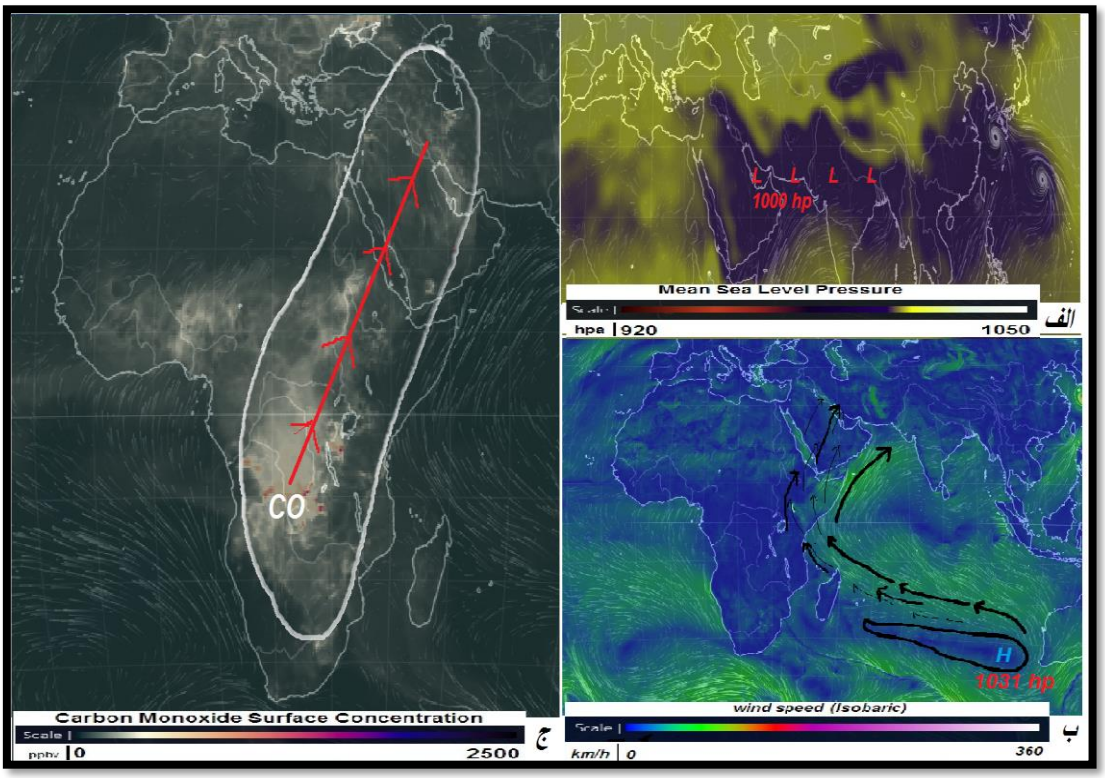
شکل ۵: تصویر سه بعدی از توپوگرافی جنوب کشور ایران

- **نقش پرفشار اقیانوس هند در انتقال منواکسید کربن آفریقا به خاورمیانه**

سامانه مونسون جنوب باختر اقیانوس هند، یکی از مهمترین اشکال آب و هوایی در جهان میباشد که اکثر بخشهای شمال آفریقا، جنوب آسیا و مجمع الجزایر اندونزی را تحت تاثیر قرار میدهد. بادهای مونسون از مهمترین بادهای شمال اقیانوس هند میباشد. گرچه در سایر اقیانوسهای جهان بادهای مونسون می وزند اما هیچ یک ، مشخصات بادهای مونسون اقیانوس هنر را ندارند. در اقیانوس هند دو باد مونسون تابستانی و زمستانی وجود دارد که در جهتی مخالف یکدیگر و با شدت و ضعفی متفاوت بر پهنه اقیانوس هند شمالی میوزند. آب و هوای دریای عمان تحت تاثیر بادهای ناشی از سیستم بادهای مونسون تابستانی و زمستانی اقیانوس و نیز منطقه ی همگرایی درون حاره(ITCZ) میباشد. در این پژوهش به نقش جریانات جوی اقیانوس هند در انتشار و انتقال منواکسید کربن پرداخته شد در شکل ۶ تصاویری آورده شده اند که بیانگر این است که رابطه ی موثری بین آلودگی منواکسیدکربن اتمسفر کشور ایران با پرفشار اقیانوس هند و تولیدکننده های CO قاره آفریقا وجود دارد. در تاریخ ۲۰۱۸/۸/۲۷ بخش عظیمی از اتمسفر ایران دچار بحران آلودگی مونواکسید کربن شده است(تصویر د-شکل ۱). و سه روز قبل از این رخداد پرفشاری در جنوب اقیانوس هند با ۱۰۳۱ هکتوپاسکال واحد فشاری قرار گرفته است که زبانه های فشاری را به شرق افریقا فرستاده و در طول مسیر تحت تاثیر نیروی کوریولیس در شمال استوا به سمت شرق و جنوب ایران تغیر مسیر داده است(تصویر ب-شکل ۶) در تصویر ماهواره ای از MLSP، در حدود ۱۰ تا ۳۵ درجه ی عرض شمالی، مراکز کم فشاری قرار گرفته اند که در جذب زبانه های فشاری پرفشار جنوب اقیانوس هند تاثیر بسزایی دارند (تصویر الف-شکل ۶). قاره ی آفریقا از نظر اقلیمی تاثیرات زیادی را بر اقلیم ایران میگذارد یکی از این تاثیرات تحت عاملین پرفشار های نیمکره ی جنوبی و یا اقیانوس هند است در تصویر ج از شکل ۶ مشاهده میکنید بخش میانی و جنوبی آفریقا دچار آلودگی شدیدی از منواکسید کربن اتمسفریک شده است و از طرفی دیگر زبانه های فشاری پرفشار مذکور از این بخش الوده افریقا عبور میکنند و همراه خود مقادیر زیادی از آلاینده ها را حمل میکنند در طی سه روز به کشور ایران رسیده و بخش وسیعی از اتمسفر کشور به منواکسید کربن دچار شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.179]



شکل ۶: تصاویر ماهواره ای نقش پرفشار اقیانوس هند(جریان مونسون) در انتشار الاینده ی CO به ایران ۲۰۱۸/۸/۲۴

نتیجه گیری

شرایط هواشناختی و تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و دینامیکی جو نقش مهمی بر سطوح آلودگی‌های هوا ایفا می‌کنند. مهم‌ترین عاملی که سبب پراکندگی و انتقال آلودگی هوا می‌گردد، بادهای سطح زمین و ترازهای پایین جو است و سیستم‌های سینوپتیک نیز نقش تعیین کننده‌ای در ایجاد حرکات صعودی و پخش آلاینده‌های جوی و همچنین تنظیم لایه‌مرزی دارند. به همین منظور در این پژوهش به تحلیل نقش توپوگرافی و مراکز فشار در توزیع و تراکم و انتقال منواکسید کربن در سال ۲۰۱۸ به کشور ایران پرداخته شد برای این کار از تصاویر ماهواره ای CO, MSLP, WSسازمانهای GFS / NCEP / US National Weather Service استفاده شد.نتایج نشان داد ایران در بیشترین حالت آلودگی خود دارای دو هسته ی با تراکم بالا در بالای تهران و جنوبغرب کشور است در سایر نقاط آلودگی به صورت پهنه وجود دارد.بررسی تصاویر ماهواره ای نشان داد که کم فشارهای حاکم در شرق مدیترانه نقش مهمی در تخلیه ی منواکسید کربن جنوبغرب کشور دارند و از طرفی پرفشارهای جنوب اقیانوس هند همزمان با ارسال زبانه های فشار به عرضهای بالا در مسیر خود که از آفریقا گذر میکنند مقدار زیادی از منواکسید کربن را با خود حمل کرده و با کمک نیروهای جذبی کم فشارهای حاکم در نیمه ی جنوبی کشور و تغیرات ناشی از نیروی کوریولیس، سبب تراکم زیاد الاینده ی منواکسید کربن در مناطق جنب حاره از خاورمیانه و ایران میشود.در بررسیهای توپوگرافی نیز به این نتیجه رسیدیم که رشته کوههای زاگرس در غرب، تا حدود زیادی سبب عدم نفوذ الاینده ی منواکسید کربن به کشور شده ولی در جنوب کشور و در نزدیکی بندرعباس، یک راهروی نستا عاری از کوههای مرتفع و به صورت دالان وجود دارد که از این بخش مقدار زیادی از الاینده های هوا مثل منواکسید کربن توسط جریانات هوا به داخل کشور تا استان کرمان نفوذ میکند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.179]

منابع

Andreae, M. O.; and P. Merlet.۲۰۰۱. Emission of trace gases and aerosols from biomass burning, Glob. *Biogeochem. Cycles*, **۱۵**, ۹۵۵–۹٦٦.

Barham, E. G.۱۹٦۳. Siphonophores andthe deep scattering layer. *Science*, **۳۲**:۱٤۰, ۸۲٦-۸۲۸)

Barham, E. G.; and Wilton, J. W.۱۹٦٤.Carbon monoxide production by abathypelagic siphonophore. *Science*, **۳۳**:۱٤٤, ۸٦۰-۸٦۲

Bates, D. R.; and Witherspoon, A. E.۱۹۵۲. The Photochemistry of some minorconstituents of the earth's Atmo-sphere. *Roy Astr. Soc. Monthly 25.Notices*, **۱۱۲**: ۱۰۱

Bian, J. C.; R. C. Yan, and H. B. Chen. ۲۰۱۱. Tropospheric pollution transport to the stratosphere by Asian summer monsoon, Chinese J. *Atmos. Sci. (in Chinese)*, **۳۵**: ۸۹۷–۹۰۲.

Chen Z.C.; SY.L, Guo, J., Wang, X. & Chen, W.۲۰۰۸. DS. Relationship between atmospheric pollution processes and synoptic pressure patterns in northern China. *Atmospheric Environment*, **٤۲**: ٦۰۷۸– ٦۰۸۷.

Chen, H. B.; J. C. Bian, and D. R. Lü, .۲۰۰٦. Advances and pros-pects in the study of stratosphere-troposphere exchange. *Chinese J. Atmos. Sci.*, **۳۰**: ۸۱۳–۸۲۰.

Fabian, P.; Borchers, R., Penkett, S. A., and Prosser, N. J. D.۱۹۸۱. Halocarbons in the stratosphere. *Nature*, **۲۹٤**: ۷۳۳–۷۳۵

Flury, F.; and Zernik, F.۱۹۳۱. NoxiousGases Smoke, Fog, Fumes and Dust (Schadliche Gase, Dampfe, Nebel,Rauch und Staubarten). *JuliusSpringer, Berlin*.

Li, Q. B.; D. J. Jacob.; and R. J. Park. ۲۰۰۵. North American pollu-tion outflow and the trapping of convectively lifted pollution by upper-level anticyclone, J. *Geophys*. Res., **۱۱۰**: ۱–۱۸

LI, Qian.; SHI Hua-Feng, SHAO Ai-Mei, BIAN Jian-Chun۱, and LÜ Da-Ren. ۲۰۱٤. Distribution and Variation of Carbon Monoxide in the Tropical Troposphere and Lower Stratosphere. *Atmospheric And Oceanic Science Letters*, VOL. ۷, NO. ۳: ۲۱۸–۲۲۳.

Liang, Q.; L. Jaeglé, D. A. Jaffe, et al.۲۰۰٤. Long-range transport of Asian pollution to the northeast Pacific: Seasonal variations and transport pathways of carbon monoxide, J. *Geophys*, **۱۰۹**: D۲۳S۰۷

Liu, C.; and E. J. Zipser.۲۰۰۵. Global distribution of convection penetrating the tropical tropopause, J. *Geophys*, **۱۱۰**: D۲۳۱۰٤

Migeotte, M. V.; and Neven, L.۱۹۵۲. Recent progress in the observationof the solar infrared spectrum at ۲۸.Jungfraujoch (Switzerland). *Mem.Soc Roy. Sci., Liege, Belgium*, **۱۲**:۱٦۵

Randel, W. J.; M. Park, L. Emmons, et al. ۲۰۱۰. Asian monsoon transport of pollution to the stratosphere. *Science*, **۳۲۸**: ٦۱۱–٦۱۳.

Robbins, R.; C, Borg, K. M., andRobinson, E.۱۹٦۸. Carbon monoxide inthe Atmosphere, /. Air Poll. *ControlAssoc*. **۱۸**: (۲) ۱۰٦-۱۱۰

Schoeberl, M. R.; B. N. Duncan, A. R. Douglass, et al.۲۰۰٦. The carbon monoxide tape recorder, *Geophys*. Res. Lett., **۳۳**: L۱۲۸۱۱.

Schueneman, J. J.; High, M. D. andBye, W. E.۱۹٦۳. Air Pollution Aspectsof the Iron and Steel Industry. *Environmental Health Series*. Pub-lic Health Service Publication ۹۹۹-AP-۱

Seiler, W.; Junge, C. ۱۹٦۹. Decrease of carbon monoxide mixing ratio above the polar tropopause. *Volume21, Issue3*, ٤٤۷-٤٤۹.

Swinnerton, J. W.; R. A. Lamontagne. ۱۹۷٤. Carbon monoxide in the SouthPacific Ocean, Tellus, ۲٦:۱-۲, ۱۳٦-۱٤۲, Seiler, W. & Junge, C. ۱۹۷۰. CO in the atmosphere. J. *Geophysical Res*, **۷۵**: ۲۲۱۷-۲۲۲۵

U. S. Dept.; of Health, Ed., and Wel-fare.۱۹٦۰. Atmospheric Emissions fromPetroleum Refineries. A Guide forMeasurement and Control. Pub-lic Health Service Pub. No. ۷٦۳. U. S.Govt. Printing Office, *Washington,D. C*

Von Oettingen, W. F. ۱۹٤٤. CarbonMonoxide: Its Hazards and Mech-anism of Its Action." Public HealthBulletin No. ۲۹۰, Public Health Ser-vice, U. S. Govt. Printing Office,*Washington, D. C*

Hosseinzade, S. R. ۲۰۰٤. *Environmental crises in the metropolises of Iran*. Sustainable city III. England: Wit press.

۲٤.White, J. J.۱۹۳۲. Carbon monoxide andits relation to aircraft. U. S. *NavalMed.Bull*, **۳۰**: ۱۵۱

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.179]