اثر همه‌گیری کووید-۱۹ بر آلاینده دی‌اکسیدنیتروژن در پنج پناهگاه حیات‌وحش و شهرهای بزرگ مجاور آن‌ها در ایران

- **محمد شجاع‌الدینی***: آموزشکده کشاورزی شهریار، دانشگاه فنی و حرفه‌ای استان تهران، ایران
- **اشکان موسویان**: آموزشکده کشاورزی شهریار، دانشگاه فنی و حرفه‌ای استان تهران، ایران
- **سیامک یوسفی‌سیاه‌کلرودی**: گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم زیستی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، پیشوا، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۹

چکیده

این مطالعه با هدف تعیین اثر بروز همه‌گیری کووید-۱۹ و محدودیت‌های اجتماعی ناشی از آن بر تغییرات سطوح آلاینده دی‌اکسید نیتروژن در پنج پناهگاه حیات‌وحش ایران شامل حیدری، میانکاله، قمیشلو، بختگان و شادگان و پنج کلان‌شهر نزدیک به آن‌ها به‌ترتیب شامل مشهد، ساری، اصفهان، شیراز و اهواز و مقایسه این داده‌ها با اطلاعات دوره زمانی مشابه سال قبل از بروز همه‌گیری انجام شد. داده‌های مورد نیاز پایش جوی از پایگاه اطلاعات ناسا در فاصله زمانی ۱۹ فوریه تا ۰۱ ژوئن ۲۰۱۹ و هم‌چنین برای ۱۹ فوریه تا ۰۱ ژوئن ۲۰۲۰ دریافت شد و در نرم‌افزارهای پایتون، متلب و مینی‌تب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تحلیل آماری نشان داد که میانگین سطوح آلاینده در سال‌های ۲۰۱۹ بین کلان‌شهرها و بین پناهگاه‌ها اختلاف معنی‌دار داشت درحالی‌که در سال ۲۰۲۰ اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. هم‌چنین نتایج نشان داد که کووید-۱۹ اثر محسوسی را در کاهش مقدار دی‌اکسید نیتروژن در شهر ساری و پناهگاه میانکاله داشته است. مقدار این آلاینده برای پناهگاه شادگان و شهر اهواز در سال ۲۰۲۰ کم‌تر از ۲۰۱۹ بوده است است ولی برای پناهگاه شادگان تفاوت چندانی نداشته است. محدودیت‌های اجتماعی ناشی از بیماری کووید ۱۹ بر روی مقدار دی‌اکسید نیتروژن کلان‌شهر مشهد اثر کاهشی قابل توجه داشته است به‌طوری‌که مقدار این آلاینده در بازه سه ماهه مورد مطالعه به‌طور میانگین ٤٤ درصد کاهش یافته است اما به‌دلیل کمبود اطلاعات در مورد پناهگاه حیدری نمی‌توان برای کل دوره سه ماهه قضاوت کرد. دی‌اکسید نیتروژن در پناهگاه بختگان در سه ماههٔ سال ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ تغییر محسوسی نداشته است هرچند در شهر شیراز تا روز ۱۳ آوریل هم‌زمان با ٢٤ فروردین ماه، مقدار دی‌اکسید نتروژن در اثر بیماری کووید ۱۹ کاهش محسوسی داشته است ولی از ۱۳ آوریل به بعد، مقدار این آلاینده با وجود بیماری کووید ۱۹ بیش‌تر از سال قبل بوده است. انجام مطالعات بیش‌تر برای شناسایی اثرات محدودیت‌کننده ناشی از همه‌گیری کووید-۱۹ بر وضعیت سایر آلاینده‌های جوی در پناهگاه‌های حیات‌وحش ایران پیشنهاد می‌شود.

کلمات کلیدی: کووید-۱۹، سنجش تروپوسفری، دی‌اکسید نیتروژن، پناهگاه حیات‌وحش، کلان‌شهر

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: shojaaddini@tvu.ac.ir

(DOI): 10.22034/aej.2020.120799

مقدمه

شیوع و گسترش همه‌گیری جهانی بیماری کووید-۱۹ باعث مجموعه اقدامات ملی و بین‌المللی در کشورها و هم‌چنین اعلام وضعیت آماده باش بین‌المللی سلامت توسط سازمان بهداشت جهانی شده است که این اقدامات در بسیاری از کشورهای جهان در برگیرنده محدودیت‌های سفر، در خانه ماندن و نیز قرنطینه شهرها است. شدیدترین و مهم‌ترین قرنطینه‌ها مربوط به استان هوبئی در چین (Griffiths و Woodyatt، ۲۰۲۰) و ایتالیا (Horowitz، ۲۰۲۰) بوده است و اجرای آن‌ها همراه با برخی محدودیت‌های داوطلبانه در سایر کشورها ممکن است منجر به ایجاد اختلال در فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی و حتی بروز خطر رکود جهانی شود (Leggett، ۲۰۲۰). اکسیدهای نیتروژن (NO_x) شامل اکسیدنیتروژن (NO) و دی اکسید نیتروژن (NO_2) به‌علت نقش کاتالیزور در تشکیل ازون جوی و پیش‌سازهای ترکیبات آلی فرار ثانویه به‌عنوان عوامل اصلی کاهش کیفیت هوا در شهرها و مناطق صنعتی مطرح هستند (Atkinson و همکاران، ۲۰۱۸). بیش‌ترین مقدار دی‌اکسید نیتروژن در اثر فعالیت‌های انسانی مانند احتراق سوخت در خودروها تولید می‌شود که حدود ۶۵ درصد انتشار اکسیدهای نیتروژن را تشکیل می‌دهد. مابقی مقادیر این آلاینده در اثر آتش‌سوزی جنگل‌ها، رعد و برق و متصاعد شدن این گاز از خاک به هوا وارد می‌شود. در اکثر کشورها، به‌دلیل ارتباط مستقیم این آلاینده با فعالیت‌های انسانی در شهرها، سطوح دی‌اکسید نیتروژن یک چرخه تغییرات هفتگی را نشان می‌دهد که حداقل آن در روزهای تعطیل رسمی ثبت شده است (Beirle و همکاران، ۲۰۰۳). آلاینده‌های جوی ازجمله دی‌اکسید نیتروژن دارای بیش‌ترین ظرفیت در اثر بر حیات‌وحش هستند و از لحاظ نحوه اثرشان به چهار گروه تقسیم می‌شوند (Newman و همکاران، ۱۹۹۲): ۱- آلاینده‌های جوی شامل گازهای منتشر شونده اولیه از جمله دی‌اکسید گوگرد و دی‌اکسید نیتروژن، آمونیاک، کلر و مشتقات اسیدی آن، ۲- ترکیباب آلی فرار، یون‌های غیرفلزی، عناصر کمیاب و ذرات رادیو اکتیو ۳- اکسیدکننده‌های فتوشیمیایی شامل آلاینده‌های ثانویه (ازون و PAN) و پیش‌سازهای آن‌ها، ۴- دیگر ترکیبات آلی مانند آفت‌کش‌های شمیایی هوازاد. اکسیدهای گوگرد و نیتروژن آلاینده‌های اصلی اسیدی کننده هوا هستند و حدود ۳۱ درصد از کل آلاینده‌های گازی ساطع شده در ایالات متحده را تشکیل می‌دهند. اکسیدکننده‌های فتوشیمیایی محصول واکنش‌های جوی پیش‌سازهای منتشر شده ازجمله دی اکسید نیتروژن خارج شده از خودروها و منابع ساکن سوزاننده سوخت‌های فسیلی (مناطق صنعتی) هستند. مسیرهای اولیه تماس حیوانات به این آلاینده‌ها از طریق تنفس، جذب و خورده شدن (بلع) هستند. این آلاینده‌ها تحولات پیچیده شیمیایی و مسیرهای انتقال کوتاه و یا طولانی به سایت‌های گیرنده خود در جانوران و اجزای دیگر حیات‌وحش را دارا هستند. جذب آلاینده‌های هوا از طریق چسبندگی آن‌ها به سطوح خارجی یا غشاها به‌عنوان مثال به قرنیه چشم در پستانداران انجام می‌شود (Newman و همکاران، ۱۹۹۲). دی‌اکسید نیتروژن (NO_2) برای تنفس انسان و سایر جانوران مضر است و یک ماده ضروری برای تشکیل سطوح زیان‌بار ازون در سطح زمین است. داده‌های حاصل از سنجش از راه دور ماهواره‌ای ازون (OMI= Ozone Monitoring Instrument) در پایگاه اطلاعات سازمان ملی هوانوردی و فضایی ایالات متحده امریکا (ناسا) از سال ۲۰۰۴ میلادی آغاز کرده است که این اطلاعات در انواع مختلفی از کاربردهای سلامتی و کیفیت هوا مورد استفاده قرار گرفته است. پس از آن، دستگاه پردازنده TROPOMI-Sentinel-5P در سال ۲۰۱۷ راه‌اندازی شده است که به‌لحاظ وضوح مکانی پیشرفت چشمگیری نسبت به ابزار OMI دارد. کاهش قابل توجه دی اکسید نیتروژن جوی در شهرها هم‌چنین در تعطیلات عمومی مانند سال نو چینی گزارش شده است (Tan و همکاران، ۲۰۰۹) به‌دلیل اثرات مضر بر سلامت انسان، انتشار دی‌اکسید نیتروژن و سایر آلاینده‌ها در بسیاری از کشورها دارای مقررات خاص است. پایش ماهواره‌ای بلندمدت ستون‌های این گاز در تحقیقات دیگری برای ارزیابی اثربخشی راهبردهای کاهش بلندمدت آلاینده‌های شهری مورداستفاده قرار گرفته‌است (Bauwens و همکاران، ۲۰۲۰؛ De-Foy و همکاران، ۲۰۱۶؛ Duncan و همکاران، ۲۰۱۶). اولین بار در ۱۹۸۷ کنگره امریکا در کتاب پناهگاه ملی حیات‌وحش قطب شمال، آلاسکا گزارش کرد که سطوح دی‌اکسید نیتروژن شهرهای لس‌آنجلس و نیویورک به‌ترتیب شش برابر و چهار برابر بیش‌تر از منطقه حفاظت شده خلیج پرودهیو واقع در آلاسکا است. در آن زمان، استاندارد ملی حد بحرانی دی اکسید نیتروژن در این کشور معادل ۱۰۰ میکروگرم دی اکسید نیتروژن بر متر مکعب بوده است و میانگین سالانه این آلاینده برای شهرهای لس‌آنجلس، نیویورک و واشنگتن و پناهگاه حیات وحش قطب پرودهیو به‌میزان ۱۱۸، ۶۸، ۷۴ و ۱۵ بوده است (Anonymous، ۱۹۸۷). Sherwood و همکاران (۲۰۰۲) در کتاب حیات وحش و جاده‌ها: اثرات اکولوژیکی، به بیان مخاطرات آلایندگی ناشی از خودروها ازجمله دی‌اکسید نیتروژن، ذرات معلق، ترکیبات آلی فرار، دی‌اکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد و سرب پرداخت و چنین نوشت که غلظت دی اکسید نیتروژن در فواصل نزدیک شهرها می‌تواند برای اثر نامطلوب بر جمعیت‌های حساس زیستگاه‌ها موثر باشد و این آسیب منحصراً مربوط به اثر مستقیم آن بر پوشش گیاهی نیست بلکه از طریق ایجاد حساسیت در آلودگی به خسارت آفات، آلودگی‌های قارچی و حساسیت به استرس‌های محیطی است. در جنوب انگلستان، Gadsdon و Power (۲۰۰۹) غلظت دی اکسید نیتروژن را

(DOI): 10.22034/aej.2020.120799

در یک منطقه حفاظت‌شده در مسافت‌های مختلف از شبکه راه‌های محلی اندازه‌گیری کردند. مقادیر این آلاینده تقریباً در همه مناطق کنار جاده‌ها بیش‌تر از سطوح بحرانی بود. مطالعه این محققان نشان داد که ترافیک جاده‌ای به‌میزان قابل توجهی در افزایش سطوح این آلاینده‌ها درحیات‌وحش موثر است و بنابراین پایش آلاینده‌ها به‌صورت نقطه‌ای در هر منطقه پناهگاه‌های حیات‌وحش ضروری است. Gautam (۲۰۲۰) اثرات کووید-۱۹ را بر کیفیت هوای چند شهر در کشورهای آسیایی و اروپایی گزارش کرد. Kaplan و Yigit-Avdan (۲۰۲۰) وضعیت آلاینده دی‌اکسید نیتروژن را در ماه اول ظهور همه‌گیری کووید-۱۹ برای چند شهر بزرگ ترکیه گزارش کرد. هدف از این تحقیق مطالعه اثر بروز همه‌گیری کووید-۱۹ و محدودیت‌های اجتماعی ناشی از آن بر تغییرات سطوح آلاینده دی‌اکسید نیتروژن در پنج پناهگاه حیات وحش اصلی ایران که در نزدیکی شهرهای بزرگ قرار دارند و مقایسه این داده‌ها با اطلاعات دوره مشابه در سال گذشته است.

مواد و روش‌ها

داده‌های ستونی (Column Data) دی‌اکسید نیتروژن: داده‌های مورد نیاز پایش جوی تروپومی (Tropospheric =TROPOMI Monitoring Instrument) از پایگاه اطلاعات ناسا در یک فاصله زمانی مشابه برای سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ (۱۹ فوریه تا ۰۱ ژوئن ۲۰۱۹ و هم‌چنین برای ۱۹ فوریه تا ۰۱ ژوئن ۲۰۲۰) دریافت شد. تروپومی یک طیف‌سنج اندازه‌گیری کننده چندطیفی (اشعه ماوراء بنفش، نور مرئی، نزدیک مادون قرمز و مادون قرمز موج کوتاه) است که از اندازه‌گیری تشعشعات خورشیدی منعکس‌شده یا منتشر شده از سطح زمین و جو (اتمسفر) به فضا برای بازیابی مقادیر گازهای مختلف جوی ازجمله دی‌اکسید نیتروژن به‌کار می‌رود. اندازه‌گیری گازهای جوی و ذرات معلق در هوا، داده ستونی است به این معنی که آن‌ها عمق کامل جو را پوشش می‌دهند. ماهواره کوپرنیک Sentinel-5P مجهز به ابزار تروپومی در ۱۳ اکتبر ۲۰۱۷ با موفقیت به فضا پرتاب شده است. تروپومی هر روز پوشش جهانی کامل دارد و وضوح آن ۳/۵×۷ کیلومترمربع است. به‌دلیل وضوح مناسب، مشاهدات تروپومی برای برآورد غلظت آلاینده‌ها و انتشار آلاینده‌ها در مقیاس شهرهای کوچک، نیروگاه‌ها، آتش‌سوزی‌ها و زیرساخت‌های مهم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اولین داده‌های میدانی دی اکسید نیتروژن از ژوئیه ۲۰۱۸ عرضه شده‌اند.

موقعیت و زمان داده‌برداری: از بین مجموعه پناهگاه‌های حیات‌وحش ثبت‌شده ایران، پنج پناهگاه اصلی شامل حیدری، میانکاله، قمیشلو، بختگان و شادگان که به‌ترتیب دارای کم‌ترین فاصله جغرافیایی نسبت به شهرهای بزرگ مشهد، ساری، اصفهان، شیراز و اهواز هستند، انتخاب شدند (جدول ۱). مختصات جغرافیایی مرکز هر پناهگاه به همراه مختصات جغرافیایی مرکز شهرهای بزرگ برای دریافت داده‌های تروپومی مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱: اطلاعات پناهگاه‌های حیات‌وحش و کلان‌شهرهای نزدیک آن‌ها

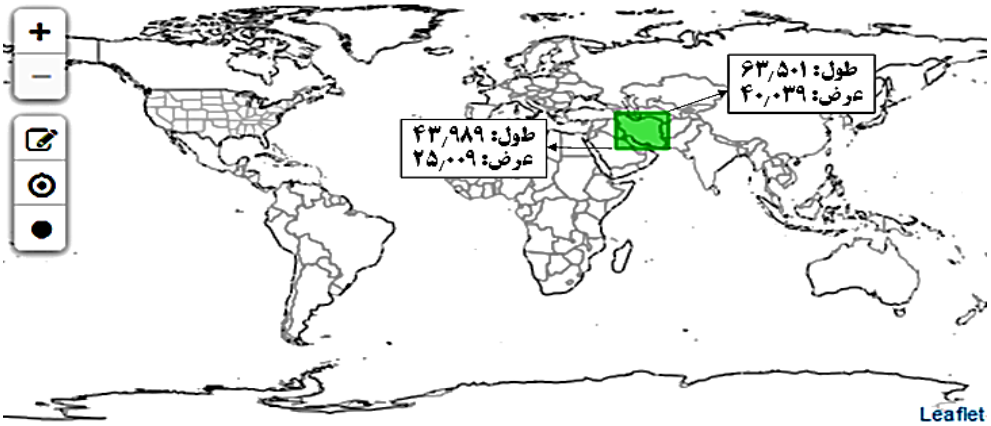
پناهگاه حیات وحش	کلان‌شهر مجاور	طول جغرافیایی (درجه)	عرض جغرافیایی (درجه)	فاصله مرکز کلان‌شهر از مرکز پناهگاه (کیلومتر)
حیدری	مشهد	۵۸,۶۵۰۰۹	۳۶,۵۱۶۵۴	۹۱
میانکاله	ساری	۵۳,۹۳۶۰۲	۳۶,۹۱۴۷۴	۸۷
قمیشلو	اصفهان	۵۱,۰۶۸۶۳	۳۲,۹۹۳۸۱	۶۷
بختگان	شیراز	۵۴,۰۲۷۲۸	۲۹,۲۴۷۶۹	۱۴۵
شادگان	اهواز	۴۸,۴۱۶۰۳	۳۰,۷۰۳۴۹	۷۲

داده‌های سنجش از راه دور ستون دی‌اکسید نیتروژن برای دوره زمانی بروز همه‌گیری کووید-۱۹ در ایران یعنی از تاریخ ۱۹ فوریه تا ۰۱ ژوئن سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ (قبل از نوشتن و انتشار این مقاله) از پایگاه اطلاعات ناسا با فرمت netCDF (nc) مشتمل بر مختصات جغرافیایی و تاریخ و زمان اندازه‌گیری دریافت شد. به‌منظور حذف اثرات ناشی از تغییرات ساعات اداری و تغییر تعداد سفرهای شهری بر میزان آلاینده دی‌اکسید نیتروژن در طی هر شبانه روز، فقط از داده متعلق به بازه زمانی ۰۹:۰۰ صبح ± ۱ ساعت استفاده شد.

روش تجزیه، تبدیل و تحلیل داده‌ها: در ابتدا داده‌های دی اکسید نیتروژن با فرمت netCDF تنها متعلق به کشور ایران (شکل ۱) در بازهٔ زمانی ۱۹ فوریه تا ۰۱ ژوئن سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ در نرم‌افزار پایتون (Python Version 3.7) نسخه ۳/۷ خوانش شد. سپس به‌منظور تحلیل، این داده‌ها یک به یک به نرم‌افزار متلب (MATLAB) نسخهٔ R2014a منتقل شدند. داده‌های سنجش از راه دور ستون دی اکسید نیتروژن برای ساعتی از روز که باید تحت تحلیل قرار می‌گرفت، بدین صورت بود که مقادیر دی اکسید نیتروژن به‌دلیل محدودیت‌های سامانهٔ اندازه‌گیری، برای تمامی نقاط از پهنهٔ کشور ایران در دسترس

(DOI): 10.22034/aej.2020.120799

نبود به‌طور مثال در تاریخ ۱۹ فوریهٔ ۲۰۲۰ ساعت ۰۹ صبح، مقادیر دی‌اکسید نیتروژن برای ۹۰ هزار نقطهٔ جغرافیایی مختلف از کشور ایران اندازه‌گیری و ثبت شده بود که ممکن است برای نقاط دقیق جغرافیایی مورد نظر این تحقیق، مقدار این آلاینده اندازه‌گیری نشده باشد. به‌منظور به‌دست آوردن مقادیر آلایندهٔ دی اکسید نیتروژن برای نقاط مدنظر، از الگوریتم درون‌یابی مکعبی (Cubic Interpolation، درجهٔ ۳) که یکی از روش‌های مرسوم برای تعیین مقادیر بین بازه‌ای است، استفاده شد (De Boor، ۲۰۰۴؛ Turner، ۲۰۰۱). در مکان‌های مورد تحلیل در بعضی از زمان‌ها به‌دلیل آن‌که هیچ داده‌ای در پیرامون آن منطقه ثبت و اندازه‌گیری نشده‌بود، مقدار آلاینده دی‌اکسید نیتروژن گزارش نشد. تحلیل آماری به‌روش تجزیه‌واریانس یک‌طرفه در نرم‌افزار Minitab-19 برای مقایسه سطوح آلاینده در بین پناهگاه‌ها و هم‌چنین در بین کلان‌شهرها در طی سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ انجام شد.

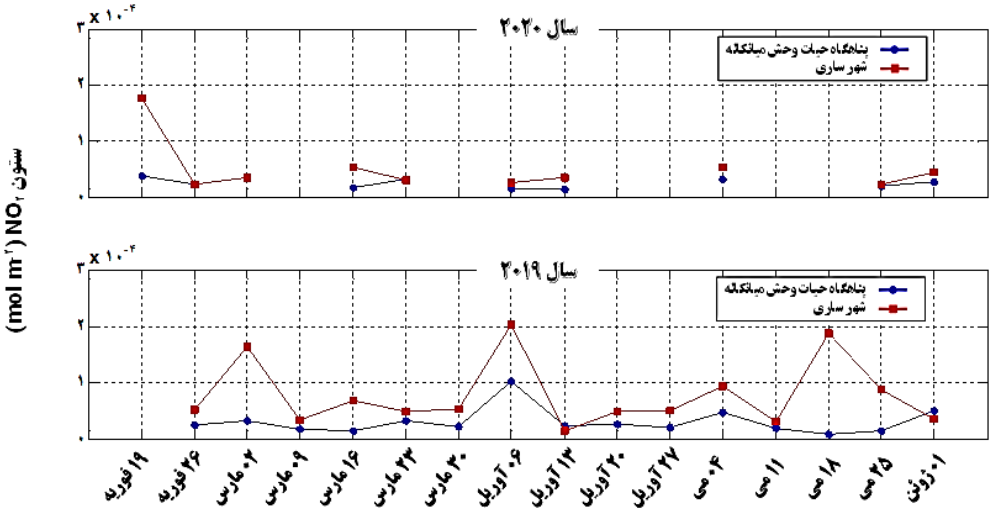


شکل ۱: انتخاب محدوده اطلاعات سنجش از راه دور آلایندگی در پایگاه اطلاعات ناسا به مختصات جغرافیایی ایران

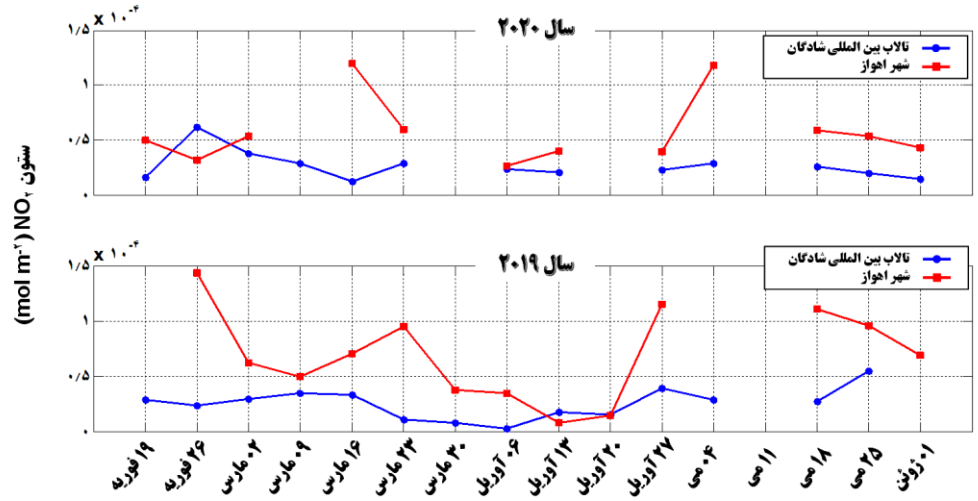
نتایج

شکل ۲، تغییرات مقدار ستون دی اکسید نیتروژن برای پناهگاه حیات وحش میانکاله و کلانشهر نزدیک به آن یعنی شهر ساری در بازهٔ زمانی ۱۹ فوریه تا ۰۱ ژوئن سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل دیده می‌شود که کووید-۱۹ اثر محسوسی را در کاهش مقدار دی اکسید نیتروژن برای پناهگاه میانکاله و شهر ساری داشت. هم‌چنین در این بازهٔ زمانی حدوداً ۳ ماهه، بیشینه مقدار آلایندهٔ دی اکسید نیتروژن برای پناهگاه میانکاله و شهر ساری هر دو در روز ۰۶ آوریل ۲۰۱۹ مقارن با ۱۷ فروردین ۱۳۹۸ رخ داد. اما یک‌سال بعد در همین روز یعنی ۰۶ آوریل ۲۰۲۰ مقارن با ۱۸ فروردین ۱۳۹۹، مقدار دی اکسید نیتروژن برای پناهگاه میانکاله و شهر ساری به‌ترتیب حدوداً ۸۴ و ۸۷ درصد کاهش یافته است. هم‌چنین در این شکل دیده می‌شود که تغییرات مقدار آلایندهٔ دی‌اکسید نیتروژن برای پناهگاه میانکاله از شهر ساری تبعیت می‌کند. تغییرات مقدار ستون دی‌اکسید نیتروژن برای پناهگاه حیات‌وحش شادگان و کلان‌شهر نزدیک به آن یعنی شهر اهواز در بازهٔ زمانی ۱۹ فوریه تا ۰۱ ژوئن سال های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰، در شکل ۳ نشان داده شده است. در روزهای مشابه، مقدار آلایندهٔ دی اکسید نیتروژن به‌طور میانگین برای پناهگاه شادگان و شهر اهواز در سال ۲۰۲۰ کم‌تر از ۲۰۱۹ است. تغییرات مقدار ستون دی‌اکسید نیتروژن برای پناهگاه حیات وحش حیدری و کلان‌شهر نزدیک به آن یعنی شهر مشهد در بازهٔ زمانی ۱۹ فوریه تا ۰۱ ژوئن سال های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ را نشان می‌دهد. با توجه به این‌که اندازه‌گیری مقادیر دی اکسیدنیتروژن در این مناطق به‌طور محدودتری انجام شده است، دیده می‌شود که در برخی از روزها مقداری از این آلاینده گزارش نشده است. تغییرات مقدار ستون دی‌اکسید نیتروژن برای پناهگاه حیات‌وحش بختگان و کلان‌شهر نزدیک به آن یعنی شهر شیراز در بازهٔ زمانی ۱۹ فوریه تا ۰۱ ژوئن سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰، در شکل ۵ نشان داده شده است. در این شکل مشاهده می‌شود که مقدار دی اکسید نیتروژن پناهگاه بختگان در سه ماههٔ سال ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ تغییر محسوسی نداشته است. برای شهر شیراز تا روز ۱۳ آوریل مقارن با ۲۴ فروردین ماه، مقدار دی‌اکسیدنتروژن کاهش محسوسی داشته است ولی از ۱۳ آوریل به بعد، مقدار این آلاینده در روز ۰۱ ژوئن ۲۰۲۰ به بیش‌ترین مقدار خود یعنی ۹۵ درصد رسید.

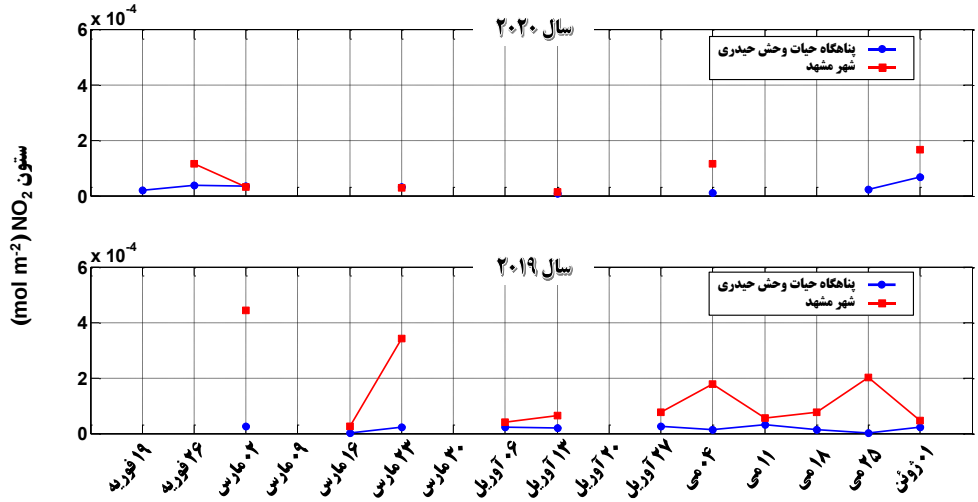
(DOI): 10.22034/aej.2020.120799



شکل ۲: نمودار تغییرات ستون دی اکسید کربن پناهگاه میانکاله و کلانشهر ساری در بازهٔ زمانی سه ماههٔ سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰



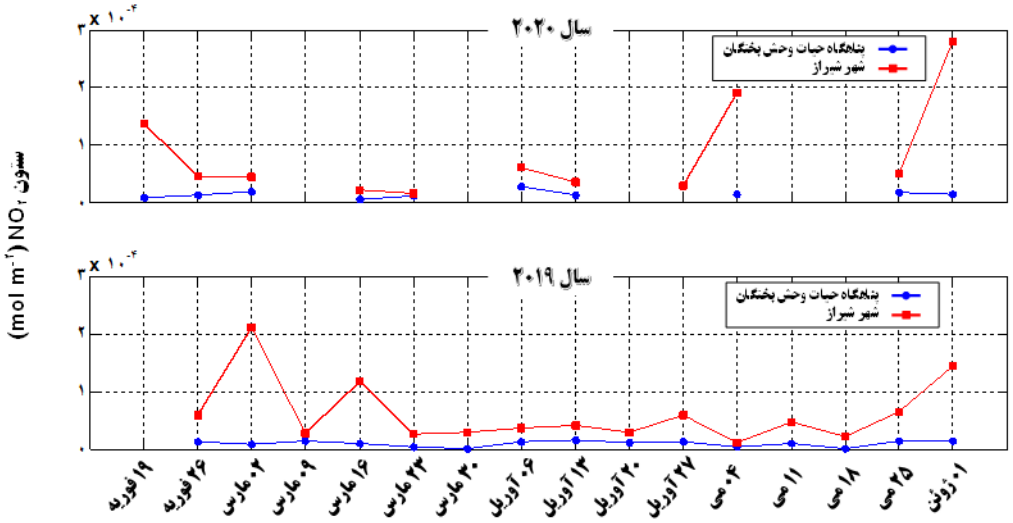
شکل ۳: نمودار تغییرات ستون دی اکسید کربن پناهگاه شادگان و کلان‌شهر اهواز در بازهٔ زمانی سه ماههٔ سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰



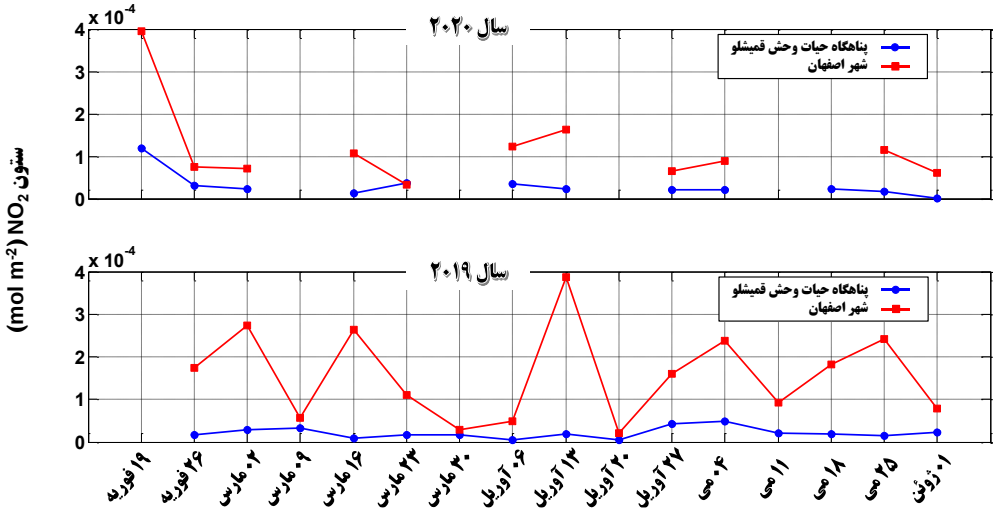
شکل ۴: نمودار تغییرات ستون دی اکسید کربن پناهگاه حیدری و کلان‌شهر مشهد در بازهٔ زمانی سه ماههٔ سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰

(DOI): 10.22034/aej.2020.120799

شکل ۶، تغییرات مقدار ستون دی اکسید نیتروژن برای پناهگاه حیات‌وحش قمیشلو و کلان‌شهر نزدیک به آن یعنی شهر اصفهان در بازهٔ زمانی ۱۹ فوریه تا ۰۱ ژوئن سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ را نشان می‌دهد. در این شکل ملاحظه می‌شود که مقدار دی اکسید نیتروژن برای شهر اصفهان به‌شدت کاهش یافت ولی برای پناهگاه قمیشلو اثر کاهشی محسوسی نداشت. در روز ۱۳ آوریل هم‌زمان با ۲۴ فروردین، دی اکسید نیتروژن شهر اصفهان از مقدار ۰/۰۰۰۳۹ مول بر مترمربع به ۰/۰۰۰۱۶ مول بر مترمربع معادل یعنی حدود ۶۰ درصد کاهش یافت. هم‌چنین با توجه به روند نمودار تغییرات دی اکسید نیتروژن برای سال ۲۰۱۹، دیده می‌شود که روند تغییرات این آلاینده برای پناهگاه قمیشلو از روند تغییرات آلایندهٔ شهر اصفهان تبعیت کرده است.



شکل ۵: نمودار تغییرات ستون دی اکسید کربن پناهگاه بختگان و کلان‌شهر شیراز در بازهٔ زمانی سه ماههٔ سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰



شکل ۶: نمودار تغییرات ستون دی اکسید کربن پناهگاه قمیشلو و کلان‌شهر اصفهان در بازهٔ زمانی سه ماههٔ سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰

جدول ۲: نتایج آزمون تجزیه واریانس یک طرفه بین پناهگاه های حیات وحش و بین کلانشهرهای مجاور

سال	مقایسه	df	f-value	p-value
۲۰۱۹	بین پناهگاه‌ها	۴	۲/۶۳	۰/۰۴۸
	بین کلان‌شهرها	۴	۲/۶۳	۰/۰۴۹
۲۰۲۰	بین پناهگاه‌ها	۴	۱/۰۳	۰/۴۰۹
	بین کلان‌شهرها	۴	۱/۰۰	۰/۴۲۸

(DOI): 10.22034/aej.2020.120799

تحلیل داده‌های سطوح آلاینده طی سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ نشان داد که در سال ۲۰۱۹ میانگین سطوح آلاینده در بین هر دو کلان‌شهرها و پناهگاه‌های مجاور آن‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بود در حالی که در سال ۲۰۲۰ تفاوت معنی‌داری بین پناهگاه‌ها و هم‌چنین در بین کلان‌شهرها مشاهده نشد (جدول ۲).

بحث

این تحقیق نشان داد که به‌دنبال اِعمال محدودیت‌های حمل و نقل و سفر در شهرهای بزرگ ایران و پناهگاه‌های حیات‌وحش مجاور آن‌ها، کاهش استثنایی ستون دی اکسید نیتروژن رخ داده است. به‌طوری‌که بررسی تغییرات مقدار ستون دی اکسید نیتروژن در بازهٔ زمانی ۱۹ فوریه تا ۰۱ ژوئن سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ برای پناهگاه حیات وحش میانکاله و کلان‌شهر نزدیک به آن یعنی شهر ساری نشان داد که کووید-۱۹ اثر محسوسی را در کاهش مقدار دی‌اکسید نیتروژن برای پناهگاه میانکاله و شهر ساری داشت (شکل ۲). هم‌چنین در این بازهٔ زمانی حدوداً ۳ ماهه، بیشینه مقدار آلایندهٔ دی‌اکسید نیتروژن برای پناهگاه میانکاله و شهر ساری هر دو در روز ۰۶ آوریل ۲۰۱۹ مقارن با ۱۷ فروردین ۱۳۹۸ رخ داد که احتمالاً به‌دلیل سفر و طبیعت گردی مردم در روز طبیعت می‌باشد. اما یک‌سال بعد در همین روز یعنی ۰۶ آوریل ۲۰۲۰ مقارن با ۱۸ فروردین ۱۳۹۹ که کشور ایران درگیر بیماری کووید ۱۹ بود، مقدار دی‌اکسید نیتروژن برای پناهگاه میانکاله و شهر ساری به‌ترتیب حدوداً ۸۴ و ۸۷ درصد کاهش یافته است. هم‌چنین در این شکل دیده می‌شود که تغییرات مقدار آلایندهٔ دی‌اکسید نیتروژن برای پناهگاه میانکاله از شهر ساری تبعیت می‌کند. بررسی تغییرات مقدار ستون دی اکسید نیتروژن در بازهٔ زمانی ۱۹ فوریه تا ۰۱ ژوئن سال های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰، نشان داد که در روزهای مشابه، مقدار آلایندهٔ دی اکسید نیتروژن به‌طور میانگین برای پناهگاه شادگان و شهر اهواز در سال ۲۰۲۰ کم‌تر از ۲۰۱۹ است بدین معنی که کووید ۱۹ اثر کاهشی بر روی مقدار دی اکسید نیتروژن شهر اهواز داشته ولی برای پناهگاه شادگان تفاوت چندانی نداشته است (شکل ۳). البته شهرهای جنوبی کشور نظیر اهواز با تأخیر نسبت به شهرهای دیگر کشور، دچار همه‌گیری کووید ۱۹ شدند که نشان می‌دهد احتمالاً در بازهٔ زمانی پس از ۰۱ ژوئن ۲۰۲۰، کاهش مقدار دی‌اکسید نیتروژن نسبت به زمان مشابه در سال قبل محسوس‌تر خواهد شد. تغییرات مقدار ستون دی‌اکسید نیتروژن برای پناهگاه حیات‌وحش حیدری و کلان‌شهر نزدیک به آن یعنی شهر مشهد در بازهٔ زمانی ۱۹ فوریه تا ۰۱ ژوئن سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ نشان داد که محدودیت‌های اجتماعی ناشی از بیماری کووید ۱۹ بر روی مقدار دی‌اکسید نیتروژن کلان‌شهر مشهد اثر کاهش چشمگیری داشته (شکل ۴)، به‌طوری‌که مقدار این آلاینده در این بازهٔ سه ماهه به‌طور میانگین ۴۴ درصد کاهش یافته است. شایان ذکر است که به‌دلیل کمبود اطلاعات پناهگاه حیدری، نمی‌توان در این خصوص اظهار نظر کرد. تغییرات مقدار ستون دی اکسید نیتروژن برای پناهگاه حیات‌وحش بختگان و کلان‌شهر نزدیک به آن یعنی شهر شیراز در بازهٔ زمانی ۱۹ فوریه تا ۰۱ ژوئن سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰، نشان داد که مقدار دی‌اکسیدنیتروژن پناهگاه بختگان در سه ماههٔ سال ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ تحت تاثیر همه‌گیری کووید ۱۹ تغییر محسوسی نداشته است (شکل ۵). برای شهر شیراز تا روز ۱۳ آوریل مقارن با ۲۴ فروردین ماه، مقدار دی‌اکسیدنتروژن در اثر بیماری کووید ۱۹ کاهش محسوسی داشته است ولی از ۱۳ آوریل به بعد، مقدار این آلاینده با وجود بیماری کووید ۱۹ حتی بیش از سال قبل شده است که این افزایش در روز ۰۱ ژوئن ۲۰۲۰ به بیش‌ترین مقدار خود یعنی ۹۵ درصد رسید که احتمالاً به‌دلیل قرارگیری این روز در هفتهٔ تعطیلات خردادماه ۱۳۹۹ بوده است که علی‌رغم وجود این بیماری خطرناک، در برخی مناطق کشور، مسافرت‌های پر ازدحامی اتفاق افتاد که البته شهر شیراز نیز از این موضوع مستثنی نبود. بررسی تغییرات مقدار ستون دی اکسید نیتروژن برای پناهگاه حیات وحش قمیشلو و کلان‌شهر نزدیک به آن یعنی شهر اصفهان در بازهٔ زمانی ۱۹ فوریه تا ۰۱ ژوئن سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ نشان داد که در اثر بیماری کووید ۱۹ مقدار دی‌اکسید نیتروژن برای شهر اصفهان به‌شدت کاهش یافت ولی برای پناهگاه قمیشلو اثر کاهشی محسوسی نداشت (شکل ۶). در روز ۱۳ آوریل هم‌زمان با ۲۴ فروردین، دی‌اکسیدنیتروژن شهر اصفهان حدود ۶۰ درصد کاهش یافت. هم‌چنین با توجه به روند نمودار تغییرات دی‌اکسید نیتروژن برای سال ۲۰۱۹ (شکل ۶)، دیده می‌شود که روند تغییرات این آلاینده برای پناهگاه قمیشلو از روند تغییرات آلایندهٔ شهر اصفهان تبعیت کرده است. بنابراین کلان‌شهر اصفهان می‌تواند یکی از مؤثرترین عوامل در تعیین مقدار آلایندهٔ دی‌اکسید نیتروژن پناهگاه قمیشلو باشد. با توجه به نتایج تحلیل آماری انجام شده به‌نظر می‌رسد کاهش سطوح آلاینده ناشی از محدودیت‌های اعمال شده در سال ۲۰۲۰ باعث نزدیک شدن مقادیر میانگین آلاینده‌ها و معنی‌دار نشدن اختلاف آن‌ها در بین کلانشهرها و پناهگاه‌های مجاور آن‌ها بوده است. تحقیقات Bauwens و همکاران (۲۰۲۰) وضعیت مشابهی را در چین، اروپا، کره جنوبی و ایالات متحده در ژانویه تا آوریل سال ۲۰۲۰ براساس داده‌های با وضوح بالای ماهواره‌ای نشان داده است. این کاهش نه تنها از مقایسه سطح این آلاینده قبل و در حین محدویت‌های قانونی آشکار است بلکه در مقایسه سطوح آن در سال ۲۰۲۰ با مدت مشابه آن در مدت مشابه در سال ۲۰۱۹ است. این کاهش عمدتاً به اقدامات محدودکننده فعالیت‌های انسانی علیه گسترش

(DOI): 10.22034/aej.2020.120799

کووید-۱۹ مرتبط است که باعث کاهش شدید ترافیک و فعالیت‌های صنعتی شده است. از آن‌جایی‌که بخش کوچکی از کاهش ستون دی اکسیدنیتروژن نیز می‌تواندناشی از تغییرات سالانه هواشناسی‌و کاهش انتشار گازهای ناشی از مقررات سیاست‌های زیست‌محیطی باشد بنابراین مطالعات جداگانه‌ای برای جدا کردن تأثیر اقدامات محدودیت کننده ناشی از همه‌گیری از دیگر عوامل مؤثر مورد نیاز خواهد بود. در زمان نوشتن این مقاله، ایران در همه شهرهای مورد مطالعه، اغلب محدودیت‌های تردد شهروندان و استفاه از خودروها را برطرف کرده است درحالی‌که برخی کشورها در اروپا و ایالات متحده با احتیاط به سمت کاهش این اقدامات پیش می‌روند. برای ارزیابی تأثیرات موقت محدودیت‌های حمل‌و نقل شهری و صنعتی بر کیفیت‌هوای پناهگاه‌های حیات وحش و محیط زیست و چگونگی بازگشت تدریجی وضعیت آلاینده‌های جوی به وضعیت قبل از همه‌گیری، مطالعات بیش‌تری لازم خواهد بود.

منابع

۱. **Anonymous, 1987.** Arctic National Wildlife Refuge, Alaska. U.S. Government Printing Office. pp: 135-155.

۲. **Atkinson, R.W.; Butland, B.K.; Anderson, H.R. and Maynard, R.L., 2018.** Long-term concentrations of nitrogen dioxide and mortality: A meta-analysis of cohort studies. Epidemiology (Cambridge, Mass.). Vol. 29, No. 4, pp: 460-472.

۳. **Sherwood, B.; Cutler, D. and Burton, J.A., 2002. Wildlife and roads: the ecological impact.** The Ecological Impact. Imperial College Press, London, England. pp: 118-124.

۴. **Bauwens, M.; Compernolle, S.; Stavrakou, T.; Müller, J.F.; Van-Gent, J.; Eskes, H.; Levelt, P.F.; Van-Der, R.; Veefkind, A.J.P.; Vlietinck, J.; Yu, H. and Zehner, C., 2020.** Impact of Coronavirus Outbreak on NO2 Pollution Assessed Using TROPOMI and OMI Observations. Geophysical Research Letters. Vol. 47, No. 11, pp: 1-16.

۵. **Beirle, S.; Platt, U.; Wenig, M. and Wagner, T., 2003.** Weekly cycle of NO_2 by GOME measurements: A signature of anthropogenic sources. Atmospheric Chemistry and Physics. Vol. 3, No. 6, pp: 2225-2232.

۶. **De Boor, G., 2004.** Spline Toolbox (7th ed.). The MathWorks Inc., Natick, MA.

۷. **De-Foy, B.; Lu, Z. and Streets, D.G., 2016.** Satellite NO_2 retrievals suggest China has exceeded its NOx reduction goals from the twelfth five-year plan. Scientific Reports. Vol. 6, No. 1, pp: 35-912.

۸. **Duncan, B.N.; Lamsal, L.N.; Thompson, A.M.; Yoshida, Y.; Lu, Z.; Streets, D.G.; Hurwitz, M.M. and Pickering, K.E., 2016. A** space-based, high-resolution view of notable changes in urban NOx pollution around the world (2005-2014). Journal of Geophysical Research: Atmospheres. Vol. 121, pp: 976-996.

۹. **Gadsdon, S.R. and Power, S.A., 2009.** Quantifying local traffic contributions to NO2 and NH3 concentrations in natural habitats. Environmental Pollution. Vol. 157, No. 10, pp: 2845-2852.

۱۰. **Gautam, S., 2020.** COVID-19: air pollution remains low as people stay at home. Air Quality, Atmosphere, & Health, p.1.

۱۱. **Griffiths, J. and Woodyatt, A., 2020.** Wuhan coronavirus: Thousands of cases confirmed as China goes into emergency mode. CNN. Available from edition CNN.com/2020/01/26/ asia/wuhancoronavirus-update-intl-hnk/index.html.

۱۲. **Horowitz, J., 2020.** Italy locks down much of the country's north over the coronavirus. The New York Times Retrieved from nytimes.com/2020/03/07/world/Europe/coro-navirus italy.html, Accessed 25 April 2020.

۱۳. **Kaplan, G. and Avdan Z.Y., 2020.** Short report covid-19: Spaceborne nitrogen dioxide over turkey. Eskişehir technical university journal of science and technology A applied sciences and engineering. Vol. 21, No. 2, pp: 251-255.

۱۴. **Leggett, T., 2020.** Coronavirus: Global growth 'could halve' if outbreak intensifies. BBC. Retrieved bbc.com/news/ business-51700935, Accessed 25 April 2020.

۱۵. **Newman, J.R.; Schreiber, R.K. and Novakova, E., 1992.** Air Pollution Effects on Terrestrial and Aquatic Animals. Air Pollution Effects on Biodiversity. pp: 177-233.

۱۶. **Tan, P.H.; Chou, C.; Liang, J.Y.; Chou, C.K. and Shiu, C.J., 2009.** Air pollution 'holiday effect' resulting from the Chinese New Year. Atmospheric Environment. Vol. 43, No. 13, pp: 2114-2124.

۱۷. **Turner, P.R., 2001.** Guide to scientific computing. CRC press.

(DOI): 10.22034/aej.2020.120799

Scientific Research Journal of Animal Environment Vol. 12, No. 3, Autumn 2020

Comparison of the Effect of Social Restrictions on Covid-۱۹ pandemic on Nitrogen Dioxide Pollutant in Five Wildlife Refuges and their Large Neighboring Cities in Iran

- **Mohammad Shojaaddini*:** Shahryar Technical College of Agriculture, Technical and Vocational University, Tehran, Iran
- **Ashkan Moosavian:** Shahryar Technical College of Agriculture, Technical and Vocational University, Tehran, Iran
- **Siamak Yousefi Siahkalroodi:** Department of Biology, Faculty of Biological Sciences, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Pishva, Iran

Received: April 2020 Accepted: July 2020

Key words: Covid-19, Tropospheric Monitoring, NO_2, Wildlife Refuge, Large-city

Abstract

The aim of this study was to determine the effect of Covid-19 pandemic and the resulting social restrictions on changes in nitrogen dioxide levels at five Iranian wildlife refuges, including Heydari, Miankaleh, Qomishlu, Bakhtegan and Shadegan, and five large cities close to them including Mashhad, Sari, Isfahan, Shiraz and Khuzestan, respectively. A comparison between these data was made with similar periodic to the year before the pandemic. The data required for atmospheric monitoring were gained from the NASA database between February 19 and June 1, 2019, as well as from February 19 to June 1, 2020, and were analyzed in Python, MATLAB, and MINITAB softwares. The results of statistical analysis showed that the average levels of pollution in 2019 were significantly different between large cities and between wildlife refuges, while in 2020 there was no significant difference. Also, results showed that covid-19 had a significant effect on reducing the amount of nitrogen dioxide in Sari and Miankaleh wildlife refuge. The amount of this pollutant for Shadegan and Ahvaz city in 2020 was less than 2019, but it was not much different for Shadegan. The social restrictions have had a significant reduction on the levels of nitrogen dioxide in Mashhad, so that the amount of this pollutant has decreased by an average of 44% during the three-month period, but due to lack of information in The Heydari Shelter cannot be judged for the entire three-month period. Nitrogen dioxide in the Bakhtegan has not been changed significantly in the three month of 2019 and 2020. Although in Shiraz until April 13, along with April 15, the amount of nitrogen dioxide due to covid-19 decreased significantly, but from April 13 onwards, the amount of this pollutant has been higher than in the previous year. Further studies will be need to identify the restrictive effects of Covid-19 pandemic on the status of other atmospheric pollutants in Iranian wildlife refuges.

* Corresponding Author's email: shojaaddini@tvu.ac.ir