بررسی ارتباط بین غلظت آلاینده‌های هوا (NO2 و SO2) با شاخص پوشش گیاهی(NDVI)

علی سلیمانی دامنه[۱]، عباسعلی علی‌اکبری بیدختی[۲]، ابوالحسن غیبی[۳]*، حسین ملکوتی[۴]، هادی اسکندری دامنه[۵]

۱-دانشجوی دکتری هواشناسی، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، هرمزگان، ایران،

۲- استاد گروه فیزیک فضا، موسسه ژئوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران ،

۳- استادیار دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان،هرمزگان، ایران،

۴- دانشیار دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، هرمزگان، ایران،

۵- دکتری بیابان زدایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، هرمزگان، ایران،

*پست الکترونیکی مسئول مکاتبات:abolhassang@hormozgan.ac.ir

چکیده

گازهای نیتروژن دی‌اکسید (NO2) و سولفور دی‌اکسید (SO2) از مهم‌ترین آلاینده‌های جوی هستند که منشأ آنها عمدتاً فعالیت‌های انسان‌ساخت همچون حمل‌ونقل، صنعت و سایر کاربردهای صنعتی است. در این مقاله، با استفاده از روش‌های آماری من – کندال Z و شیب تخمین‌گر سن، غلظت ستون قائم این آلاینده‌ها و شاخص پوشش گیاهی (Normalized Difference Vegetation Index) در یک دوره ۱۴ ساله (۲۰۱۸-۲۰۰۵) بر روی کشور ایران موردمطالعه قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که در طی این ۱۴ سال اخیر، روند غلظت این آلاینده‌ها در کلان‌شهرها و همچنین شهرهای صنعتی افزایشی معنی‌داری داشته، درحالی‌که در برخی از این مناطق روند کاهشی نیز وجود داشته است. کلان‌شهر تهران دارای بیشترین شیب افزایش در طی این ۱۴ سال بوده است؛ به‌طوری‌که هرساله شاهد آلودگی بسیار زیاد در شهر تهران هستیم. با بررسی همبستگی این آلاینده‌ها با شاخص پوشش گیاهی با استفاده از دو روش آماری من – کندال Z و شیب تخمین‌گر سن نیز متوجه شدیم که در ۶۱/۰۷ درصد مساحت کشور ایران همبستگی مثبتی بین شاخص پوشش گیاهی و غلظت گاز نیتروژن دی‌اکسید وجود دارد و ۳۸/۹۳ درصد نیز همبستگی منفی را نشان می‌دهد. برای آلایندهٔ سولفور دی‌اکسید نیز ۵۸/۳۶ درصد همبستگی مثبت با شاخص پوشش گیاهی و ۴۱/۶۴ درصد همبستگی منفی را نشان می‌دهد. این به این معنی است که آلاینده‌ها به‌تنهایی نمی‌توانند باعث افزایش و یا کاهش پوشش گیاهی در منطقه شوند، ولی می‌توانند تأثیر هرچند کمی را در تغییر پوشش گیاهی داشته باشند. در مناطق کویری مرکز و شرق کشور یک رابطه همبستگی مثبت بین شاخص پوشش گیاهی و آلایندهٔ نیتروژن دی‌اکسید وجود دارد. همچنین در مناطق ساحلی خلیج‌فارس یک همبستگی منفی بین شاخص پوشش گیاهی و آلایندهٔ نیتروژن دی‌اکسید وجود دارد؛ به‌طوری‌که بارش در این مناطق کاهشی بوده، ولی مقدار آلایندهٔ نیتروژن دی‌اکسید روند افزایشی را داشته است.

کلیدواژه‌ها: سنجنده، پوشش گیاهی، سولفور دی‌اکسید، نیتروژن دی‌اکسید، ایران.

Commented [د۱]: چرا رابطه بینNO2 ، SO2وNDVI ممکن معنای خاصی ندارد؟

NO2، SO2وNDVI سه پارامتر کاملاً متفاوت هستند و در دو حوزه‌ی مختلف قرار دارند. در ادامه به توضیح این موضوع می‌پردازم:
۱. NO2(دی‌اکسید نیتروژن) و SO2 (دی‌اکسید گوگرد) گازهای آلاینده‌ای هستند که به طور عمده از منابع صنعتی و حمل و نقل تولید می‌شوند. این گازها عمدتاً به عنوان نمونه‌های شاخص برای ارزیابی کیفیت هوا و آلودگی هوا استفاده می‌شوند. آن‌ها از طریق فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی در جو تولید می‌شوند و میزان آن‌ها به عوامل مختلفی مانند فعالیت صنعتی، حمل و نقل، نوع سوخت و محدودیت‌های قانونی بستگی دارد.
۲. NDVI(شاخص تفاوت نوری گیاهی) نشان دهنده‌ی فعالیت گیاهی و پوشش گیاهی در یک منطقه است. این شاخص با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای به دست می‌آید و میزان سبزی و سلامت گیاهان را در مناطق مختلف نشان می‌دهد NDVI .به عنوان یک شاخص مهم در زمین‌شناسی، زراعت، مدیریت منابع طبیعی و مطالعات محیط زیست استفاده می‌شود.
اگرچه همه سه پارامتر در مورد محیط زیست و کیفیت هوا اطلاعات مفیدی را ارائه می‌دهند، اما رابطه مستقیم و مستقیم بین آن‌ها وجود ندارد. عوامل مختلفی می‌توانند تأثیر گذار بر هر یک از این پارامترها داشته باشند و تأثیراتشان به صورت مستقل از هم محاسبه می‌شوند.
به عنوان مثال، NDVIمعمولاً تحت تأثیر عواملی مانند تابش خورشید، رطوبت خاک، نوع گیاهان و توزیع زمانی رشد گیاهان قرار می‌گیرد. از طرف دیگر، میزان NO2 و SO2به عواملی مانند تعداد واحدهای صنعتی، میزان ترافیک، نوع سوخت استفاده شده و شرایط هواشناسی و باد ...گی دارد.

Commented [د2]: B Lot us ۱۳ Bol d ، مشخصات نویسنده یا نویسنده گان با فونت

Commented [د3]: زیرنویس شود

Commented [د4]: چرا ضمیر جمع اول شخص

Commented [د5]: جمله گویا نیست
همبستگی مثبتی اول گفته بعد همبستگی منفی بین ؟؟ چه چیزی؟

Commented [د6]: جمله گویا نیست
همبستگی مثبتی اول گفته بعد همبستگی منفی بین ؟؟ چه چیزی؟

Commented [د7]: مگر سطح معناداری بررسی شدخ است؟

Commented [د8]: اینجا مقادیر ndviزیر ۰/۲ است: چطوز ممکن است!

۱- مقدمه

سونگ(۳۰)، هم‌زمان با پیشرفت فنّاوری و صنعت، بحث آلودگی هوا یکی از مشکلات جدی در جهان امروز است که می‌تواند تعادل اکولوژیکی را به هم بریزد. گائو (۸) به این نتیجه رسید که افزایش آلاینده‌ها در هوا، هم به‌طور مستقیم (سمی بودن) و هم به‌طور غیرمستقیم با تغییر خاک می‌تواند روی گیاهان اثرات منفی داشته باشد.گیاهان با روش‌های مختلفی می‌توانند آلاینده‌ها را از هوا جذب کنند، ۱- نشست ذرات و هواویزها روی سطح برگ درختان،۲- ریزش آلاینده‌های هوا روی قسمت پشت به باد گیاهان. کیانی (۱۵)، ذرات معلق نیز اثرات مکانیکی منفی روی گیاهان دارند به‌طوری‌که تیغه‌ی برگ درختان را پوشش می‌دهند و باعث کاهش نفوذ نور و مسدود شدن روزنه‌های برگ می‌شوند. این موانع تأثیر زیادی بر روند فتوسنتز دارد و سرعت آن را کاهش می‌دهد از طرفی برگ درختان تأثیر زیادی در نگهداری ریزگردها و درواقع نقش مهمی در تصفیه هوا و کاهش آلاینده‌ها دارد به‌طوری‌که به علت رسوب آلاینده‌ها، غلظت کلروفیل در برگ‌های گیاهان کاهش می‌یابد و رشد کلی گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. تامپسون (۲۹) بیان کرد که گیاهان با استفاده از اثر فتوسنتز نقش مهمی در کاهش میزان کربن‌دی‌اکسید (CO_2) جوی دارند که باعث کاهش گازهای گلخانه‌ای و به دنبال آن تغییرات آب‌وهوایی می‌شود. کربن ذخیره‌شده در گیاهان نتیجه تعادل بین کربن ایجادشده به‌وسیله فتوسنتز و کربن رهاشده به جو توسط تنفس است. حدود ۹۰ درصد از کل انتشارات هوا ماهیت گازی دارند مثل سولفور دی‌اکسید، کربن مونوکسید، کربن‌دی‌اکسید، NO_x و..... که اغلب از منابع انسانی تولید می‌شوند. آلودگی هوا ناشی از منابع انسانی و طبیعی است، این منابع آلاینده‌هایی تولید می‌کنند که اثرات مختلفی روی افراد، گیاهان و حیوانات دارند.

بسیاری از آلاینده‌های هوا توسط انسان تولید می‌شوند به‌طوری‌که کارخانه‌های صنعتی، نیروگاه‌ها و وسایل نقلیه‌ای با موتورهای احتراق داخلی می‌توانند اکسیدهای نیتروژن، مواد آلی فرار (VOCs)، کربن مونوکسید، کربن‌دی‌اکسید، سولفور دی‌اکسید و ذرات معلق تولید کنند. بادها و آب‌وهوا نقش مهمی را در انتقال آلاینده‌های محلی و منطقه‌ای هوا بازی می‌کند. لو و همکاران(۱۹)، عمده‌ترین منابع انسانی آلودگی هوا شامل: صنعت و انرژی‌های متعارف (نفت، زغال‌سنگ و چوب)، کشاورزی، نقل و انتقالات جاده‌ای و شهرنشینی است. مهم‌ترین آلاینده‌های گازی، سولفوردی‌اکسید(SO_2) و نیتروژن‌دی‌اکسید(NO_2) می‌باشند. سولفوردی‌اکسید(SO_2) مهم‌ترین و رایج‌ترین آلاینده هوا است که به مقدار زیاد در احتراق زغال‌سنگ و سایر سوخت‌ها در مصارف صنعتی و خانگی تولید می‌شود و مؤلفه‌ی اصلی باران‌های اسیدی است، همچنین در هنگام ذوب سنگ معدن نیز سولفید تولید می‌شود. آلاینده مهم و تأثیرگذار بعدی نیتروژن دی‌اکسید (NO_2) است که خیلی سریع با سایر آلاینده‌های هوا واکنش نشان می‌دهد، به ریه‌ها نفوذ کرده و به عملکرد ریه‌ها آسیب بزنند.

Commented [9د]: ررسی متن بالا نشان می‌دهد که دارای ایرادات زیر است:
1. محدودیت‌های .محدودیت‌های تحقیق بیان نشده است. مطالعه را ذکر و پیشنهاداتی بدهید
2. .هدف و اهداف فرعی تحقیق مشخص نیست.
3. .روش‌های استفاده شده توضیح داده نشده‌اند.

Commented [10د]: متن اصلی
دو ستونه با تورفتگی نیم سانت پاراگراف بندی شود
اصلاح انواع خطاهای نگارشی با نرم افزار ویراستیار انجام گیرد
https://virastyar.ir/
فاصله از حاشیه مطابق راهنمای نویسندگان تنظیم شود.
اندازه فونتها
https://sanad.iau.ir/Journal/girs/Page/authors

Deleted: تکنولوژی

Deleted: به طور

Deleted: به طور

Deleted: به طوری که

Deleted: در واقع

Deleted: تصفیهٔ

Deleted: تحت‌تأثیر

Deleted: ذخیره شده

Deleted: ایجاد شده

Deleted: به‌وسیلهٔ

Deleted: رها شده

Deleted: به طوری که

Deleted: آلایندهٔ

Deleted: آلایندهٔ

لو (۱۸) بیان کرد که تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی، تأثیر مستقیم بر روی پوشش سطح زمین دارند. امروزه داده‌های سنجش‌ازدوری با پوشش وسیع اراضی و سری زمانی طولانی‌مدت به‌عنوان ابزاری کارآمد برای پایش پویایی پوشش گیاهی در مقیاس‌های زیاد استفاده می‌شود. گائو (۸) به این نتیجه رسید که استفاده از شاخص‌های به‌دست‌آمده از این داده‌ها از قبیل شاخص‌های پوشش گیاهی باتوجه‌به حساسیت این شاخص‌ها به تغییرات وضعیت، رشد و عملکرد پوشش گیاهی، برای بررسی کمی پویای پوشش گیاهی استفاده می‌شوند. ژائو (۳) کاهش منابع براثر تأثیر منفی فعالیت‌های انسان در طول زمان بیان کرد. دجانگ (۵)، گیاهان به‌عنوان جزء اصلی بیوسفر نقش بسیار اساسی در سیستم اقلیمی ایفا می‌کنند و به‌عنوان فاکتور کلیدی برای نمایش تغییرات اقلیمی مدنظر قرار گرفته می‌شوند. اولدمن (۱۲)، تخریب اراضی نتیجه کاهش طولانی‌مدت پوشش گیاهی و تولید اولیه در بازه زمان و مکان است. روش‌های مختلفی برای ارزیابی تخریب اراضی در مقیاس زمانی و مکانی مختلف وجود دارد. محمودی (۱۹) با بررسی رابطه آماری بین متغیرهای اقلیمی، هیدرولوژیک و پویایی پوشش گیاهی در دشت سیستان برای سه ماه فروردین، اردیبهشت و خرداد به این نتیجه رسید که در مقیاس ماهانه هیچ‌گونه همبستگی بین پوشش گیاهی ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد با میانگین دمای ماه‌های قبل از آن مشاهده نشده، در مورد بارش نیز بارش ماه اردیبهشت با پوشش گیاهی همان ماه و ماه بعدی (خرداد) دارای همبستگی ۰/۶۰ و ۰/۵۴ بوده‌اند که در حد متوسط است اما باتوجه‌به مقدار بسیار کم‌بارش و تبخیر بسیار زیاد در این ماه، در عمل نمی‌توان به این همبستگی اعتماد داشت. دهشیری (۴) با بررسی تغییرات پوشش گیاهی(**NDVI**) و ارتباط آن با بارندگی در شهر تفت به این نتیجه رسید که ضریب پوشش گیاه (**NDVI**) و ارتباط آن با بارندگی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌درستی جوابگو نخواهد بود چون بارندگی در آن منطقه کم است یا درصد رطوبت بالا است و تقریباً ارتباط زیادی با تغییر پوشش گیاهی ندارد ولی در مناطق کوهستانی که میزان بارندگی بیشتر است ارتباط بین بارندگی و تغییر پوشش گیاهی زیاد است. هدف از این تحقیق برآورد روند تغییرات آلاینده‌های NO_2 و SO_2 در بازه زمانی ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۸ و اثر آن‌ها بر روند تغییرات پوشش گیاهی در منطقه ایران است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱ - منطقه موردمطالعه

کشور پهناور ایران در جنوب غرب آسیا یکی از مناطق نیمکره شمالی است که به سبب برخی عوامل ازجمله شرایط اقلیمی متفاوت، وجود کوه‌های مرتفع حصار مانند در اطراف، وجود کویربزرگ مرکزی و با وسعتی بیش از ۱۶۴۰۰۰۰ کیلومترمربع، نوعی ویژگی و تنوع زیستی در هر گوشه‌کنار خود دارد. درصد پوشش این پهنه‌ها در نواحی شمالی و برخی نواحی شمال‌غربی و پرباران بسیار بالاست ولی در نواحی خشک و کم‌باران که تبخیر آن چندین برابر بارش است درصد آن بسیار پائین ولی در عوض تنوع گونه‌ای در آن‌ها بسیار بالاست. تنوع گونه‌ای گیاهان در ایران رقمی چشمگیر دارد و در مقام مقایسه، ایران یکی از کشورهای کم‌نظیر جهان ازاین‌حیث است. بخش بزرگی از این سرزمین را نواحی بیابانی، نیمه بیابانی و کویری تشکیل می‌دهد. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی کشور ایران را نشان می‌دهد(۳۱).

Deleted: سنجش از دوری

Deleted: بر اثر

Deleted: آنها

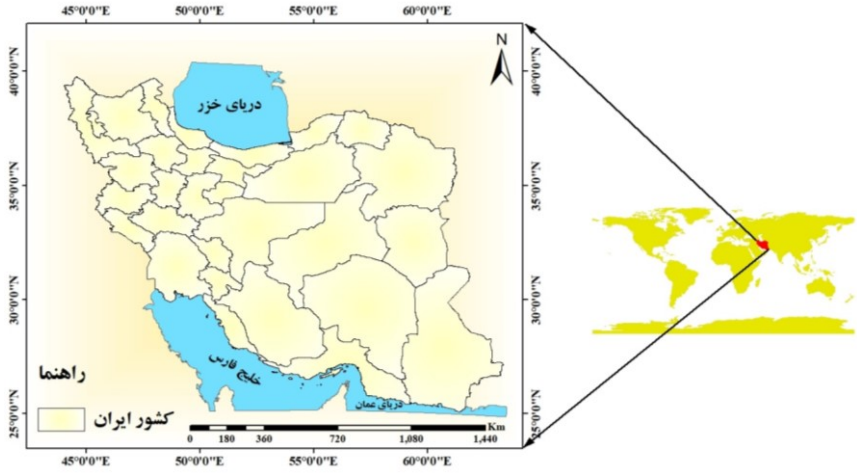
Deleted: از جمله

Deleted: کویر بزرگ

Deleted: گوشه‌وکنار

Deleted: شمال غربی

Deleted: آنها



شکل ۱. منطقه موردمطالعه

Fig2. case study

۲-۲- روش تحقیق:

در این مطالعه با توجه به این‌که الاینده‌ها همراه با جریانات جوی تا ارتفاعات بالا نیز حرکت می‌کنند، برای محاسبه‌ی دقیق‌تر غلظت آلاینده‌ها از داده‌های غلظت ستون قائم وردسپهری (Vertical Column Density) NO_2 و غلظت ستون قائم تا لایه مرزی برای آلاینده‌ی SO_2 توسط سنجنده‌ی دیدبانی ازون (Ozon Monitoring Index) استفاده شده است. این سنجنده که بر روی ماهواره زمین‌گرد AURA نصب شده است تابش بازپراکنده‌ی خورشید را در محدوده‌ی طیفی (۵۰۰- ۲۷۰) نانومتر اندازه‌گیری می‌کند که دارای تفکیک طیفی ۰/۵ نانومتر می‌باشد. این داده‌ها در واقع برآوردی از تعداد مولکول‌های NO_2 در یک سطح مقطع ستون جوی از سطح زمین تا قله وردسپهر که ۲۰۰ hPa می‌باشد که بر حسب $molec/cm^2$ تهیه شده‌اند (http://www.temis.nl/airpollution/no2.html). در این مطالعه از داده‌های ماهواره‌ای ماهانه با تفکیک مکانی. ۰/۱۲۵× ۰/۱۲۵ درجه برای NO_2 و ۰/۲۵درجه برای SO_2 در دوره‌ی ۱۴ از ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸ استفاده شده است و سپس توسط نرم افزار GIS تصاویر مجموع و میانگین داده‌ها رسم شد و با نرم افزار EDRISI روند تغییرات این آلاینده‌ها و همچنین شاخص پوشش گیاهی محاسبه و ترسیم شد. برای بررسی پوشش گیاهی در این تحقیق از تصاویر تولیدات ماهانه‌ی شاخص پوشش گیاهی NDVI ماهواره ترا، سنجنده‌ی مودیس MOD13A2 در بازه زمانی مد نظر و با رزولوشن مکانی۰/۱۲۵ درجه استفاده شده است.

۲-۳ - ماهواره AURA و سنجندهٔOMI

آئورا Aura یک ماهواره با مدار هم زمان خورشید است که در ارتفاع ۷۰۷ کیلومتری از تراز متوسط دریا قرار دارد و زمان عبور آن از استوا در ساعت ۱۳:۴۵ محلی است که در ۱۵ جولای سال ۲۰۰۴ به فضا پرتاب شده است (OMI Data User's Guide, 2012). هدف این ماهواره برای مشاهدات و مطالعات روی کیفیت هوای وردسپهر، ازون پوشن سپهری و تغییرات اقلیم است. سنجنده

Deleted: مورد مطالعه

Deleted: ¶
¶
¶
¶
¶
¶
¶

Commented [د۱۱]: در مطالعه ارائه شده، ایرادات فنی و علمی زیر قابل شناسایی هستند.

۱.استفاده تنها از داده‌های ماهواره‌ای برای اندازه‌گیری غلظت آلاینده‌ها:
- داده‌های ماهواره‌ای ممکن است با خطا همراه باشند و استفاده تنها از این داده‌ها ممکن است منجر به نتایج دقیق نباشد.
- بهتر بود از داده‌های زمینی نیز برای تأیید و کاهش خطای داده‌های ماهواره‌ای استفاده می‌شد.

۲ **استفاده از اعداد بدون واحد**.در متن از اعداد بدون واحد استفاده شده است که ممکن است باعث ابهام شود. برای دقت بیشتر، لازم است که همواره اعداد با واحد مشخص ذکر شوند.

۳.نقص در تحلیل همبستگی NDVI و آلاینده‌ها:
- در تحلیل همبستگی، عوامل محیطی دیگر مانند شرایط آب و هوایی، توپوگرافی و نوع کاربری اراضی نادیده گرفته شده است.
- در نتیجه‌گیری در مورد مناطق کویری مرکز و شرق کشور نیاز به توضیح بیشتری وجود دارد.
- در مورد مناطق ساحلی خلیج فارس، عوامل مرتبط با فعالیت‌های انسانی و صنعتی باید در نظر گرفته می‌شد.

۴.عدم استفاده از منابع علمی جدیدتر:
- در بخش مربوط به مطالعات پیشین، منابع متنوعی استفاده نشده و فقط به چند مرجع اشاره شده است.
- استفاده از منابع علمی به روزتر می‌توانست به غنای بحث و نتیجه‌گیری کمک کند.

در مجموع، استفاده تلفیقی از داده‌های ماهواره‌ای و زمینی، بکارگیری تحلیل‌های آماری متنوع‌تر و در نظر گرفتن عوامل محیطی کلیدی می‌توانست منجر به نتیجه‌گیری دقیق‌تر در این مطالعه شود.

Commented [د۱۲]: ماهواره زمینگرد یا مدار خورشیدآهنگ

Commented [13د]: مدار خورشیدآهنگ
درست تر است

Commented [14د]: شماره رفرنس؟

Deleted: سنجندهٔ

دیدبانی ازون (OMI) که بر روی این ماهواره نصب شده است یک مشاهده کلی از گازهای مهم آلاینده جوی مثل NO_2، SO_2 و O_3 را از سال ۲۰۰۴ فراهم کرده و دارای تفکیک مکانی (۲۴×۱۳) کیلومتر به ترتیب (مداری×نصف‌النهاری) است که کل زمین را در یک روز پوشش می‌دهد. داده‌های به‌دست‌آمده از این سنجنده، پوشش مکانی و زمانی پایداری را فراهم می‌کنند و این امکان را می‌دهد که غلظت گسیل‌های طبیعی و گسیل‌های مربوط به فعالیت‌های انسانی را در مقیاس‌های جهانی و منطقه‌ای مطالعه و موردبررسی قرار دهیم.

۳- آنالیز روند شاخص‌ها

بعد از تهیه داده‌های پوشش گیاهی با استفاده از روش درون‌یابی فاصله معکوس وزنی نقشه‌های SO_2 و NO_2 تهیه شد. روش درون‌یابی فاصله معکوس وزنی با وزن‌دهی به داده‌های اطراف نقطه مورد برآورد، کمیت مجهول را به دست آورده و درون‌یابی انجام گردید. ضمناً چنین فرض شد که نقاط نزدیک به یکدیگر شباهت بیشتری نسبت به نقاط دورتر دارند، بنابراین بر طبق این روش نقاط نزدیک‌تر وزن بیشتری دارد. رابطه فاصله وزنی معکوس با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد(۶):

$$Z=\frac{\sum_{i=1}^{N}\frac{Z_i}{d_i^m}}{\sum_{i=1}^{N}\frac{1}{d_i^m}} \qquad [۱]$$

که دراین‌رابطه Z ارزش برآوردی از روش درون‌یابی، Z_i مقادیر نمونه، d_i فاصله اقلیدسی هر مکان تا نمونه، m عامل توان، ضریبی که وزن را بر اساس فاصله تعیین می‌کند و N تعداد نقاط نمونه است.

۳-۱-روند تغییرات آلاینده‌ها و پوشش گیاهی

روند تغییرات شاخص NO_2، SO_2 و NDVI در دوره زمانی ۲۰۱۸-۲۰۰۵ برای هر پیکسل تصویر با استفاده از رگرسیون خطی در محیط TerrSet2020 بر اساس رابطه ۲ شبیه‌سازی شد: (۱۶)

$$\theta_{slope}=\frac{m\times\sum_{j=1}^{m}j\times X_j-(\sum_{j=1}^{m}j\times\sum_{j=1}^{m}X_J)}{m\times\sum_{j=1}^{m}j^2-\left[\sum_{j=1}^{m}j\right]^2} \qquad \{۲\}$$

θ_{slope} شیب تغییرات شاخص مورد نظر در منطقه مورد مطالعه، m سال‌های مورد استفاده در پایش، X_j مقدار سالانه شاخص مد نظر برای سال j، $\theta_{slope}>۰$ و $\theta_{slope}<۰$ به ترتیب نشان دهنده شیب تغییرات مثبت و منفی در میزان شاخص مربوطه می باشد.

برای محاسبه روند تغییرات سالانه SO_2، NO_2 و شاخص پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه از آزمون روندیابی من-کندال و شیب تخمین‌گر سن استفاده شد؛ آماره‌های این آزمون با استفاده از فرمول‌های(۳ تا ۷) محاسبه شدند.

$$S=\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{j=i+1}^{N}sgn(X_j-X_i) \qquad \{۳\}$$

در آن S آماره آزمون من – کندال x_i مقدار داده iام، x_j مقدار داده jام، N تعداد داده‌ها و $sgn(X_j-X_i)$ تابع علامت می‌باشد که با استفاده از فرمول ۴ محاسبه می‌شود.

Deleted: مشاهدهٔ
Deleted: آلایندهٔ
Deleted: بدست آمده
Commented [د15]: جمله اصلاح شود
Deleted: منطقه ای
Deleted: مورد بررسی
Commented [د۱۶]: برخی از اصطلاحات مانند ، NDVI تعریف نشده‌اند.
Deleted: فاصله
Deleted: فاصله
Deleted: فرمول
Deleted: (۱)
Formatted: Font: 14 pt, Complex Script Font: 14 pt
Formatted: Font: 14 pt, Complex Script Font: 14 pt
Formatted: Font: 12 pt, Complex Script Font: 12 pt
Commented [د17]:
$$Z_o=\frac{\sum_{i=1}^{N}z_i d_i^{-n}}{\sum_{i=1}^{N}d_i^{-n}}$$
Commented [د۱۸]: در متن اصلی فقط برای رابطه از براکت استفاده شود
Deleted: {
Deleted: }
Deleted: ¶
Deleted: (۲)

$$sgn(X_j - X_i) = \begin{cases} +1, & if\ (X_j - X_i) > 0 \\ 0, if\ (X_j - X_i) = 0 \\ -1, if\ (X_j - X_i) < 0 \end{cases} \quad \{۴\}$$

واریانس آماره من – کندال با استفاده از فرمول ۵ محاسبه می‌شود.

$$\mathrm{Var(S)} = \frac{1}{18}[N(N-1)(2N+5) - \sum_{i=1}^{m} t_i(t_i-1)(2t+5)] \quad \{۵\}$$

که در آن N تعداد داده‌های مشاهده‌ای، m تعداد دنباله‌ها، t_i تعداد دنباله‌ها برای i امین مقدار و t تعداد مقادیر دنباله‌ها است. جزء دوم در فرمول فوق یک تعدیل برای دنباله یا داده‌های حساس است. آماره استاندارد شده آزمون z ازفرمول ۶ زیر بدست می‌آید.

Deleted: (۶)

$$\mathrm{Z} = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(s)}}, if\ s > 0 \\ 0\ , if\ s = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(s)}}, if\ s < 0 \end{cases} \quad \{۶\}$$

مقدار مثبت z روند افزایش و مقدار منفی z روند کاهشی سری زمانی را نشان می‌دهد. همچنین برای آزمون روند افزایش یا کاهش یکنواخت در سطح معنی‌داری p، اگر مقدار z بزرگتر از $z_{1-p/2}$ باشد (که $z_{1-p/2}$ از جدول توزیع تجمعی نرمال استاندارد بدست می‌آید) فرض صفر رد می‌شود. برای این کار، سطح معنی‌دار p=۰/۰۵ به کار می‌رود، که حالت استاندارد z در این مطالعه ۱/۹۶ در نظر گرفته شده است. برای تأیید درستی و صحت تغییرات روند از شیب تخمین‌گر سن استفاده شد. که از طریق فرمول (۷) محاسبه می‌شود..

$$\beta = \mathrm{Median}\left[\frac{X_i - X_j}{i-j}\right] (\forall j > i) \quad \{۷\}$$

که در آن β برآوردگر شیب خط روند، X_i و X_j به ترتیب مقادیر مشاهداتی iام و jام می‌باشند که i و j نشانگر شمارنده سال است. مقادیر مثبت آن نشان دهنده روند افزایشی و مقادیر منفی آن نشان دهنده روند کاهشی است.

۳-۲- آنالیز همبستگی بین شاخص NO_2،SO_2 و NDVI

به‌منظور بررسی روند تخریب اراضی به بررسی ارتباط بین NO_2، SO_2 و شاخص NDVI و از آنالیز همبستگی رابطه ۸ استفاده گردید. در این مطالعه همبستگی بین تصاویر از Earth Trends Modeler (ETM) در نرم افزار TerrSet2020 انجام شد(Lamchin et al , 2018).

Deleted: (۸)

$$R_{x.y} = \frac{\sum_{i=1}^{m}(x_i - X)(y_i - y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m}(x_i - x)^2 \times \sum_{i=1}^{m}(y_i - y)^2}} \quad [8]$$

Commented [19د]: در آن چیست؟ X
مجددا بررسی شود

$R_{x.y}$ ضریب همبستگی ساده بین x و y است، x_i مقدار شاخص مستقل سال i ام، y_iمتغیرهای مستقل مثل SO_2 سال i ام و i شماره سال‌ها است.

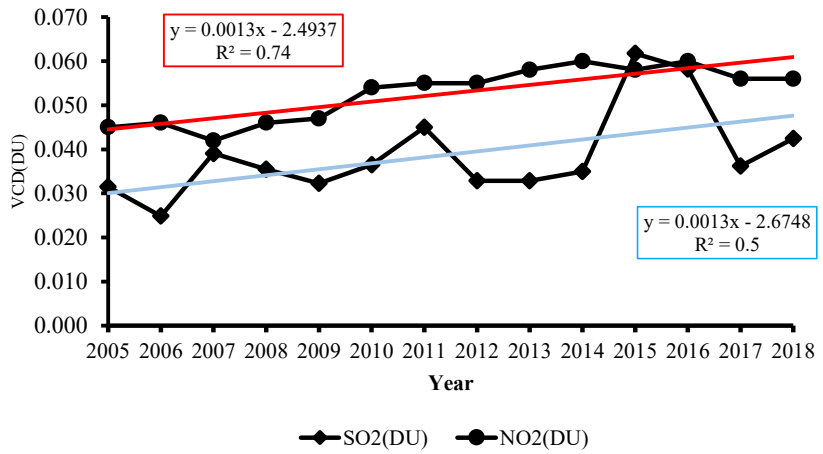
Commented [20د]: ضریب همبستگی پیرسون
علت استفاده چیست؟ داده با فرض توزیع نرمال

۴- نتایج

Commented [21د]: 1. نتایج با منابع دیگر مقایسه نشده‌اند
پیشنهادات تحقیقات آتی ارائه نشده است.2.

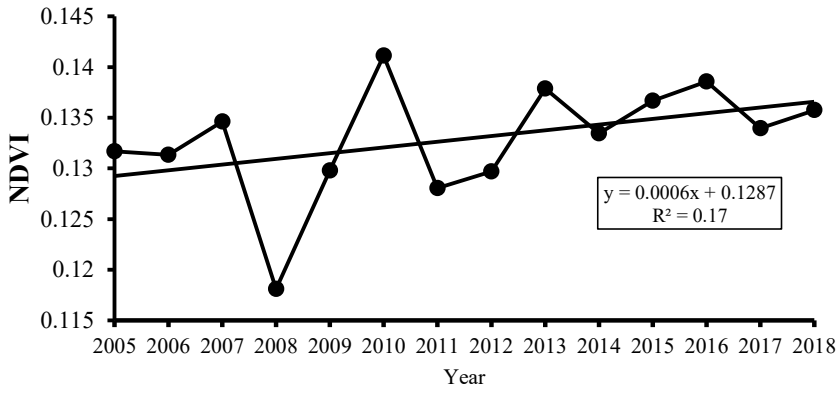
بررسی متوسط آلاینده SO_2،NO_2 و شاخص پوشش گیاهی NDVI در بازه زمانی ۲۰۱۸-۲۰۰۵

بررسی روند تغییرات غلظت آلاینده NO_2،SO_2 و همچنین شاخص پوشش گیاهی NDVI بر روی کشور ایران در طی سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۰۵ در شکل ۲ نشان داد که روند تغییرات غلظت SO_2 با شیب مثبت ۰/۰۰۱۳ و ضریب تبیین ۰/۵ و همچنین روند تغییرات غلظت NO_2 و با شیب مثبت ۰/۰۰۱۳ و ضریب تبیین ۰/۷۴ در حال افزایش است. همچنین در شکل ۳ روند تغییرات متوسط شاخص NDVI نیز با شیب مثبت ۰/۰۰۰۶ با ضریب تبیین ۰/۲۶ در حال افزایش بوده است. ضریب تبیین بالای ۰/۵، روند مثبت و افزایشی و ضریب تبیین زیر ۰/۵، روند منفی و کاهشی را نشان می‌دهد.



شکل ۲. روند تغییرات آلاینده‌های SO_2، NO_2 روی ایران در بازه زمانی سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸

Fig2. The trend of changes in NO_2 *and* NO_2 pollutants on Iran in the period 2005 to 2018



شکل ۳. روند تغییرات شاخص NDVI روی ایران در بازه زمانی سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸

Fig3. The trend of changes in NDVI on Iran in the period 2005 to 2018

Deleted: ¶
¶

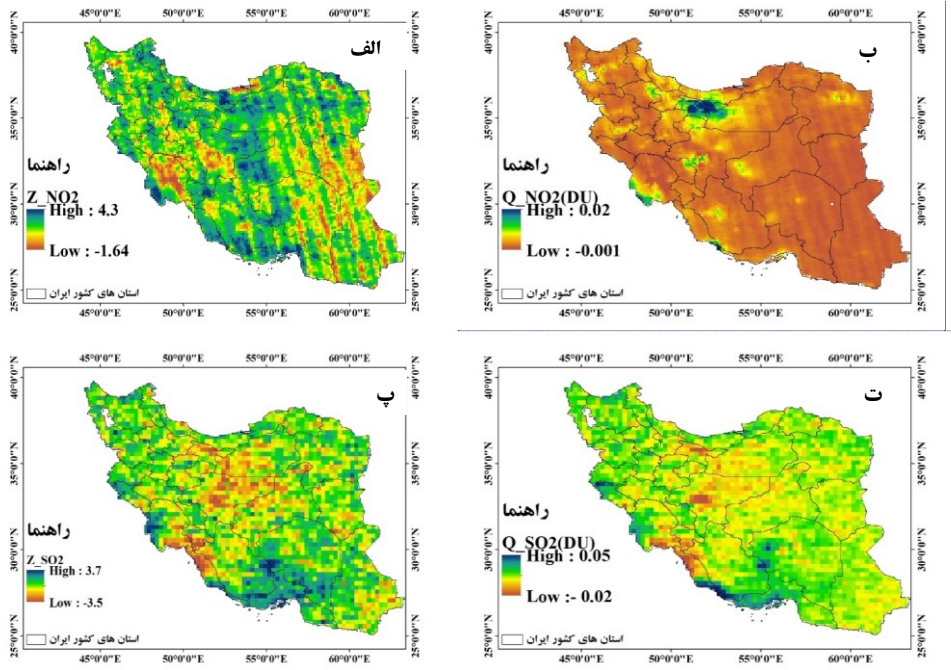
بررسی روند تغییرات آلاینده SO2، NO2 و NDVI با استفاده از آزمون من – کندال Z و شیب تخمین‌گر سن در بازه زمانی ۲۰۱۸–۲۰۰۵

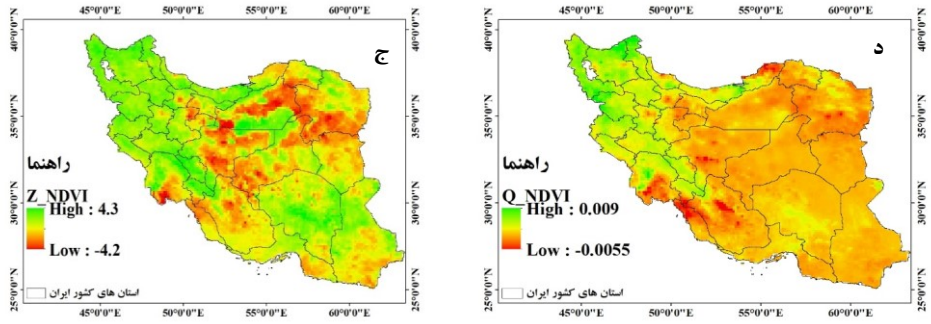
نتایج آماره Z آزمون من – کندال و آماره Qt از شیب تخمین‌گر سن برای SO_2، NO_2 و شاخص پوشش گیاهی برای سال‌های ۲۰۱۸–۲۰۰۵ در شکل ۴ الف تا د آورده شده است. باتوجه‌به شکل ۴– الف آماره Z آزمون من – کندال نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین مقدار آماره Z شاخص $NO2$ به ترتیب ۴/۳ و ۱/۶۴– است. بر اساس جدول ۱ بیش از ۹۸/۵۵ درصد از مساحت کشور روند افزایش این شاخص نشان داده که از این مقدار ۵۹/۹۴ درصد آن روند افزایشی معنی‌داری را نشان داده است. از طرفی دیگر شاخص Q نیز در شکل ۴– ب با نشان‌دادن ۹۸/۷۶ درصد تأیید کنندهٔ افزایش این شاخص است. کاهش شاخص NO_2 با استفاده از اماره Z در ۱/۴۵ درصد از کشور دیده شده که از این مقدار ۰/۲۵ درصد آن کاهش معنی‌داری را نشان داده که شاخص Q نیز این کاهش را با نشان‌دادن ۱/۲۴ درصد کاهش تأیید می‌کند.

روند تغییرات شاخص SO_2 در شکل ۴– پ با استفاده از آماره Z من – کندال نشان داد که روند افزایشی این شاخص در ۵۵/۸۴ درصد از مساحت کشور رخ‌داده که از این مقدار حدود ۸/۸۱ درصد افزایش معنی‌دار این شاخص را دیده است. از طرفی دیگر در ۶۵/۹۴ درصد از مساحت کشور آماره Q در شکل ۴– ت افزایش شاخص SO_2 را تأیید می‌کند. از طرفی دیگر بررسی این شاخص نشان داد که در ۴۴/۱۶ درصد از مساحت کشور این شاخص کاهش داشته که این مقدار ۲/۲۰ درصد معنی‌دار بوده است. همچنین این کاهش را آماره Q در ۳۴/۰۶ درصد از مساحت کشور تأیید می‌کند. روند تغییرات پارامتر پوشش گیاهی NDVI در این بازه زمانی ۱۴ ساله در شکل ۴– ج با استفاده از شاخص Z نشان می‌دهد که این شاخص در ۶۲/۵۸ درصد از مساحت کشور افزایش‌یافته که در حدود ۱۸/۷۷ درصد از مساحت کشور این افزایش معنی‌دار می‌باشد. اماره Q در شکل ۴– د نیز این افزایش پوشش گیاهی را در ۵۹/۳۶ درصد از مساحت کشور تأیید می‌کند. روند کاهشی این شاخص پوشش گیاهی نشان داد که در ۳۷/۱۵ درصد از مساحت کشور کاهش داشته که از این مقدار ۱۱/۷۱ درصد روند کاهشی را معنی‌دار نشان داده از طرفی دیگر شاخص Q کاهش را در ۴۰/۶۴ درصد از مساحت کشور تأیید کرده است. همچنین مطابق شکل ۵– الف با بررسی شرایط بارشی در طی این ۱۴ سال بر روی کشور ایران برحسب میلی‌متر با استفاده از آماره Z من – کندال مشاهده می‌کنیم که در قسمت‌های شمال و شمال غرب کشور، بارش افزایش معنی‌دار ($Z>1/96$) و در بیابان‌های مرکزی و جنوب شرق کشور کاهش معنی‌دار ($Z<1/96$) را دارد و در شکل ۵– ب که آماره Q را برای بارش نشان می‌دهد مشاهده می‌کنیم که تنها در قسمت ساحل شمالی کشور، بارش یک شیب مثبت سالانه بر حسب میلی‌متر را دارد و در اکثر مناطق دارای شیب کاهشی سالانه می‌باشد. با مقایسه شکل

۴- ج و ۵- الف مشاهده می‌کنیم که در رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس با افزایش بارش، پوشش گیاهی منطقه نیز روند افزایشی را به خودش گرفته است، ولی در مناطق بیابانی، این همبستگی بین بارش و پوشش گیاهی وجود ندارد.

در نقشه ایران باید دریاها دیده شوند :[د22] Commented





شکل ۴. آزمون من – کندال z و شیب تخمین‌گر سن برای SO_2، NO_2، شاخص پوشش گیاهی

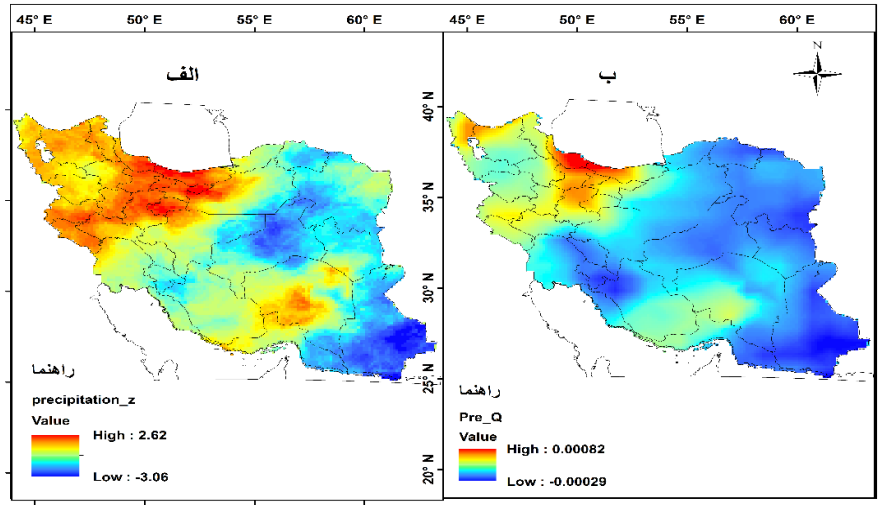
Fig4. Mann-Kendall z test and Sen estimator slope for SO2, NO2 and vegetation index

جدول ۱. مساحت و درصد پارامترهای SO_2، NO_2 و شاخص پوشش گیاهی (NDVI) با آزمون من – کندال z و شیب تخمین‌گر سن

Commented [H23]: نام پارامترها قید گردد.

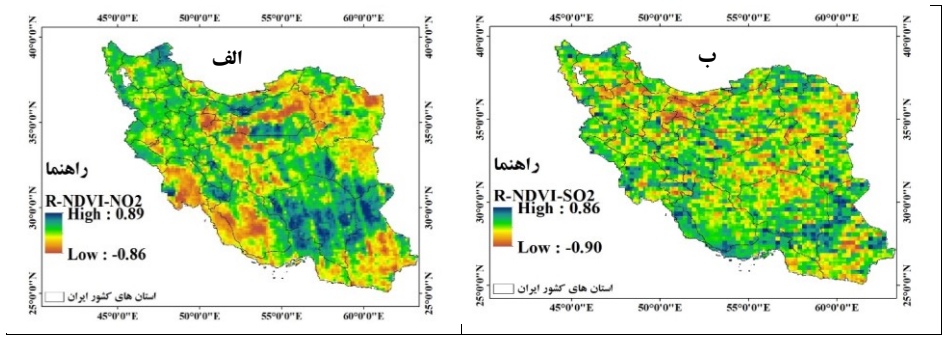
Table1. Area and percentage of parameters NO2, SO2 And NDVI by Man-Kendall z test and slope of Sen estimator

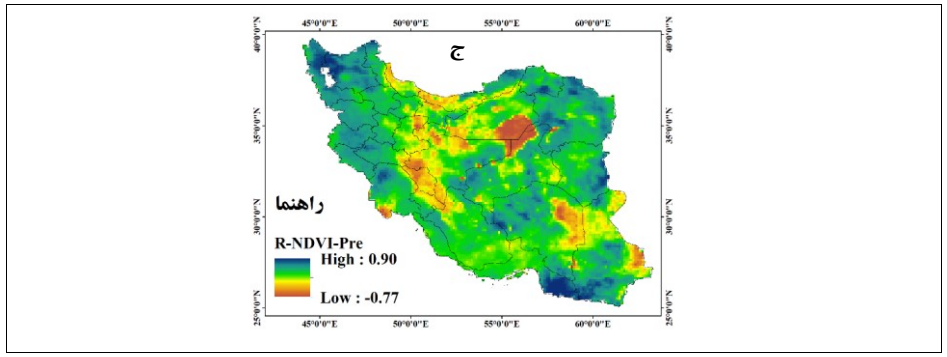
		مساحت (کیلومترمربع)			درصد		
	Z	SO_2	NO_2	NDVI	SO_2	NO_2	NDVI
آزمون من – کندال Z	-1.96<	۳۶۰۹۴	۴۰۶۳	۱۹۲۰۳۲	۲,۱۹	۱,۲۴	۱۱,۶۹
	- 1.96-0	۶۸۸۱۲۵	۱۹۶۸۷	۴۱۷۱۸۷	۴۱,۹۶	۱,۲۰	۲۵,۴۴
	0-1.96	۷۷۱۲۵۰	۶۴۷۹۶۸	۷۲۲۹۶۸	۴۷,۰۳	۳۹,۵۱	۴۴,۰۸
	>1.96	۱۴۴۵۳۱	۹۶۸۲۸۲	۳۰۷۸۱۳	۸,۸۱	۵۹,۰۵	۱۸,۷۷
	Q_t	مساحت (کیلومترمربع)			درصد		
شیب تخمین‌گر سن	> 0	۵۵۸۵۹۴	۲۰۳۱۳	۶۶۶۵۶۲	۳۴	۱,۲	۴۱
	< 0	۱۰۸۱۴۰۶	۱۶۱۹۶۸۷	۹۷۳۴۳۸	۶۶	۹۸,۸	۵۹



شکل ۵. بررسی الف – آماره Z من – کندال و ب – آماره Q برای بارش (میلی‌متر) از سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸ بر روی کشور ایران

Fig5. Study of a) Z statistic of Man-Kendall and b) Q statistic for precipitation (mm) from 2005 to 2018 on Iran





شکل ۶. رابطه همبستگی بین الف) شاخص پوشش گیاهی و آلایندهٔ NO_2 ، ب)شاخص پوشش گیاهی و آلاینده‌ی SO2 ،

ج) شاخص پوشش گیاهی و بارش

Fig6. Correlation between a) Vegetation index and pollution NO_2, b) Vegetation index and SO_2 pollution

C) Vegetation and precipitation index

در شکل۶ الف و ب و جدول ۲ به ترتیب رابطه همبستگی بین شاخص پوشش گیاهی NDVI با NO_2، SO_2 را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از این شکل ۶–الف و جدول ۲ نشان داد که حداکثر همبستگی بین این دو شاخص NDVI و NO2 با R =۰/۸۹ بوده که این همبستگی در ۹۵۶۶۲۵ کیلومتر مربع از سطح کشور که معادل ۵۸/۳۳ درصد از مساحت آن است مثبت بوده که از این مقدار حدود ۵/۳۳ درصد از آن معنی دار بوده است. همچنین این بررسی نشان داد که بین شاخص NDVI و NO_2 در ۴۱/۶۷ درصد از سطح کشور که مساحتی حدود ۶۸۳۳۷۵ کیلومتر مربع دارد یک رابطه منفی با R= -۰/۸۶ می باشد که از این مقدار حدود ۳۵۵۶ کیلومتر مربع که معادل ۰/۲۲ درصد معنی‌دار می باشد. بررسی نتایج حاصل از شکل ۶–ب و جدول ۲ نشان داد که حداکثر همبستگی بین این دو شاخص NDVI و SO_2 با R=۰/۸۶ بوده که بیان کننده همبستگی مثبت بین این دو شاخص در ۶۱/۰۶ درصد مساحت کل کشور که معادل ۱۰۰۱۴۰۵ کیلومتر مربع از آن می باشد. از این مقدار حدود ۱۱/۳۴ درصد معنی داری این رابطه را نشان می دهد. همچنین این بررسی نشان داد که رابطه منفی با R = -۰/۹۰ بین شاخص NDVI و SO_2 در ۳۸/۹۴ درصد از سطح کشور که مساحتی حدود ۶۳۸۵۹۵ کیلومتر مربع دارد می باشد که از این مقدار حدود ۷۴۴۰ کیلومتر مربع معادل ۰/۴۵ همبستگی منفی و معنی داری نشان داده است. همچنین در شکل ۶–ج که همبستگی بین شاخص پوشش گیاهی(NDVI) و بارش را نشان می‌دهد ملاحظه می‌کنیم که حداکثر همبستگی مثبت ۰/۹۰ و حداکثر همبستگی منفی هم ۰/۷۷ می‌باشد که براساس جدول ۲ حدود ۱/۷۸ درصد از کل مساحت کشور ایران که معادل ۲۸۹۰۶ کیلومتر مربع است همبستگی منفی بین این دو شاخ وجود دارد منتها ۶۴/۸۱ درصد از کشور مساحت کشور که معادل ۱۰۶۲۹۶۹ کیلومترمربع است یک همبستگی مثبت بین پوشش گیاهی و بارش وجود دارد.

جدول ۲. رابطه همبستگی بین آلاینده‌های SO2 و NO2 و بارش با NDVI برحسب مساحت و درصد

Table2. Correlation between SO2 and NO2 pollutants and precipitation with NDVI in terms of area and percentage

		مساحت (کیلومترمربع)		درصد		مساحت(کیلومترمربع)	درصد
		NDVI- NO2	NDVI- SO2	NDVI- NO2	NDVI- SO2	NDVI- Precipitation	NDVI- Precipitation
رابطه همبستگی	**R <-۰/۵**	۳۶۵۶	۷۴۴۰	۰/۲	۰/۴۵	۲۸۹۰۶	۱/۷۸
	-۰/۵<R<۰	۶۸۳۳۷۵	۶۳۱۱۵۶	۴۱/۶۷	۳۸/۴۸	۲۶۵۹۳۷	۱۶/۲۱
	۰<R<+۰/۵	۸۶۹۲۸۱	۸۱۵۴۶۸	۵۳	۴۹/۷۲	۲۸۲۱۸۷	۱۷/۲۰
	R >+۰/۵	۸۷۳۴۴	۱۸۵۹۳۷	۵/۳۳	۱۱/۳۴	۱۰۶۲۹۶۹	۶۴/۸۱

۵- بحث و نتیجه گیری

در مطالعه حاضر به علت وجود نداشتن دستگاهی که بتواند غلظت آلاینده‌ها را از سطح زمین اندازه‌گیری کند تا مقدار خطا را کاهش دهد از داده‌های ماهواره‌ای استفاده کردیم و با بررسی غلظت ستون قائم از سطح زمین تا ارتفاع لایه‌مرزی آلاینده‌های SO_2 و NO_2 توسط سنجنده دیدبانی ازون (OMI) که بر روی ماهواره زمین‌گرد AURA نصب شده است و همچنین بررسی شاخص پوشش گیاهی (NDVI) با رزولوشن ۱۰ کیلومتر بر روی کشور ایران، روند تغییرات سالانه این سه پارامتر نشان داده شد و همانطور که در شکل ۲ مشاهده کردید غلظت آلاینده‌های SO_2 و NO_2 به‌طورکلی در بازه زمانی ۲۰۱۸-۲۰۰۵ افزایشی بوده ولی از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۸روند کاهشی به خود گرفته و مقدار پوشش گیاهی نیز افزایشی بوده است. همچنین با روش‌های آماری من -کندالZ و شیب تخمین‌گر سن نیز این پارامترها مورد بررسی قرار گرفت که این دو روش آماری را برای همه پارامترها اعمال کرده و تغییرات این پارامترها برحسب مساحت و پوشش گیاهی مورد بررسی قرار گرفت. به‌طوری که آزمون من-کندالZ برای SO_2 نشان می‌دهد که در کلان‌شهرها و شهرهایی که پالایشگاه، کوره‌های نفتی و نیروگاه‌ها وجود دارند روند افزایش معنی‌داری برای این آلاینده وجود دارد که مساحت آن در حدود ۱۴۴۵۳۱ کیلومترمربع است دارد. خوخار و همکاران (۲۲) در مطالعه بررسی غلظت ستون قائم SO_2 روی پاکستان بیان کردند که علت افزایش غلظت این آلاینده در سال‌هایی ۲۰۰۵-۲۰۱۱ استفاده زیاد از کوره های نفتی برای تولید نیروگاه‌های حرارتی و منابع دیگری همچون فعالیت‌های انسان‌ساخت، فعالیت‌های صنعتی و نیروگاه‌ها است.

NO_2 نیز در کلان‌شهرها با مساحت ۹۶۸۲۸۲ کیلومترمربع معادل ۵۹/۰۶ درصد مساحت کل کشور به علت تعداد بالای کارخانه‌ها، وسایل حمل و نقل و غیره روند افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد و تنها ۱/۲۴ درصد از کل منطقه کاهش معنی‌داری را برای NO2 نشان می‌دهد. خوخار و همکاران(۱۴) با بررسی تغییرات تروپوسفری NO_2 روی پاکستان به این نتیجه رسید که منابع طبیعی نشر این آلاینده مربوط به خاک و آب و هوا می‌باشد و منابع انسان‌ساخت همچون سوخت‌های فسیلی، نیروگاه‌ها و وسایل حمل و نقل می‌باشد. با بررسی آزمون من-کندالZ برای شاخص پوشش گیاهی مشاهده می‌کنیم که تقریبا ۶۲/۸۵ درصد کشور افزایش پوشش گیاهی را نشان می‌دهد که حدود ۱۸/۷۷ درصد آن معنی‌دار بوده است و همچنین ۳۷/۱۳ درصد از منطقه روند کاهشی را نشان می‌دهد که ۱۱/۶۹ درصد آن معنی‌دار بوده است. رابطه همبستگی بین شاخص پوشش گیاهی و آلاینده‌های SO_2 و NO_2 نشان داده شده است که ۴۱/۶۴ درصد از منطقه دارای همبستگی منفی و ۵۸/۳۶ درصد نیز همبستگی مثبت بین NDVI و NO_2 وجود دارد همچنین ۳۸/۹۳ درصد مساحت کشور همبستگی منفی و ۶۱/۰۷ درصد از منطقه نیز همبستگی مثبتی بین NDVI و NO_2 وجود دارد. ژئو و همکاران (۳۶) در مطالعه بررسی اثرات آلودگی هوا بر پوشش گیاهی در چین بیان داشتند که اثرات آن در قسمت‌های مختلف چین متفاوت بوده است به طوری که رابطه NDVI و شاخص کیفیت هوا در قسمت‌های شرق، مرکز و جنوب مثبت و بالا بوده این در حالی است که قسمت های شمال، شمال شرق و شمال غربی این رابطه ضعیف بوده است. همانطور که مشاهده می‌کنید در مناطق کویری مرکز و شرق کشور یک رابطه همبستگی مثبت بین شاخص پوشش گیاهی و آلاینده ی NO_2 وجود دارد، درواقع در این مناطق به علت فعالیت‌های کم صنعتی و و تراکم پایین جمعیت مقدار این آلاینده کم بوده و همچین به علت کویری بودن این مناطق، بارندگی نیز کم و به دنبال آن پوشش گیاهی منطقه ضعیف خواهد بود و پوشش گیاهی موجود هم می‌تواند ناشی از آب‌های جاری و رودخانه‌ای باشد. همچنین در مناطق ساحلی خلیج فارس یک همبستگی منفی بین شاخص پوشش گیاهی و آلاینده‌ی NO_2 وجود دارد. با توجه به شکل ۵-الف مشاهده می‌کنید که بارش در این مناطق کاهشی بوده ولی مقدار آلاینده‌ی NO_2 روند افزایشی را داشته است. رضوی ترمه و همکاران(۲۳) به این نتیجه رسیدند که در مناطقی که مقدار بارندگی و پوشش گیاهی کم باشد مقدار الایندهای موجود در هوا از قبیل SO_2، NO_2 ، CO و O_3 افزایش یافته است.

منابع مورداستفاده

1. Aristeidis, K., Georgoulias, l., Ronald, J., van der. A., Piet Stammes. K., Folkert Boersma Hek, J., Eskes. 2018. Trends and trend reversal detection in two decades of tropospheric NO2 satellite observations. Atmos. Chem. Phys. Discuss.. https://doi.org/10.5194/acp-2018-988.
2. Bruce, g., Miller. 2017. The Effect of Coal Usage on Human Health and the Environment. Clean Coal Engineering Technology (Second Edition)

Commented [۲۴د]: ۱.نتایج با منابع دیگر مقایسه نشده‌اند
نتایج را با مطالعات دیگر مقایسه نمایید.

۲.پیشنهادات تحقیقات آتی ارائه نشده است

بحث و نتیجه‌گیری این مطالعه به طور کلی مناسب و جامع است، اما ایرادات فنی و علمی زیر را می‌توان در آن یافت:
۱.استفاده از داده‌های ماهواره‌ای به تنهایی برای اندازه‌گیری غلظت آلاینده‌ها ممکن است با خطا همراه باشد. بهتر بود از داده‌های زمینی نیز برای تأیید و کاهش خطای داده‌های ماهواره‌ای استفاده می‌شد.
۲.بررسی تغییرات روندی پارامترها(SO2 ، NO2و (NDVIتنها با استفاده از آزمون های آماری من-کندال Z و شیب تخمین‌گر سن محدود است. بهتر بود از سایر آزمون‌های آماری مانند رگرسیون خطی نیز برای تحلیل دقیق‌تر روندها استفاده می‌شد.
۳.در تحلیل همبستگی بین NDVI و آلاینده‌ها، عوامل دیگری مانند شرایط آب و هوایی، توپوگرافی و نوع کاربری اراضی نیز باید در نظر گرفته می‌شد تا تفسیر روابط بهتر انجام گیرد.
٤.نتیجه‌گیری در مورد افزایش رابطه همبستگی مثبت پوشش گیاهی و و آلاینده ی NO_2 در بخش‌های کویری مرکز و شرق کشور که به دلیل فعالیت‌های کم صنعتی و تراکم پایین جمعیت بوده، نیاز به توضیح بیشتری دارد.
٥.در بحث رابطه بین NDVI و آلاینده‌ها در مناطق ساحلی خلیج فارس، عوامل دیگری مانند تأثیر فعالیت‌های انسانی و صنعتی در این مناطق نیز باید لحاظ می‌شد.
در مجموع، استفاده از داده‌های ترکیبی زمینی و ماهواره‌ای، بکارگیری تحلیل‌های آماری متنوع‌تر و لحاظ کردن عوامل محیطی دیگر می‌توانست منجر به نتیجه‌گیری دقیق‌تر در این مطالعه شود
در ثانی
•ساختار منسجم متن :برخی بخش‌ها از متن به نظر می‌رسد که به هم پیوسته نیستند و ارتباط منطقی کافی با یکدیگربخصوص با عنوان ندارند. لازم است که ساختار متن به گونه‌ای باشد که خواننده بتواند به راحتی اطلاعات را متوجه شود.
•استفاده از منابع معتبرو جدید :در متن اشاره‌ای به منابع مرجع یا مؤیدی نشده است. استفاده از منابع معتبر و ارجاع آنها، اعتبار و قابلیت اطمینان متن را افزایش می‌دهد.

Deleted: لایه مرزی

Deleted: سنجنده‌ی

Commented [25د]: تمام رفرنسها شماره صفحات بایدداشته باشد

3. Caiwang Zheng, Chuanfeng Zhao, Yanping Li, Xiaolin Wu, Kaiyang Zhang, Jing Gao, Qi Qiao, Yuanzhe Ren, Xi Zhang, and Fahe Chai, 2018, Spatial and temporal distribution of NO2 and SO2 in Inner Mongolia urban agglomeration obtained from satellite remote sensing and groundobservations, Atmospheric Environment 188 (2018) 50–59.
4. Dehshiri, M.,Beiki, E. 2015. Investigation of vegetation change (NDVI) and its relationship with rainfall using remote sensing (Case study: Taft city in Yazd province), Journal of Civil Engineering.
5. De Jong, R., De Bruin, S., de Wit, A., Schaepman, M. E. and Dent, D. L. 2011. Analysis of monotonic greening and browning trends from global NDVI time-series. Remote Sensing of Environment, 115 (2), 692-702.
6. Eskandari, H., Borji, M., Khosravi, H. and Mesbahzadeh, T. 2016. Desertification of forest, range and desert in Tehran province, affected by climate change. Solid Earth, 7 (3), 905-915.
7. Fensholt, R. and Rasmussen, K. 2011. Analysis of trends in the Sahelian 'rain-use efficiency'using GIMMS NDVI, RFE and GPCP rainfall data. Remote Sensing of Environment, 115 (2), 438-451.
8. Gao, Y., Huang, J., Li, S. and Li, S. 2012. Spatial pattern of non-stationarity and scale-dependent relationships between NDVI and climatic factors—a case study in Qinghai-Tibet Plateau, China. Ecological Indicators, 20, 170-176.
9. Hayashida. S.. Kajini. M.. Deushi.M.. Thomas. T. (2018). Seasonality of the lower tropospheric ozone over China observed by the Ozone Monitoring Instrument.
10. Hilboll.A..Richter.A. and Burrows.J.P.: Long-term changes of tropospheric NO_2 over megacities derived from multiple satellite instruments, Atmos. Chem. Phys., 13, 4145–4169, https://doi.org/10.5194/acp-13-4145-2013, 2013.
11. John.H..Seinfeld. Spyros.N. Pandis(2016). Atmospheric Chemistry.
12. Kanaya. Y.. Irie. H.. Takashima. H.. Iwabuchi. H.. Akimoto. H.. Sudo. K.. Gu. M.. Chong. J.. Kim. Y. J.. Lee. H.. Li. A.. Si. F.. Xu. J.. Xie. P.-H.. Liu. W.-Q.. Dzhola. A.. Postylyakov. O.. Ivanov. V.. Grechko, E.. Terpugova. S.. and Panchenko. M.: Long-term MAX-DOAS network observations of NO_2 in Russia and Asia (MADRAS) during the period 2007–2012: instrumentation, elucidation of climatology, and comparisons with OMI satellite observations and global model simulations, Atmos. Chem. Phys., 14, 7909–7927, https://doi.org/10.5194/acp-14-7909-2014, 2014.
13. Kendall, M., Rank Correlation Methods, Charles Griffin, London 1975.
14. Khokhar,M.F., Razzaq Khan, Waseem., Javed, Zeeshan., Car Max-DOAS measurements of NO2 in Toli peer, Azad Jammu & Kashmir- PAKISTAN. 2014. Second Annual Regional Atmospheric Science Workshop
15. Kiyani, S. Siyadat, S, A,. Mashayekhi, sh. 2015. Evaluation of the effect of dust on the morphology and physiology characteristics of plant growth, International Dust Conference, Ahvaz..
16. Lamchin, M., Park, T., Lee, J. Y. and Lee, W. K. 2015. Monitoring of vegetation dynamics in the Mongolia using MODIS NDVIs and their relationship to rainfall by natural zone. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 43 (2), 325-337.
17. Lingaswamy. A.P..Arafath, S.M.. Balakrishnaiah. G.. Rama Gopal. K.. Siva Kumar Reddy. N..Raja Obul Reddy.K.. Chakradhar Rao.T. Observations of trace gases, photol ysis rate coefficients and model simulations over semi-arid region, India Atmos. Environ., 158 (2017), pp. 246-258, 10.1016/j.atmosenv.2017.03.048.
18. Luo, L., Ma, W.,Zhuang, y., 2018. The impacts of climate change and human activities on alpine vegetation and permafrost in the Qinghai-Tibet Engineering Corridor. Ecological Indicators Volume 93, October 2018, Pages 24-35
19. Mahmoudi P, Firouzi F, Tavosi T. 2018. Investigating the statistical relationship between climatic and hydrological variables with Vegetation Dynamics in a dry climate (Case study: Sistan plain in eastern Iran). Dese rt Management, No. 11, Spring & Summer, 2018, pp 99-111.
20. MashhadizadehMaleki,S., Bayat, A. 2016. Time series spectral analysis of nitrogen dioxide in Tehran by measuring OMI sensor. Fifth National Conference on Air and Noise Pollution Management, Razi International Conference Center. (in Persian).
21. Oldman,L.R.,1991. Global Extent of Soil Degradation. ISRIC Bi-Annual Report 1991-1992, pp. 19-36.
22. Rabbia, M., Khokhar,M.F., Asma Noreen, Salman Atif, Khalid Rehman Hakeem, 2018, Multi-sensor temporal assessment of tropospheric nitrogen dioxide column densities over Pakistan, Environmental Science and Pollution Research https://doi.org/10.1007/s11356-017-1176-7.
23. Razavi-Termeh, Seyed V., Abolghasem Sadeghi-Niaraki, and Soo-Mi Choi. 2021. Spatial Modeling of Asthma-Prone Areas Using Remote Sensing and Ensemble Machine Learning Algorithms. *Remote Sensing* 13, no. 16: 3222. https://doi.org/10.3390/rs13163222
24. Sen, P. K. 1968. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. Journal of the American statistical association, 63 (324), 1379-1389.
25. Seinfeld, J.. and Pandis, H.. 2008. Atmospheric Chemistry and Physics(2006): From Air Pollution to Climate Change. 2nd Edn. 2006. John Wiley & Sons.Hoboken. New Jersey
26. SHreipour, z., Aliakbari Bidokhti, A. 2013. Investigation of the status of Tropospheric NO_2 in Iran during the years 2004 to 2012. Journal of Ecology. 65-78. (in Persian).
27. Song. C.. Wu. L. 2017. Air pollution in China: Status and spatiotemporal variations Environmental Pollution
28. Symeonakis E, Koukoulas s. 2003. A landuse change and land degradation study in spain and Greece using remote sensing and GIS.

Commented [26ر]: تمام رفرنسها شماره صفحات بايدداشته باشد

Commented [27ر]: تمام رفرنسها شماره صفحات بايدداشته باشد

29. Thompson, M., Gamage, D., Hirotsu, N. 2017. Effects of Elevated Carbon Dioxide on Photosynthesis and Carbon Partitioning: A Perspective on Root Sugar Sensing and Crosstalk. https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00578

30. Zhou, M., Huang, Y. and Li, G. (2021). Changes in the concentration of air pollutants before and after the COVID-19 blockade period and their correlation with vegetation coverage. Environmental Science and Pollution Research, 28(18), 23405-23419.

31. Zehzad B, Bahram H, Kiabi, Madjnoonian H. 2002. The naturalareas and landscape of Iran: an overview, Zoology in the Middle East, 26:1, 7-10

Commented [28د]: تمام رفرنسها شماره صفحات بایدداشته باشد

چکیده مبسوط

هم‌زمان با پیشرفت تکنولوژی و صنعت، بحث آلودگی هوا یکی از مشکلات جدی در جهان امروز است که می‌تواند تعادل اکولوژیکی را به هم بریزد. افزایش آلاینده‌ها در هوا، هم به طور مستقیم (سمی بودن) و هم به طور غیرمستقیم با تغییر خاک می‌تواند روی گیاهان اثرات منفی داشته باشد. عمده‌ترین منابع انسانی آلودگی هوا شامل: صنعت و انرژی‌های متعارف (نفت، زغال‌سنگ و چوب)، کشاورزی، نقل و انتقالات جاده‌ای و شهرنشینی است. مهم‌ترین آلاینده‌های گازی، سولفوردی‌اکسید(SO_2) و نیتروژن‌دی‌اکسید(NO_2) می‌باشند. سولفوردی‌اکسید(SO_2) مهم‌ترین و رایج‌ترین آلایندهٔ هوا است که به مقدار زیاد در احتراق زغال‌سنگ و سایر سوخت‌ها در مصارف صنعتی و خانگی تولید می‌شود و مؤلفه‌ی اصلی باران‌های اسیدی است، همچنین در هنگام ذوب سنگ معدن نیز سولفید تولید می‌شود. آلایندهٔ مهم و تأثیرگذار بعدی نیتروژن دی‌اکسید (NO_2) است که خیلی سریع با سایر آلاینده‌های هوا واکنش نشان می‌دهد، به ریه‌ها نفوذ کرده و به عملکرد ریه‌ها آسیب بزنند. **هدف از این تحقیق بررسی غلظت ستون قائم آلابنده های نیتروژن‌دی‌اکسید و سولفوردی‌اکسید و به همراه تحلیل روند این آلاینده‌ها دربازه زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸و همچنین تاثیر این آلاینده‌ها بر شاخص پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه است.** با توجه به این‌که الاینده‌ها همراه با جریانات جوی تا ارتفاعات بالا نیز حرکت می‌کنند و به علت عدم وجود دستگاهی که بتواند غلظت آلاینده‌ها را از سطح زمین اندازه‌گیری کند تا مقدار خطا را کاهش دهد از داده‌های ماهواره‌ای استفاده کردیم و برای محاسبه‌ی دقیق‌تر غلظت آلاینده‌ها از داده‌های غلظت ستون قائم وردسپهری (NO_2 (Vertical Column Density و غلظت ستون قائم تا لایه مرزی برای آلاینده‌ی SO_2 توسط سنجنده‌ی دیدبانی ازون (Ozon Monitoring Index) استفاده شده است. این سنجنده که بر روی ماهواره زمین‌گرد AURA نصب شده است تابش بازپراکنده‌ی خورشید را در محدوده‌ی طیفی (۵۰۰- ۲۷۰) نانومتر اندازه‌گیری می‌کند که دارای تفکیک طیفی ۰/۵ نانومتر می‌باشد. این داده‌ها در واقع برآوردی از تعداد مولکول‌های NO_2 در یک سطح مقطع ستون جوی از سطح زمین تا قله وردسپهر که ۲۰۰ hPa می‌باشد که بر حسب $molec/cm^2$ تهیه شده‌اند (http://www.temis.nl/airpollution/no2.html). در این مطالعه از داده‌های ماهواره‌ای ماهانه با تفکیک مکانی. ۰/۱۲۵× ۰/۱۲۵ درجه برای NO_2 و ۰/۲۵درجه برای SO_2 در دوره‌ی ۱۴ ساله از ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸ استفاده شده است. برای بررسی پوشش گیاهی در این تحقیق از تصاویر تولیدات ماهانه‌ی شاخص پوشش گیاهی NDVI ماهواره ترا، سنجنده‌ی مودیس MOD13A2 در بازه زمانی مد نظر و با رزولوشن مکانی۰/۱۲۵ درجه استفاده شده است. **که با استفاده از روش‌های آماری من - کندال Z و شیب تخمین‌گر سن، همبستگی غلظت ستون قائم این آلاینده‌ها و شاخص پوشش گیاهی (Normalized Difference Vegetation Index) در یک دوره ۱۴ ساله (۲۰۱۸-۲۰۰۵) بر روی کشور ایران موردمطالعه قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که در طی این ۱۴ سال، روند غلظت این آلاینده‌ها در کلان‌شهرها و همچنین شهرهای صنعتی افزایشی معنی‌داری داشته درحالی‌که در برخی از این مناطق روند کاهشی نیز وجود داشته است. کلان‌شهر تهران دارای بیشترین شیب افزایشی در طی این ۱۴ سال بوده است به‌طوری‌که هرساله شاهد آلودگی بسیار زیاد در شهر تهران هستیم.** روند تغییرات غلظت SO_2 با شیب مثبت ۰/۰۰۱۳ و ضریب تبیین ۰/۵ و همچنین روند تغییرات غلظت NO_2 و با شیب مثبت ۰/۰۰۱۳ و ضریب تبیین ۰/۷۴ در حال افزایش است. همچنین روند تغییرات متوسط شاخص NDVI نیز با شیب مثبت ۰/۰۰۰۶ با ضریب تبیین ۰/۲۶ در حال افزایش بوده است. ضریب تبیین بالای ۰/۵، روند مثبت و افزایشی و ضریب تبیین زیر ۰/۵، روند منفی و کاهشی را نشان می‌دهد آزمون من-کندالZ برای SO_2 نشان می‌دهد که در کلان‌شهرها و شهرهایی که پالایشگاه، کوره‌های نفتی و نیروگاه‌ها وجود دارند روند افزایش معنی‌داری برای این آلاینده وجود دارد که مساحت آن در حدود ۱۴۴۵۳۱ کیلومترمربع است دارد. **برای آلایندهٔ سولفور دی‌اکسید ۵۸/۳۶ درصد همبستگی مثبت با شاخص پوشش گیاهی و ۴۱/۶۴ درصد همبستگی منفی را نشان می‌دهد. این به این معنی است که آلاینده‌ها به‌تنهایی نمی‌توانند باعث افزایش و یا کاهش پوشش گیاهی در منطقه شوند ولی می‌توانند تأثیر هرچند کمی را در تغییر پوشش گیاهی داشته باشند. در مناطق کویری مرکز و شرق کشور یک رابطه همبستگی مثبت بین شاخص پوشش گیاهی و آلایندهٔ نیتروژن دی‌اکسید وجود دارد. همچنین در مناطق ساحلی خلیج‌فارس یک همبستگی منفی بین شاخص پوشش گیاهی و آلایندهٔ نیتروژن دی‌اکسید وجود دارد به‌طوری‌که بارش در این مناطق کاهشی بوده ولی مقدار آلایندهٔ نیتروژن دی‌اکسید روند افزایشی را داشته است.** NO_2 نیز در کلان‌شهرها با مساحت ۹۶۸۲۸۲ کیلومترمربع معادل ۵۹/۰۶ درصد مساحت کل کشور به علت تعداد بالای کارخانه‌ها، وسایل حمل و نقل و غیره روند افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد و تنها ۱/۲۴ درصد از کل منطقه کاهش معنی‌داری را برای NO2 نشان می‌دهد. خوخار و همکاران با بررسی تغییرات تروپوسفری NO_2 روی پاکستان به این نتیجه رسید که منابع طبیعی نشر این آلاینده مربوط به خاک و آب و هوا می‌باشد و منابع انسان‌ساخت همچون سوخت‌های فسیلی، نیروگاه‌ها و وسایل حمل و نقل می‌باشد، با بررسی آزمون من-کندالZ برای شاخص پوشش گیاهی مشاهده می‌کنیم که تقریبا ۶۲/۸۵ درصد کشور افزایش پوشش گیاهی را نشان می‌دهد که حدود ۱۸/۷۷ درصد آن معنی‌دار بوده است و همچنین ۳۷/۱۳ درصد از منطقه روند کاهشی را نشان می‌دهد که ۱۱/۶۹ درصد آن معنی‌دار بوده است. رابطه همبستگی بین شاخص پوشش گیاهی و آلاینده‌های SO_2 و NO_2 نشان داده شده است که ۴۱/۶۷ درصد از منطقه دارای همبستگی منفی و ۵۸/۳۶ درصد نیز همبستگی مثبت بین NDVI و NO_2 وجود دارد همچنین ۳۸/۹۳ درصد مساحت کشور همبستگی منفی و ۶۱/۰۷ درصد از منطقه نیز همبستگی مثبتی بین NDVI و NO_2 وجود دارد. همانطور که مشاهده می‌کنید در مناطق کویری مرکز و شرق کشور یک رابطه همبستگی

Commented [د۲۹]: ساختار چکیده مبسوط اصلاح شود:
در ادامه به توضیح ساختار هر بخش می‌پردازم:

۱. مقدمه:
در این بخش، مطرح می‌شود که موضوع پژوهش چیست و چرا انجام شده است. همچنین، مسئله‌ای که پژوهش بررسی می‌کند، واهمیت آن برای حوزه مربوطه توضیح داده می‌شود. مقدمه ممکن است شامل مروری اجمالی از پژوهش‌های قبلی، شناخت محدودیت‌ها و نیازهای موجود و اهداف پژوهش باشد.

۲. روش تحقیق:
در این بخش، روش‌های استفاده شده برای انجام پژوهش توضیح داده می‌شود. این شامل توضیح مراحل طراحی پژوهش، نمونه‌برداری، جمع‌آوری داده‌ها، ابزارها و روش‌های تحلیل است. اطلاعاتی درباره طرح پژوهش، مشخصات نمونه، روش‌های اندازه‌گیری و تحلیل داده‌ها، و إجرای آزمایش‌ها و تجربیات می‌تواند در این بخش ذکر شود.

۳. نتایج و بحث:
در این بخش، نتایج اصلی پژوهش به صورت خلاصه ارائه می‌شوند. این می‌تواند شامل آمارهای مهم، داده‌های عددی، نمودارها و جداول باشد. سپس، در بخش بحث، نتایج مورد بررسی قرار می‌گیرند و با پرسش‌ها و هدف‌های پژوهش مقایسه می‌شوند. استنتاج‌ها و تفسیرهای مربوط به نتایج نیز در این بخش ارائه می‌شوند.

٤. نتیجه‌گیری:
در این بخش، نتیجه‌گیری‌های اصلی پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرند. مهمترین یافته‌ها و پیام‌هایی که از پژوهش به دست آمده است، خلاصه می‌شوند و اهمیت آن‌ها برای حوزه مربوطه بیان می‌شود. همچنین، پیشنهاداتی برای پژوهش‌های آتی و توسعه‌های آینده ممکن است در این بخش ذکر شوند.

ساختار فوق چهار بخش اصلی پژوهش را که می‌تواند در مقالات علمی استفاده شود، شامل می‌شود. البته، بسته به نوع پژوهش و رشته مورد بررسی، ساختار ممکن است تغییر کند و بخش‌های د٤. نتیجه‌گیری:
در این بخش، نتیجه‌گیری‌های اصلی پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرند. این بخش به صورت خلاصه مروری بر نتایج و مهمترین یافته‌های پژوهش است. همچنین، در این بخش می‌توان پاسخ به سؤالات تحقیق، تأکید بر اهمیت نتایج، بررسی تطبیقی نتایج با مطالعات قبلی و ارائه پیشنهادها و توصیه‌های عملی برای پژوهش‌های آتی را ...ت. نتیجه‌گیری باید به صورت مختصر و واضح ارائه

مثبت بین شاخص پوشش گیاهی و آلاینده ی NO_2 وجود دارد، درواقع در این مناطق به علت فعالیت‌های کم صنعتی و و تراکم پایین جمعیت مقدار این آلاینده کم بوده و همچین به علت کویری بودن این مناطق، بارندگی نیز کم و به دنبال آن پوشش گیاهی منطقه ضعیف خواهد بود و پوشش گیاهی موجود هم می‌تواند ناشی از آب‌های جاری و رودخانه‌ای باشد. همچنین در مناطق ساحلی خلیج فارس یک همبستگی منفی بین شاخص پوشش گیاهی و آلاینده‌ی NO_2 وجود دارد. با توجه به شکل ۵-الف مشاهده می‌کنید که بارش در این مناطق کاهشی بوده ولی مقدار آلاینده‌ی NO_2 روند افزایشی را داشته است.

کلیدواژه‌ها: سنجنده، پوشش گیاهی، سولفور دی‌اکسید، نیتروژن دی‌اکسید، ایران.

Investigation of the relationship between air pollutant concentrations (NO2 and SO2) with vegetation index (NDVI)

Ali Soleymani Damaneh[1], Abbasali Aliakbari bidokhti[2], Abolhassan Gheibi[3*], Hossein Malakooti[4], Hadi Eskandari Damaneh[5]

1. PhD. Student of Meteorology, Faculty of Marine Science and Technology, university of Hormozgan, Iran
2. Professor, Departman of Space Physics, Institute of Geophysics, university of Tehran,Iran
3. Associate Professor, Fuculty of Science, University of Hormozgan, Iran
4. Associate Professor, Faculty of Marine Science and Technology, university of Hormozgan, Iran
5. PhD. Desertification, Faculty of Agriculture and Natural Resources , University of Hormozgan, Iran

Commented [30ɔ]: ایمیل نویسنده مسوول زیرنویس شود

Abstract

With the advancement of technology and industry, the issue of air pollution is one of the serious problems in the world today that can upset the ecological balance. Increased air pollutants, both directly (toxicity) and indirectly by soil change can have negative effects on plants. The main human sources of air pollution include: industry and conventional energy (oil, coal and wood), agriculture, road transport and urbanization. The most important gaseous pollutants are sulfur dioxide (SO2) and nitrogen dioxide (NO2). Sulfur dioxide (SO2) is the most important and common air pollutant that is produced in large quantities in the combustion of coal and other fuels for industrial and domestic use and is the main component of acid rain. Sulfide is also produced during ore smelting. The next most important and effective pollutant is nitrogen dioxide (NO2), which reacts rapidly with other air pollutants, penetrates the lungs, and impairs lung function. The purpose of this study is to investigate the vertical column concentrations of nitrogen dioxide and sulfur dioxide pollutants and to analyze the trend of these pollutants in the period 2005 to 2018 and also the impact of these pollutants on vegetation index in the study area. Due to the fact that pollutants move to high altitudes along with atmospheric currents, and due to the lack of a device that can measure the concentration of pollutants from the ground to reduce the amount of error, we used satellite data and to calculate the concentration of pollutants more accurately. Vertical Column Density NO2 and Vertical Column Density to the Boundary Layer were used for SO2 pollution by Ozone Monitoring Index. The sensor, mounted on the AURA orbiting satellite, measures the sun's scattered radiation in the spectral range (270-500) nanometers, which has a spectral resolution of 0.5 nanometers. These data are in fact an estimate of the number of NO2 molecules in a cross-sectional area of the atmosphere from the ground to the Wordspehr peak, which is 200 hPa, prepared in terms of 2 molecules / cm (((http://www.temis.nl/airpollution

/no2.html). In this study, monthly satellite data with spatial breakdown. 0.125 * 0.125 degrees was used for NO_2 and 0.25 degrees for SO_2 in the 14-year period from 2005 to 2018. In order to study the vegetation in this research, the images of the monthly production of the NDVI vegetation index of Terra satellite, MOD13A2 sensor in the considered time period and with a spatial resolution of 0.125 degrees have been used. Using Mann - Kendall Z statistical methods and age estimation slope, the correlation of vertical column concentration of these pollutants and vegetation index (Normalized Difference Vegetation Index) in a 14-year period (2005-2008) on Iran has been studied. The results show that during these 14 years, the concentration of these pollutants in metropolitan areas as well as industrial cities has increased significantly, while in some of these areas there has been a decreasing trend. The metropolis of Tehran has had the highest upward slope during these 14 years, so that every year we see a lot of pollution in the city of Tehran. The trend of changes in SO2 concentration with a positive slope of 0.0013 and an explanation coefficient of 0.5 and also the trend of changes in NO2 concentration with a positive slope of 0.0013 and an explanation coefficient of 0.74 is increasing. Also, the trend of average changes in NDVI index with a positive slope of 0.0006 with an explanation coefficient of 0.26 has been increasing. Explanation coefficient above 0.5 shows positive and increasing trend and explanation coefficient below 0.5 shows negative and decreasing trend. Mann-Kendall Z test for SO2 shows that in metropolises and cities where there are refineries, oil furnaces and power plants, the trend is increasing. There is a significance for this pollutant, which has an area of about 144531 square kilometers. For sulfur dioxide pollutant, 58.36% shows a positive correlation with vegetation index and 41.64% shows a negative correlation. This means that pollutants alone can not increase or decrease vegetation in the area, but can have a small effect on vegetation change. In the desert regions of the center and east of the country, there is a positive correlation between vegetation index and nitrogen dioxide pollutants. Also, in the coastal areas of the Persian Gulf, there is a negative correlation between vegetation index and nitrogen dioxide pollutants, so that rainfall in these areas was decreasing, but the amount of nitrogen dioxide pollutants was increasing. NO2 in metropolitan areas with an area of 968282 square kilometers, equivalent to 59.06% of the total area of the country due to the high number of factories, transportation, etc. shows a significant increase and only 1.24% of the total area shows a significant decrease for NO2 . Khokhar et al. by examining the tropospheric changes of NO2 in Pakistan concluded that the natural sources of emissions of this pollutant are related to soil and climate and man-made sources such as fossil fuels, power plants and means of transport, by examining my test - We see Kendall Z for vegetation index that approximately 62.85% of the country shows an increase in vegetation, of which about 18.77% was significant and also 37.13% of the region shows a decreasing trend, of which 11.69%. Has been meaningful. The correlation between vegetation index and SO2 and NO2 pollutants has been shown that 41.67% of the region has a negative correlation and 58.36% has a positive correlation between NDVI and NO2. Also 38.93% of the country has a negative correlation and 07 61% of the area also has a positive correlation between NDVI and NO2. As you can see, in the desert areas of the center and east of the country, there is a positive correlation between vegetation index and NO2 pollutants. In fact, in these areas, due to low industrial activities and low population density, the amount of this pollutant is low and also due to desert The presence of these areas, low rainfall and consequently the vegetation of the area will be poor and the existing vegetation can be due to running water and rivers. There is also a negative correlation between vegetation index and NO2 pollution in the coastal areas of the Persian Gulf. According to Figure 5-a, you can see that the rainfall in these areas has been decreasing, but the amount of NO2 pollution has been increasing.