Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol. 13, No.3, Autumn 2021
Pages: 24-37

فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ۱۳ ، شماره۳، پائیز ۱۴۰۰
صفحه: ۳۷-۲۴

مدل‌سازی پخش آلاینده‌های NOx، CO، SO_2 و PM ناشی از کارخانه سیمان سبزوار با استفاده از نرم‌افزار SCREEN3

سید سعید کیخسروی[1*]، فرهاد نژادکورکی[2]، محمود امین طوسی[3]

چکیده

مقدمه: امروزه صنعت سیمان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین صنایع آلوده‌کننده هوا در دنیا به شمار می‌رود. هدف از انجام این مطالعه، شبیه‌سازی انتشار آلاینده‌های NOx، CO، SO_2 و PM ناشی از دودکش کارخانه سیمان سبزوار، توسط نرم‌افزار SCREEN3 است.

روش بررسی: در این مطالعه، از نرم‌افزار SCREEN3 برای نحوه پراکنش آلاینده‌های NOx، CO، SO_2 و PM استفاده گردید. ورودی مدل شامل میزان غلظت و انتشار گازهای آلاینده، فاکتورهای فیزیکی مرتبط با دودکش کارخانه سیمان، سرعت و جهت باد، دمای محیط و کلاس‌های پایداری می‌باشند.

نتایج: نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد، که حداکثر غلظت NOx، CO، SO2 و PM توسط نرم‌افزار SCREEN3 در شرایط جوی ناپایدار (B) و سرعت باد ۵ متر بر ثانیه، رخ‌داده‌اند. بیشترین غلظت NOx، CO و PM (استفاده از گاز)، در فاصله ۱۴۰۰ متری از دودکش کارخانه با میزان به ترتیب ۰/۹، ۰/۳۲ و ۶/۲ $\mu g/m^3$ و همچنین بیشترین غلظت NOx، CO، SO_2 و PM (استفاده از مازوت)، در فاصله ۱۱۰۰ متری از دودکش کارخانه با میزان به ترتیب ۱۹/۵، ۳۶۰، ۹ و ۷/۹ $\mu g/m^3$ پیش‌بینی شد. مقایسه نتایج حاصله با استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران و EPA نشان داد، که غلظت NOx، CO، SO_2 و PM از استانداردها بالاتر نبوده است.

نتیجه‌گیری: مقایسه نتایج حاصل از این مطالعه با استاندارد EPA و استاندارد هوای پاک ایران نشان داد که در هیچ دوره نمونه‌برداری غلظت NO_x، CO، SO_2 و PM از استانداردها بالاتر نبوده است.

کلیدواژه‌ها: کارخانه سیمان، نرم‌افزار SCREEN3، الگوی پراکنش، آلودگی هوا

[1] کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه یزد، یزد، ایران
[2] دانشیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه یزد، یزد، ایران
[3] استادیار، گروه علوم کامپیوتر، دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
* (نویسنده مسئول)؛ تلفن تماس: ۰۹۱۵۰۰۶۹۸۲۴، پست الکترونیک: saeedkeykhosravi@stu.yazd.ac.ir
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۰۵. تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۰۲

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOI: 10.18502/tkj.v13i3.8196]

مقدمه

با پیشرفت صنایع در کشورهای درحال‌توسعه، آلودگی هوا به‌عنوان تهدیدی جدی برای سلامت و بهداشت عمومی این‌گونه جوامع در نظر گرفته‌شده است (۱). آلودگی هوا دارای اثرات نامطلوبی ازجمله آسیب مجاری تنفسی، کاهش ظرفیت تنفس، نارسایی مغزی-کلیوی، پیری زودرس (۲) کاهش ظرفیت حمل اکسیژن خون، گرمای جهانی و صدمات غیرقابل‌جبران دیگری که به حیات حیوانات و گیاهان وارد می‌سازد (۳، ۴). از مهم‌ترین منابع آلاینده، صنایع و کارخانه‌ها می‌باشند. صنعت سیمان از سال ۲۰۰۷ به‌تنهایی حدود ۵ درصد از کل گازهای گلخانه‌ای را به اتمسفر آزادکرده است (۵). در هر یک از مراحل مختلف تولید سیمان ازجمله پیش حرارت دهی، کلینکرسازی، خنک کردن کلینکر، عملیات خرد کردن و انبار کردن مقادیر زیادی گاز و گردوغبار با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی متفاوت تولید خواهد شد (۶). بنابراین کنترل کیفیت هوای اطراف کارخانه از طریق سنجش شاخص‌هایی مانند شاخص کیفیت هوا (Air Quality Index)، شاخص آلودگی هوا (Air Pollution Index) و شاخص استاندارد آلودگی (Pollutant Standard Index) ازجمله اقدامات مؤثر جهت تعیین کمیت آلاینده‌ها و توصیف کیفیت هوای خروجی از دودکش صنایع می‌باشد (۷). استانداردهای کیفیت هوا به‌وسیله سازمان حفاظت محیط‌زیست ایالات‌متحده آمریکا به دو نوع استانداردهای اولیه و ثانویه بناشده‌اند. طبق تعریف استانداردهای اولیه آن دسته استانداردهایی هستند که رعایت آن‌ها برای حفظ سلامت عمومی جامعه (صرف‌نظر از مسائل اقتصادی و تکنولوژی) الزامی است. رعایت این‌گونه استانداردها برای حفظ سلامتی افراد حساس به‌ویژه سالمندان، بیماران تنفسی و کودکان امری بسیار ضروری است. استانداردهای ثانویه کیفیت هوا نسبت به استانداردهای اولیه دارای ابعاد وسیع‌تری هستند به‌طوری‌که در این استانداردها حفاظت منابع و آسایش عمومی نیز مدنظر قرارگرفته است (حفاظت ساختمان‌ها، محصولات، حیوانات و منسوجات). گازهای NO_X، SO_2، CO و ذرات معلق ازجمله آلاینده‌های خروجی از صنعت سیمان هستند که عوارضی مانند کاهش ظرفیت حمل اکسیژن خون در اثر ترکیب با هموگلوبین، حمله قلبی، تجزیه فیبرین (۳)، عملکرد نامناسب شش‌ها و کاهش عمق تنفس (۲) گرم شدن هوا، افزایش بیماری‌های قلبی-عروقی و تغییر ضریب تیرگی (۸،۴) را در پی خواهند داشت. با گسترش این صنعت تعداد کارگرانی که به اقتضای شغل در تماس با گردوغبار سیمان هستند رو به افزایش است. به‌طورکلی تولید سیمان یک فرآیند آلوده‌کننده است و عوامل زیان‌آور متعددی در محیط کار سلامتی شاغلین را متأثر می‌سازد (۹). عوارض شغلی ناشی از تماس با گردوغبار سیمان متعدد است و مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از درماتیت، رینیت، آسم شغلی، برونشیت مزمن و سیلیکوزیس (۱۰). مدل‌های کیفیت هوا فرایندهای انتقال و پراکنش آلاینده‌ها را در جو تعیین می‌کند(۱۱). مدل گوس (Gauss) به‌عنوان رایج‌ترین مدل درزمینه مدل‌سازی کیفیت هوا مطرح می‌باشد (۱۲). مدل SCREEN3 یک نرم‌افزار شبیه‌ساز بر اساس مدل گوس می‌باشد که برای محاسبه آسان و نمایش حداکثر غلظت آلاینده‌ها در سطح زمین و در فواصل مختلف از منبع آلودگی توسعه داده‌شده است (۱۳) و قادر است با استفاده از فاکتورهای مرتبط با دودکش و عوامل هواشناسی، حداکثر غلظت آلاینده‌ها و فاصله نقطه وقوع حداکثر غلظت را از منابع مداوم انتشار آلودگی در پایین‌دست جهت باد تخمین بزند. این مدل می‌تواند حداکثر غلظت را در هر تعداد نقطه تعریف‌شده توسط کاربر در سطح صاف یا در ارتفاع شامل فاصله تا ۱۰۰ کیلومتری محاسبه نماید (۱۴). صنعت سیمان با تولید آلاینده‌هایی که ذکر آن به‌عنوان یکی از صنایع آلوده‌کننده محیط‌زیست شناخته‌شده است (۱۵) و هزینه‌های اجتماعی بسیار سنگینی را به لحاظ جبران خسارت‌های فوق بر دولت‌ها تحمیل می‌نماید (۱۶)، بدیهی است که در چنین شرایطی یکی از نگرانی‌های اصلی صنعت سیمان، تأمین منافع زیست‌محیطی و عدم تخریب محیط‌زیست می‌باشد. در مطالعه‌ای Baroutian و همکاران در سال ۲۰۰۶ باهدف مدل‌سازی ذرات معلق خروجی از دودکش کارخانه سیمان کرمان با استفاده از مدل گوس، به اندازه‌گیری مقادیر غبار در هوای آزاد کارخانه و در جهت باد پرداختند (۱۷). Otaru و همکاران در سال ۲۰۱۳ به بررسی و مدل‌سازی پراکنش ذرات خروجی از دودکش کارخانه سیمان در نیجریه پرداختند (۱۸).

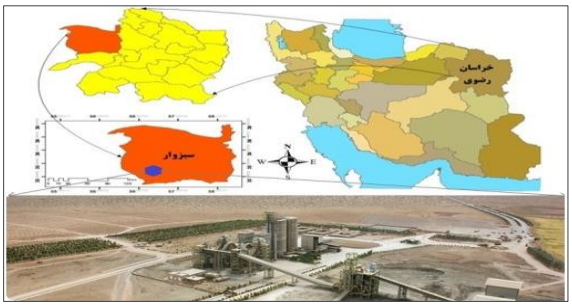
[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.18502/tkj.v13i3.8196]

ازآنجاکه مطالعه‌ای در ارتباط با گازهای آلاینده خروجی از دودکش کارخانه سیمان سبزوار انجام‌نشده است. بنابراین بررسی میزان انتشار گازهای آلاینده، ناشی از سوخت مازوت و گاز طبیعی در اطراف کارخانه سیمان سبزوار، امری ضروری به نظر می‌رسد. هدف از انجام مطالعه حاضر، مدل‌سازی حداکثر میزان غلظت NO_x، CO، SO_2 و PM خروجی از دودکش کارخانه سیمان سبزوار با استفاده از نرم‌افزار SCREEN3، در فواصل مختلف سال و در شرایط متفاوت پایداری و سرعت باد بود.

روش بررسی

کارخانه سیمان سبزوار، واقع در استان خراسان رضوی و ۷۵ کیلومتری جنوب غرب شهرستان سبزوار در بخش رو‌داب در موقعیت ۳۵ درجه ۵۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۷ درجه ۳ دقیقه طول شرقی قرار دارد. در شمال شرق کارخانه دو روستای، پروند و کلاته میرعلی به ترتیب بافاصله ۷۶۰۰ و ۸۷۰۰ متر از کارخانه واقع‌شده‌اند. کارخانه در داخل منطقه حفاظت‌شده پروند قرارگرفته است. منطقه پروند طی مصوبه شماره ۳۴۰ شورای عالی محیط‌زیست (کمیسیون زیر بنائی دولت) مورخ ۱۳۸۹/۹/۲۹ به‌عنوان منطقه حفاظت‌شده به مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست پیوسته است و دارای مساحت ۱۶۹۰۰ هکتار، می‌باشد و یکی از بهترین مناطق کوهستانی حفاظت‌شده در مناطق کویری شمال شرق ایران است. شکل ۱ جایگاه کارخانه سیمان سبزوار در نقشه ایران را نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی کارخانه سیمان سبزوار

مدل پلوم گوس به‌عنوان رایج‌ترین مدل به‌منظور تخمین غلظت آلاینده‌های خروجی از منابع انتشار مانند صنایع سیمان در سراسر جهان به کار می‌رود و پیش-بینی‌های مناسبی را ارائه داده است. کاربرد این‌گونه مدل-ها اطلاعات مفیدی برای برنامه‌های کنترل آلودگی هوا فراهم می‌آورد (۱۹). معادله اساسی گوس برای تعیین غلظت آلاینده‌ها (معادله ۱ و ۲) در جهت پایین‌دست باد به‌صورت زیر هست (۲۰).

$$x = \frac{Q}{2\pi u_s \delta_y \delta_z}\left\{exp\left[-0.5\left(\frac{z_r - h_e}{\delta_z^2}\right)^2\right] + \exp\left[-0.5\left(\frac{z_r - h_e}{\delta_z^2}\right)^2\right] + A\right\} \qquad (۱)$$

$$A = \sum_{N=1}^{K}\left[\exp\left(\frac{-0.5(z_r - h_e\ 2Nz_i)}{\delta_z}\right)^2 + \exp\left(\frac{-0.5(z_r - h_e - 2Nz_i)}{\delta_z}\right)^2 + \exp\left(\frac{-0.5\ (z_r - h_e - 2Nz_i)}{\delta_z}\right)^2 + \exp\left(\frac{-0.5\ (z_r - h_e - 2Nz_i)}{\delta_z}\right)^2\right] \qquad (۲)$$

که در آن (Q) میزان انتشار برحسب گرم بر ثانیه، (h_e) ارتفاع پلوم برحسب متر، (U_s) سرعت باد در ارتفاع دودکش برحسب متر بر ثانیه، (δ_z و δ_y) ضرایب پراکندگی افقی و عمودی برحسب متر، (z_r) ارتفاع گیرنده از سطح زمین برحسب متر و (z_i) ارتفاع اختلاط برحسب متر می-باشد. ازآنجایی‌که اندازه‌گیری میزان آلاینده‌ها در هر نقطه‌ای ممکن نیست لذا می‌توان توزیع آلاینده‌ها و وضعیت هوا را در نقاط مختلف از طریق مدل‌ها پیش‌بینی کرد (۲۱). نرم‌افزار SCREEN3 بر پایه مدل گوس استوار است . این نرم‌افزار به‌منظور پیش‌بینی غلظت آلاینده‌ها و نیز تعیین نقاط حساس و آسیب‌پذیر اطراف صنایع بکار برده می‌شود. SCREEN3 در سال ۱۹۹۵ توسط آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا (EPA) منتشر گردید. حداقل داده‌های ورودی‌های لازم برای اجرای مدل SCREEN3 عبارت است از: مقدار انتشار آلودگی موردنظر (g/s)، ارتفاع دودکش (m)، قطر دهانه دودکش (m)، سرعت گاز

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOI: 10.18502/tkj.v13i3.8196]

خروجی از دودکش (m/s)، دمای گاز خروجی (°k)، دمای محیط (°k)، ارتفاع گرینده از سطح زمین (m)، شهری یا روستایی بودن منطقه (۱۴).

به‌منظور سنجش غلظت گازهای NO_x، CO و SO_2 خروجی از ۴ دودکش کارخانه سیمان (کوره، گریت کولر، آسیاب سیمان و آسیاب مواد خام) در ۳ فصل (پاییز، زمستان و بهار) سال ۱۳۹۷-۱۳۹۶، از دستگاه Testo مدل XL350 استفاده گردید. مقادیر غلظت به تفکیک هر فصل و در هر دودکش به‌طور جداگانه ثبت گردید. هم‌زمان با سنجش غلظت گازها، فشار و دمای گازهای خروجی دودکش نیز موردانداز‌ه‌گیری قرار گرفت. جهت تعیین میزان ذارت معلق $PM_{2.5}$ و PM_{10} از دستگاه Westech استفاده می‌گردد. سنجش مقادیر ذرات خروجی با استفاده از روش گراویمتری و بر اساس استاندارد ISO 9096 انجام گرفت. پس از نمونه‌گیری فیلتر موردنظر به‌وسیله‌ی آون و دسیکاتور خشک گردید و سپس موردسنجش وزنی قرار گرفت. اختلاف وزن اولیه فیلتر و وزن ثانویه آن پس از نمونه‌برداری و خشک شدن در آون در دمای ۱۰۵ درجه و رطوبت‌گیری در دسیکاتور موردسنجش قرار گرفت و مقادیر ذرات در واحد حجم محاسبه شد.

داده‌های هواشناسی ۳ فصل پاییز، زمستان و بهار موردبررسی قرار گرفت و با توجه به‌سرعت، جهت باد غالب، میانگین دمای محیط، شرایط پایداری محیط و میزان انتشار وارد مدل نرم‌افزاری گردید. برای اجرای مدل، ۴ دودکش کارخانه به یک منبع معادل‌سازی شد. چگونگی تأثیر کارخانه سیمان بر کیفیت هوای محیط و نحوه پراکنش آلودگی تا فاصله ۵۰۰۰ متری از کارخانه، با استفاده از نرم‌افزار SCREEN3 مدل‌سازی شد. درنهایت نتایج حاصل از نرم‌افزار با استاندارد هوای پاک ایران و استاندارد EPA مقایسه گردید. نتایج حاصل از مدل توسط نرم‌افزار Excel مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند.

نتایج

جداول ۱ تا ۳ اطلاعات موردنیاز ورودی به نرم‌افزار SCREEN3 را نشان می‌دهد.

جدول ۱. مشخصات وضعیت دودکش کارخانه، دود خروجی و نشر جرمی آلاینده‌ها NO_x، CO، SO_2 و PM

مشخصات پارامترهای موردمطالعه	سوخت	
	گاز	مازوت
مقدار NOx اندازه‌گیری شده (mg/m^3)	۵۷/۲	۱۸۴/۲۰
مقدار CO اندازه‌گیری شده (mg/m^3)	۲۸/۹۱	۱۰۰۶/۳۶
مقدار SO_2 اندازه‌گیری شده (mg/m^3)	۰	۹۲/۸
مقدار PM اندازه‌گیری شده (mg/m^3)	۹۹/۴۳	۸۹/۹۰
نشر جرمی NOx (g/sec)	۱/۳۸	۱۸/۴۲
نشر جرمی CO (g/sec)	۰/۴۸۲	۳۴۰/۲
نشر جرمی SO_2 (g/sec)	۰	۸/۷
نشر جرمی PM (g/sec)	۹/۳	۷/۵
سرعت گاز خروجی (m/s)	۱۷	۱۳/۵
دمای خروجی (°K)	۴۴۹	۴۱۵
طول دودکش (m)	۵۰	۵۰
قطر دودکش (cm)	۳۵۰	۳۵۰

جدول ۲. نتایج بررسی اطلاعات اقلیمی ایستگاه سینوپتیک سبزوار

میانگین دما (°K)	۲۹۷/۸
سرعت‌های محتمل باد غالب (m/s)	۴، ۵، ۷
جهت باد غالب	شرق و شمال شرقی
پوشش آسمان	آفتابی، ابری، نیمه ابری

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-13]

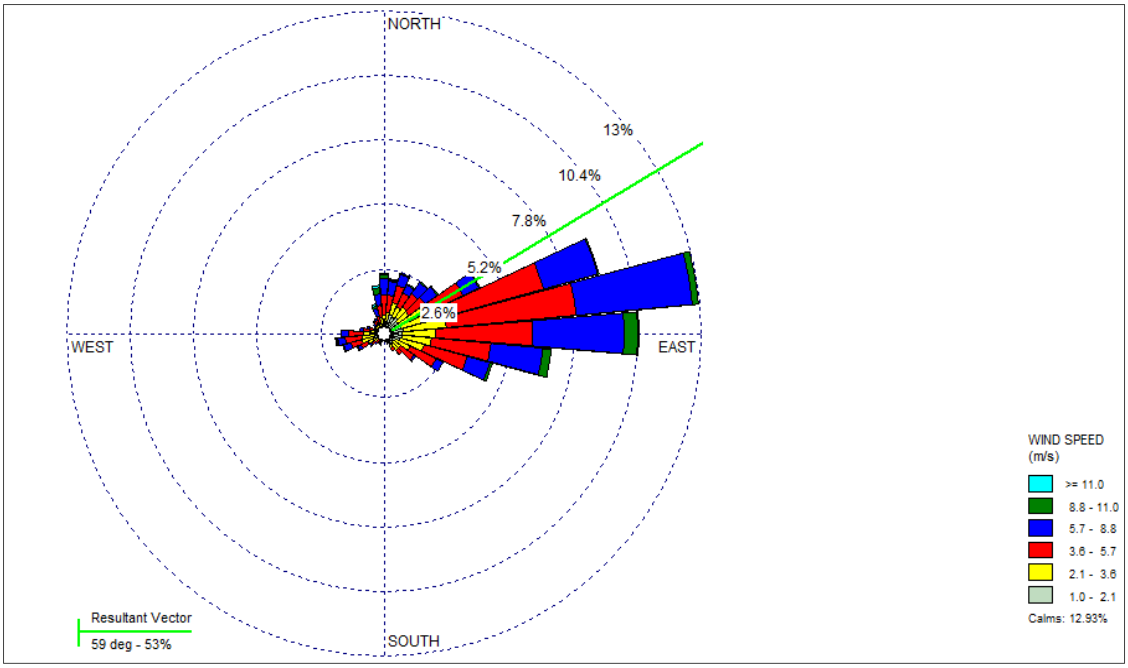
[DOI: 10.18502/tkj.v13i3.8196]

جدول ۳. کلاس‌های پایداری محتمل منطقه

سرعت باد غالب	کلاس‌های پایداری
۴	کمی ناپایدار (C)، خنثی (D)، پایدار (F)
۵	ناپایدار (B)، کمی ناپایدار (C)، خنثی (D)، کمی پایدار (E)
۷	کمی ناپایدار (C)، خنثی (D)،

یافته‌های حاصل از کاربرد مدل SCREEN3 برای شبیه‌سازی انتشار آلاینده‌های NOx، CO، SO2 و PM در بازه ۳ فصل (پاییز، زمستان، بهار)، در راستای محور X تا فاصله ۵۰۰۰ متری از دودکش کارخانه سیمان سبزوار در جدول ۴ ارائه‌شده است. هنگامی‌که سرعت باد غالب ۴ متر بر ثانیه باشد کلاس‌های پایداری جوی بسته به پوشش ابر در آسمان و سایر شرایط جوی از کمی ناپایدار تا پایدار متغیر است. هرچه سرعت باد افزایش یابد شرایط جوی به سمت خنثی پیش خواهد رفت. در بادی با سرعت، حدود ۴ متر بر ثانیه هر چه پوشش ابر در آسمان بیشتر گردد شرایط پایدارتر خواهد گردید. درصورتی‌که پوشش ابر از ۵۰ درصد آسمان بیشتر باشد شرایط جوی خنثی و همچنین با افزایش سرعت باد و رسیدن به حد ۷ متر بر ثانیه شرایط کمی ناپایدار و خنثی خواهد بود.

بنابراین در منطقه شرایط کمی ناپایدار به مفهوم سرعت-های باد ۴، ۵ و ۷ متر بر ثانیه و آسمان نسبتاً صاف و کمی ابری است . شرایط ناپایدار در سرعت باد ۵ متر بر ثانیه با آسمان نسبتاً صاف می‌باشد. شرایط کمی پایدار در سرعت باد ۵ متر بر ثانیه در شب‌ها با آسمان صاف و نیمه‌ابری است. شرایط پایدار معمولاً در شب‌ها و در حالت آسمان صاف و نیمه‌ابری در سرعت باد ۴ متر بر ثانیه و شرایط خنثی به روزها و شب‌ها ابری و نیمه‌ابری، با سرعت‌های باد ۷ متر بر ثانیه و بزرگ‌تر از آن است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که حداکثر میزان آلودگی از سمت شرق و شمال شرقی و در جهت باد غالب بوده است. شکل ۲ گلباد ۳ فصل (پاییز، زمستان و بهار) منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۲. گلباد منطقه موردمطالعه

بر این اساس بافاصله گرفتن از دودکش، غلظت آلاینده‌ها ابتدا با یک شیب تند افزایش‌یافته و پس از طی کردن فاصله‌ای معین کاهش می‌یابد. بیشترین غلظت NO_X، CO و PM (ناشی از استفاده از گاز به‌عنوان سوخت کارخانه)، در شرایط جوی ناپایدار و سرعت باد ۵ متر بر ثانیه در فاصله ۱۴۰۰ متری از دودکش کارخانه سیمان با میزان به ترتیب ۰/۹، ۰/۳۲ و ۶/۲ میکروگرم بر مترمکعب پیش‌بینی شد (شکل ۳). بیشترین غلظت NO_X، CO،

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOI: 10.18502/tkj.v13i3.8196]

SO_2 و PM (ناشی از استفاده از مازوت به‌عنوان سوخت کارخانه)، در شرایط جوی ناپایدار و سرعت باد ۵ متر بر ثانیه در فاصله ۱۱۰۰ متری از دودکش کارخانه سیمان با میزان به ترتیب ۱۹/۵، ۳۶۰، ۹ و ۷/۹ میکروگرم بر مترمکعب پیش‌بینی گردید (شکل ۴).

جدول ۴. شرایط غلظت آلودگی در پایین‌دست جهت باد نسبت به دودکش کارخانه

نوع آلاینده	سوخت مصرفی	سرعت باد غالب (m/s)	وضعیت آسمان	موقعیت زمانی	کلاس پایداری	حداکثر غلظت آلودگی (mg/m^3)	فاصله وقوع حداکثر غلظت آلودگی (m)
NOx	گاز	۴	نسبتاً صاف	روز	کمی ناپایدار	۰/۶۶	۲۹۰۰
NOx	مازوت	۴	نسبتاً صاف	روز	کمی ناپایدار	۱۵	۲۴۰۰
NOx	گاز	۴	ابری	روز یا شب	خنثی	۰/۲	۵۰۰۰
NOx	مازوت	۴	نیمه‌ابری	روز یا شب	خنثی	۶/۵	۵۰۰۰
NOx	گاز	۴	صاف	شب	پایدار	۰/۰۸	۵۰۰۰
NOx	مازوت	۴	نیمه‌ابری	شب	پایدار	۲/۲	۵۰۰۰
NOx	گاز	۵	نسبتاً صاف	روز	ناپایدار	۰/۹	۱۴۰۰
NOx	مازوت	۵	نسبتاً صاف	روز	ناپایدار	۱۹/۵	۱۱۰۰
NOx	گاز	۵	کمی ابری	روز	کمی ناپایدار	۰/۷۵	۲۵۰۰
NOx	مازوت	۵	نسبتاً صاف	روز	کمی ناپایدار	۱۶/۵	۱۹۰۰
NOx	گاز	۵	نیمه‌ابری	روز یا شب	خنثی	۰/۳	۵۰۰۰
NOx	مازوت	۵	ابری	روز یا شب	خنثی	۸/۲	۵۰۰۰
NOx	گاز	۵	نسبتاً صاف	شب	کمی پایدار	۰/۳۷	۵۰۰۰
NOx	مازوت	۵	صاف	شب	کمی پایدار	۶/۴	۵۰۰۰
NOx	گاز	۷	نسبتاً صاف	روز	کمی ناپایدار	۰/۸۷	۱۹۰۰
NOx	مازوت	۷	کمی ابری	روز	کمی ناپایدار	۱۸	۱۵۰۰
NOx	گاز	۷	صاف	شب یا روز	خنثی	۰/۴۴	۵۰۰۰
NOx	مازوت	۷	نیمه‌ابری	شب یا روز	خنثی	۱۰	۴۰۰۰
CO	گاز	۴	نسبتاً صاف	روز	کمی ناپایدار	۰/۲۳	۳۰۰۰
CO	مازوت	۴	نسبتاً صاف	روز	کمی ناپایدار	۲۸۰	۲۲۵۰
CO	گاز	۴	ابری	روز یا شب	خنثی	۰/۰۷	۵۰۰۰
CO	مازوت	۴	نیمه‌ابری	روز یا شب	خنثی	۱۲۰	۵۰۰۰
CO	گاز	۴	صاف	شب	پایدار	۰/۰۳	۵۰۰۰
CO	مازوت	۴	نیمه‌ابری	شب	پایدار	۴۰	۵۰۰۰
CO	گاز	۵	نسبتاً صاف	روز	ناپایدار	۰/۳۲	۱۴۰۰
CO	مازوت	۵	نسبتاً صاف	روز	ناپایدار	۳۶۰	۱۱۰۰
CO	گاز	۵	کمی ابری	روز	کمی ناپایدار	۰/۲۶	۲۵۰۰
CO	مازوت	۵	نسبتاً صاف	روز	کمی ناپایدار	۳۰۰	۱۹۰۰
CO	گاز	۵	ابری	روز یا شب	خمثی	۰/۰۵۵	۵۰۰۰
CO	مازوت	۵	ابری	روز یا شب	خنثی	۱۵۰	۵۰۰۰
CO	گاز	۵	نسبتاً صاف	شب	کمی پایدار	۰/۱۱	۵۰۰۰
CO	مازوت	۵	صاف	شب	کمی پایدار	۱۲۰	۵۰۰۰
CO	گاز	۷	نسبتاً صاف	روز	کمی ناپایدار	۰/۳	۲۰۰۰
CO	مازوت	۷	کمی ابری	روز	کمی ناپایدار	۳۳۰	۱۵۰۰

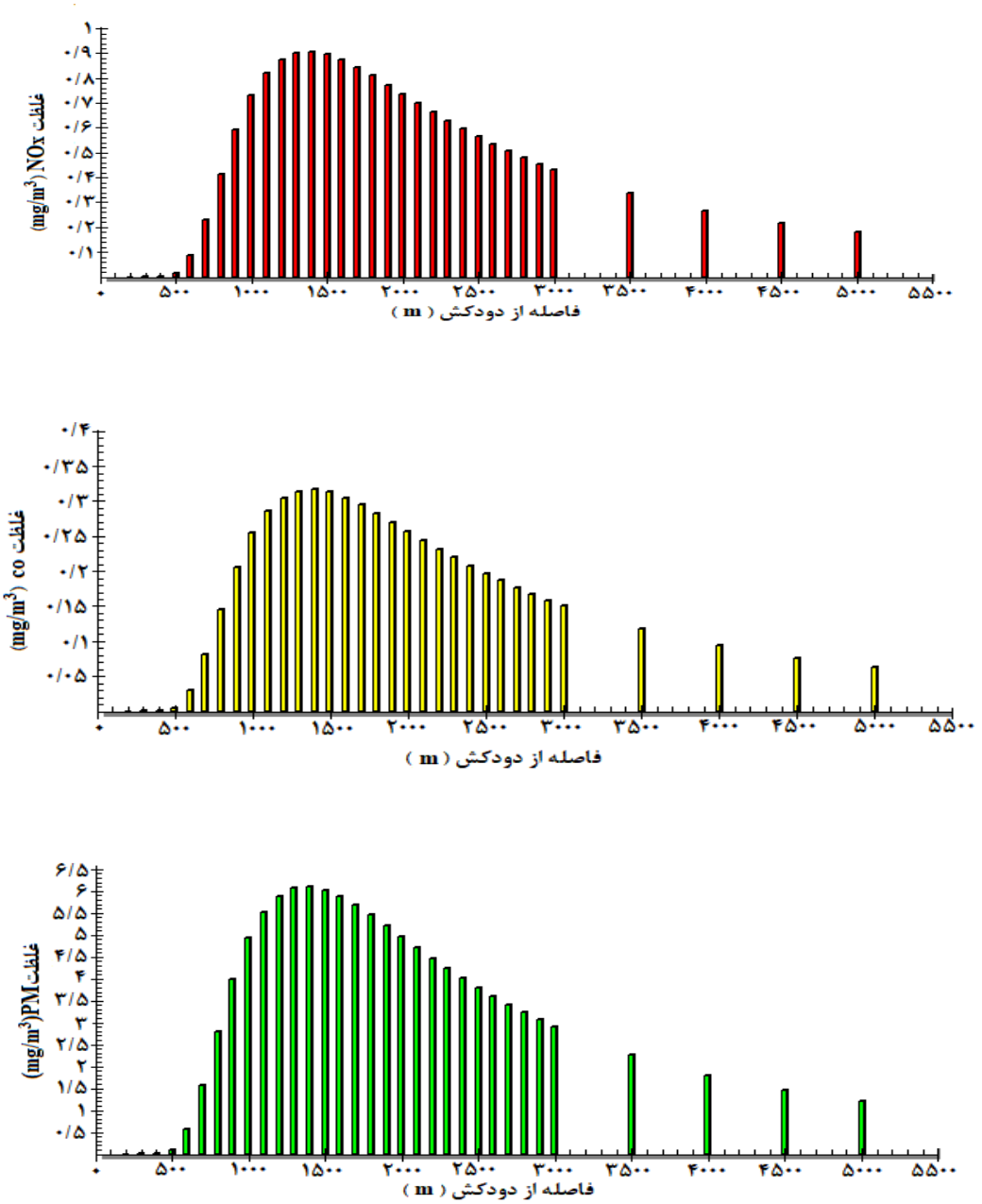
[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.18502/tkj.v13i3.8196]

نوع آلاینده	سوخت مصرفی	سرعت باد غالب (m/s)	وضعیت آسمان	موقعیت زمانی	کلاس پایداری	حداکثر غلظت آلودگی (mg/m^3)	فاصله وقوع حداکثر غلظت آلودگی (m)
CO	گاز	۷	صاف	شب یا روز	خنثی	۰/۱۵	۵۰۰۰
CO	مازوت	۷	نیمه‌ابری	شب یا روز	خنثی	۱۸۰	۳۵۰۰
SO2	مازوت	۴	نسبتاً صاف	روز	کمی ناپایدار	۷	۲۲۰۰
SO2	مازوت	۴	نیمه‌ابری	روز یا شب	خنثی	۳/۱	۵۰۰۰
SO2	مازوت	۴	نیمه‌ابری	شب	پایدار	۱	۵۰۰۰
SO2	مازوت	۵	نسبتاً صاف	روز	ناپایدار	۹	۱۱۰۰
SO2	مازوت	۵	نسبتاً صاف	روز	کمی ناپایدار	۷/۶	۲۰۰۰
SO2	مازوت	۵	ابری	روز یا شب	خنثی	۳/۹	۵۰۰۰
SO2	مازوت	۵	صاف	شب	کمی پایدار	۳	۵۰۰۰
SO2	مازوت	۷	کمی ابری	روز	کمی ناپایدار	۸/۲	۱۳۰۰
SO2	مازوت	۷	نیمه‌ابری	شب یا روز	خنثی	۴/۶	۳۵۰۰
PM	گاز	۴	نسبتاً صاف	روز	کمی ناپایدار	۴/۵	۳۰۰۰
PM	مازوت	۴	نسبتاً صاف	روز	کمی ناپایدار	۶	۲۲۵۰
PM	گاز	۴	ابری	روز یا شب	خنثی	۱/۴	۵۰۰۰
PM	مازوت	۴	نیمه‌ابری	روز یا شب	خنثی	۲/۷	۵۰۰۰
PM	گاز	۴	صاف	شب	پایدار	۰/۵۷	۵۰۰۰
PM	مازوت	۴	نیمه‌ابری	شب	پایدار	۰/۸۳	۵۰۰۰
PM	گاز	۵	نسبتاً صاف	روز	ناپایدار	۶/۲	۱۴۰۰
PM	مازوت	۵	نسبتاً صاف	روز	ناپایدار	۷/۹	۱۱۰۰
PM	گاز	۵	کمی ابری	روز	کمی ناپایدار	۵	۲۵۰۰
PM	مازوت	۵	نسبتاً صاف	روز	کنی ناپایدار	۶/۵	۱۹۰۰
PM	گاز	۵	نیمه‌ابری	روز یا شب	خنثی	۲	۵۰۰۰
PM	مازوت	۵	ابری	روز یا شب	خنثی	۳/۵	۵۰۰۰
PM	گاز	۵	نسبتاً صاف	شب	کمی ناپایدار	۱/۲	۵۰۰۰
PM	مازوت	۵	صاف	شب	کمی پایدار	۲/۶	۵۰۰۰
PM	گاز	۷	نسبتاً صاف	روز	کمی ناپایدار	۵/۹	۱۹۰۰
PM	مازوت	۷	کمی ابری	روز	کمی ناپایدار	۷/۵	۱۵۰۰
PM	گاز	۷	صاف	شب یا روز	خنثی	۲/۹	۵۰۰۰
PM	مازوت	۷	نیمه‌ابری	شب یا روز	خنثی	۴	۳۵۰۰

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، شرایط غلظت آلودگی در پایین‌دست جهت باد نسبت به دودکش کارخانه سیمان سبزوار، مطابق جدول ۴ قابل‌طبقه‌بندی است (نتایج مدل‌سازی در ارتباط با هر یک از آلاینده‌ها در ۹ شرایط جوی مختلف به‌دست‌آمده است. از طرفی فاصله وقوع حداکثری آلایندگی در هر یک از شرایط جوی مشخص‌شده است). باید توجه داشت که نتایج به‌دست‌آمده از مدل، غلظت‌های یک‌ساعته بوده و با توجه به تغییرات حتی اندک جهت یا سرعت باد در طول ۲۴ ساعته، حداکثر غلظت آلودگی و موقعیت آن تغییر خواهد کرد که این منجر به کوچک‌تر شدن میانگین غلظت ۲۴ ساعته در هر فاصله از دودکش در پایین‌دست جهت باد خواهد گردید. بر این اساس در هیچ حالت جوی در روز یا شب میانگین غلظت آلودگی اکسیدهای نیتروژن، منو-اکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد و ذرات معلق ناشی از انتشار از دودکش کارخانه از استاندارد ۲۴ ساعته یا یک‌ساله تجاوز نمی‌کند. از طرفی مقایسه غلظت‌های خروجی دودکش‌های کارخانه در مقایسه با استانداردهای هوای پاک ایران و استاندارد EPA در شکل ۵ آورده شده است.

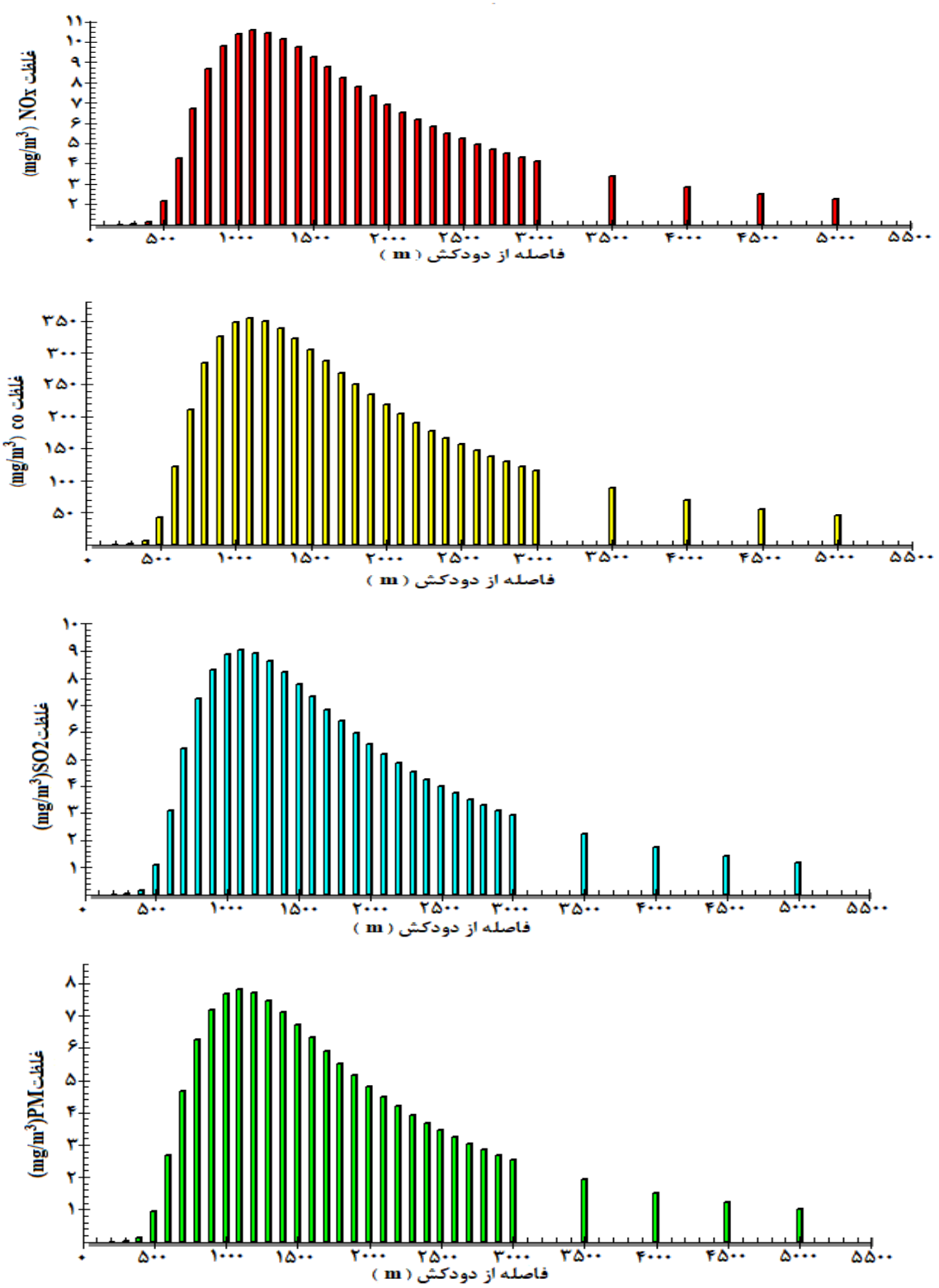
[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOI: 10.18502/tkj.v13i3.8196]



شکل۳. بیشترین غلظت NO_X (قرمزرنگ)، CO (زردرنگ) و PM (سبزرنگ) ناشی از سوخت گاز، در پایین‌دست جهت باد نسبت به فاصله از دودکش کارخانه سیمان سبزوار در شرایط جوی ناپایدار و سرعت باد ۵ متر بر ثانیه

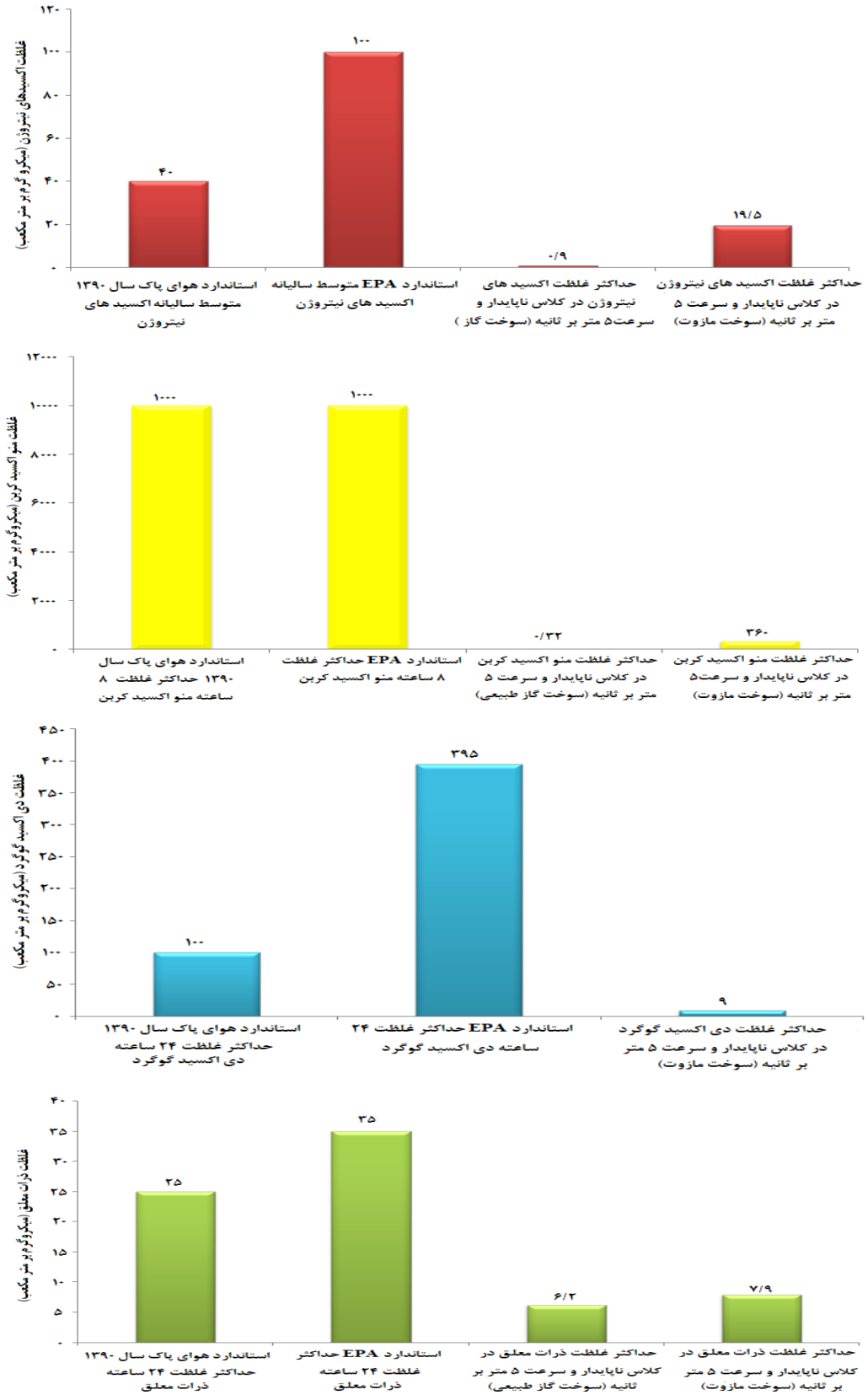
[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.18502/tkj.v13i3.8196]



شکل ۴. بیشترین غلظت NO_X (قرمزرنگ)، CO (زردرنگ)، SO_2 (آبی‌رنگ) و PM (سبزرنگ) ناشی از سوخت مازوت، در پایین‌دست جهت باد نسبت به فاصله از دودکش کارخانه سیمان سبزوار در شرایط جوی ناپایدار و سرعت باد ۵ متر بر ثانیه

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOI: 10.18502/tkj.v13i3.8196]



شکل۵. مقایسه غلظت NO_X (قرمزرنگ)، CO (زردرنگ)، SO_2 (آبی‌رنگ) و PM (سبزرنگ) با استاندارد هوای پاک ایران و EPA

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.18502/tkj.v13i3.8196]

بحث

این ارزیابی جهت بررسی پراکنش آلاینده‌های خروجی از دودکش کارخانه سیمان سبزوار با استفاده از نرم‌افزار SCREEN3 در کلاس-های پایداری B تا F موجود در جدول ۳ و میانگین غلظت NOx، CO، SO_2 و PM خروجی از دودکش‌های کارخانه سیمان انجام پذیرفته شد. شاخص‌های هواشناسی به‌عنوان یک عامل مؤثر در مدل‌سازی پراکنش آلاینده‌ها بررسی شد. بیشتر بادهای غالب منطقه موردمطالعه بر اساس شکل ۲ از سمت شرق و شمال شرق وزیده شده است. با توجه به نوع فعالیت صنایع، تغییرات غلظت NOx، CO، SO_2 و PM تحت تأثیر نوع و مقدار تولید و همچنین مدت‌زمان فعالیت، در صنعت موردنظر قرار دارد. میزان آلودگی صنایع در فصول مختلف و شرایط متفاوت هواشناسی می‌تواند افزایش یا کاهش یابد (۲۲). بنابراین بر طبق اشکال ۳و ۴ از نتایج حاصله چنین برمی‌آید که در فواصل نزدیک به منبع انتشار غلظت NOx، CO، SO_2 و PM کاهش و سپس با افزایش فاصله، افزایش‌یافته است. بر اساس نتایج مدل، حداکثر غارت NOx، CO، SO2 و PM در شرایط جوی نا-پایدار و سرعت ۵ متر بر ثانیه، رخ‌داده‌اند. بیشترین غلظت NOx، CO و PM (ناشی از استفاده از گاز به‌عنوان سوخت کارخانه)، در فاصله ۱۴۰۰ متری دودکش کارخانه سیمان با میزان به ترتیب ۰/۹، ۰/۳۲ و ۶/۲ میکرو-گرم بر مترمکعب و بیشترین غلظت NOx، CO، SO2 و PM (ناشی از استفاده از مازوت به‌عنوان سوخت کارخانه)، در فاصله ۱۱۰۰ متری دودکش کارخانه سیمان با میزان به ترتیب ۱۹/۵، ۳۶۰، ۹ و ۷/۹ میکروگرم بر مترمکعب پیش‌بینی شد. همچنین نتایج نشان می‌دهد هر چه سرعت باد افزایش‌یافته است غلظت NOx، CO، SO2 و PM کاهش، و فاصله وقوع حداکثر آلایندگی افزایش داشته است. بنابراین چنین می‌توان استدلال کرد که افزایش سرعت باد سبب کاهش غلظت آلاینده‌ها در نزدیکی سطح زمین می‌گردد. با توجه به این‌که بالاترین غلظت NOx، CO، SO_2 و PM در فاصله ۱۴۰۰ متری (ناشی از استفاده از گاز به‌عنوان سوخت) و ۱۱۰۰ متری (ناشی از استفاده از مازوت به‌عنوان سوخت) از دودکش کارخانه رخ‌داده‌اند لذا این نقاط می‌تواند به‌عنوان حساس-ترین نقاط ازنظر آلودگی در اطراف کارخانه سیمان سبزوار در نظر گرفته شود. در کلیه کلاس‌های پایداری غلظت NOx، CO، SO_2 و PM پس از رسیدن به نقطه ماکزیمم مجدداً با شیب کمتری کاهش‌یافته است. این تغییرات غلظت ممکن است به دلیل تغییرات شاخص‌های هواشناسی در زمان‌های مختلف باشد که نقش مهمی در شکل‌گیری بادها و غلظت آلاینده‌ها دارد (۲۳).

استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران در سال ۱۳۹۰، برای NOx، به‌صورت متوسط سالیانه ۴۰ میکرو-گرم بر مترمکعب، برای CO به‌صورت حداکثر غلظت ۸ ساعته ۱۰۰۰ میکروگرم بر مترمکعب و برای SO_2 و $PM_{2.5}$ و PM_{10} به‌صورت متوسط ۲۴ ساعته به ترتیب برابر ۱۰۰، ۲۵ و ۵۰ میکروگرم بر مترمکعب است. استانداردهای سازمان حفاظت از محیط‌زیست ایالات‌متحده آمریکا برای NOx، CO، SO_2، $PM_{2.5}$ و PM_{10} به ترتیب برابر ۱۰۰، ۱۰۰۰، ۳۹۵، ۳۵ و ۱۵۰ میکروگرم بر مترمکعب است. شکل ۵ نشان‌دهنده مقادیر پیش‌بینی‌شده حاصل از مدل SCREEN3 و استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران و EPA است که غلظت NOx، CO، SO_2 و PM در هیچ‌یک از موارد موردبررسی از غلظت استاندارد ایران و EPA تجاوز نکرده-اند. در مطالعه مشابهی که توسط Alizadehdakhel و همکاران در سال ۲۰۱۰ (۲۴)، در بررسی ذرات معلق بر روی کارخانه سیمان کرمان انجام گرفت میانگین غلظت ذرات معلق را ۳۸۰ میکروگرم بر مترمکعب تعیین کردند که مقادیر حاصله بالاتر از استاندارد EPA و نتایج حاصل از این مطالعه می‌باشد. Abu-Allaban و Abu-Qudais در سال ۲۰۱۱ (۲۵)، طی مطالعه موردی به‌منظور ارزیابی اثرات صنعت سیمان برکیفیت هوا، مقادیر گازهای NOx و SOx را به ترتیب ۰/۰۰۵ و ۰/۰۰۸ ppm به دست آوردند. که مقادیر آن بسیار پایین‌تر از نتایج حاصل این پژوهش می‌باشد. الماسی و همکاران در سال ۱۳۹۱ (۲۶)، با بررسی بر روی کارخانه سیمان شهر کرمانشاه، به این نتیجه رسیدند که مقادیر گاز مونو اکسیدکربن بالاتر از استاندارد خروجی از الکتروفیلتر و کوره است، که از این نظر با نتایج مطالعه حاضر همخوانی ندارد. Atabi و همکاران در سال ۲۰۱۴ (۲۷)، حداکثر غلظت یک‌ساعته گاز مونواکسید کربن را پایین‌تر از استاندارد USEPA به دست آوردند، که از این نظر بامطالعه حاضر همخوانی دارد. Abdul-Wahab در سال ۲۰۰۶ (۲۸)، Mohebbi و

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOI: 10.18502/tkj.v13i3.8196]

Baroutian درسال ۲۰۰۷ (۲۹)، Otaru و همکاران در سال ۲۰۱۳ (۱۸)، Ujoh و همکاران در سال ۲۰۱۴ (۲۲)، حداکثر غلظت پیش‌بینی‌شده ذرات معلق خروجی از دودکش کارخانه سیمان را بالاتر از استاندارد سالیانه WHO با مقدار ۲۶۰ میکروگرم بر مترمکعب گزارش دادند که بالاتر از نتایج حاصل از این مطالعه می‌باشد. متصدی زرندی و همکاران در سال ۱۳۸۹ (۳۰)، در مطالعه خود دریافتند که گاز SOx، CO و NOx بیشترین آلاینده‌های هوای اطراف دودکش‌های واحدهای تولیدی کارخانه‌های سیمان را تشکیل می‌دهند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که گاز CO مهم‌ترین عامل خاموشی ناگهانی سیستم‌های رسوب‌دهنده‌های الکتروستاتیک در کارخانه‌های سیمان می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، با استفاده از مدل SCREEN3 غلظت NOx، CO، SO_2 و PM خروجی از دودکش کارخانه سیمان سبزوار در پایین‌دست جهت باد غالب مورد ارزیابی قرار گرفت. مقایسه نتایج حاصل از این مطالعه با استاندارد هوای پاک ایران و EPA نشان داد که نتایج مدل، غلظت NOx، CO، SO_2 و PM از استانداردها بالاتر نبوده است، که نشان از عملکرد بالای فیلترهای حفاظتی کارخانه سیمان سبزوار در جذب آلاینده‌ها است. این تحقیق می‌تواند یک منبع علمی درزمینهٔ میزان انتشار NO_X، CO، SO_2 و PM خروجی از دودکش‌های کارخانه سیمان سبزوار باشد که به‌منظور مدیریت صحیح زیست‌محیطی در راستای استاندارد ISO 14001 است..

سپاس‌گزاری

این مقاله بخشی از پایان‌نامه با عنوان مدل‌سازی پخش گردوغبار کارخانه سیمان سبزوار با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در مقطع کارشناسی ارشد رشته مهندسی محیطزیست گرایش آلودگی محیطزیست، در سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۶ می‌باشد، که با حمایت دانشگاه یزد به شماره ۸۳/۲۰۷/۳ اجراشده است. بدین‌وسیله از مدیرعامل کارخانه سیمان سبزوار جناب آقای مهندس نصرآبادی به خاطر در اختیار گذاشتن داده‌های تحقیق، تشکر و قدردانی می‌شود.

References:

1. Boudaghpour S, Jadidi A. ***Investigation of the effect of outlet pollutants of cement production industries around Tehran and approaches to control and eliminate pollutants.*** International Journal of Physical Sciences. 2009;4(9):486-95.
2. Naddafi K, Heydari M, Hasanvand M, Qaderpour M. ***A comparative study of Tehran air quality in 2006 to 2007.***11th Hamayeshe mohite behdashte; Zahedan.2008: 46-7.
3. Ghiasedin M. ***Sanitary affects air pollution, air and sound pollution in law Iran.*** Tehran: Studies & Schematization Center Publications; 2008; 58-62. [Persain]
4. Gurjar B, Butler T, Lawrence M, Lelieveld J. ***Evaluation of emissions and air quality in megacities.*** Atmospheric Environment. 2008;42(7):1593-606.
5. Nourmoradi H, Omidi Khaniabadi Y, Goudarzi G, Jourvavd M, Nikmehr K. ***Investigation on the dust dispersion (PM10 and PM2. 5) by Doroud Cement Plant and study of its individual exposure rates.*** scientific journal of ilam university of medical sciences. 2016;24(1):64-75. [Persain]
6. Chehregani H. ***Environmental engineering in cement industry, Tehran.*** Hazegh Publications. 2004; 135- 278. [Persain]
7. Ryahi Samani M. ***Investigation of application precipitations in treatment output gas in cement factories.*** American Journal of Environmental Sciences. 2007;3(3):166-74. [Persain]
8. Atkinson R, Anderson H, Strachan D, Bland J, Bremner S, De Leon AP. ***Short-term associations between outdoor air pollution and visits to accident and emergency departments in London for respiratory complaints.*** European Respiratory Journal. 1999;13(2):257-65.
9. Merenu IA, Mojiminiyi FBO, Njoku CH, Ibrahim MTO. ***The effect of chronic cement dust exposure on lung function of cement factory workers in Sokoto, Nigeria.*** African Gournal of Biomedical research. 2007;(10):139- 43.
10. Mwaiselage J, Bratveit M, Moen BE, Mashalla Y. ***Respiratory symptoms and chronic obstructive pulmonary disease among cement factory workers.*** Scand J Work Environ Health. 2005;(31):316-23.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.18502/tkj.v13i3.8196]

11. Mehrdadi N, Mostafaei M, Monavari SM, Mojabi SM, Ghiasedin M, Karbasi AR, et al. ***Sanitary affects air pollution, air and sound pollution in law Iran.*** Tehran, Iran: Tehran Urban Planning & Research Center; 2008. [Persian]
12. Zannetti P. ***Air pollution modeling: theories, computational methods and available software.*** New York, NY: Springer US; 1990.
13. Mohammadi MJ, Goudarzi G, Geravandi S, Yari AR, Ghalani B, Shirali S, et al. ***Dispersion modeling of nitrogen dioxide in ambient air of Ahvaz city.*** Health Scope. 2016;5(2).
14. Mohammadi H, editor Ashraf zadeh MR, Naji N, Sheikhzadeh B. ***Modeling of NOx and SO2 emission from natural gas combustion in Semnan power plant.*** Second International Symposium of Environmental Engineering; 2009. [Persian]
15. Ali M, Saidur R, Hossain M. A ***review on emission analysis in cement industries.*** Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2011;15(5):2252-61.
16. Madadi H, Ashraf zadeh MR. ***Modeling of air Pollutants emissions from Hormozgan cement factory.***Third national conference on safety engineering and management, HSE, Tehran. 2009:1-8. [Persain]
17. Baroutian S, Mohebbi A, Goharrizi AS. ***Measuring and modeling particulate dispersion: A case study of Kerman Cement Plant.*** Journal of hazardous materials. 2006;136(3):468-74.
18. Otaru A, Odigure J, Okafor J, Abdulkareem A. ***Model prediction of particulate dispersion from a cement mill stack: case study of a cement plant in Nigeria.*** IOSR Journal Of Environmental Science, Toxicology And Food Technology. 2013;3(2):97-110.
19. 0midi KY, Emaeili S, Goudarzi G, Rashidi R, Khoshgoftar M. ***Assessment of Particulate Matter Dispersion Using Gaussian Plume Model: A Case Study of Doroud Cement Factory.*** Journal of Knowledge & Health in Basic Medical Sciences. 2018;12(4):16-25. [Persain]
20. Mohebbi A, Baroutian S. ***Numerical modeling of particulate matter dispersion from Kerman cement plant, Iran.*** Environmental monitoring and assessment. 2007;130(1):73-82.
21. Turner DB. ***Workbook of atmospheric dispersion estimates: an introduction to dispersion modeling***: CRC press; 1994.
22. Ujoh F, Ifatimehin OO, Kwabe ID. ***Estimating plume emission rate and dispersion pattern from a cement plant at Yandev, Central Nigeria.*** Res Environ. 2014;4:115-38.
23. Silalahi DD, Midi H, Arasan J, Mustafa MS, Caliman J-P. ***Robust generalized multiplicative scatter correction algorithm on pretreatment of near infrared spectral data.*** Vibrational Spectroscopy. 2018;97:55-65.
24. Alizadehdakhel A, Ghavidel A, Panahandeh M. ***CFD modeling of particulate matter dispersion from Kerman cement plant.*** Iranian Journal of Health and Environment. 2010;3(1):67-74. [Persain]
25. bu-Allaban M, Abu-Qudais H. I***mpact assessment of ambient air quality by cement industry: A case study in Jordan.*** Aerosol and Air Quality Research. 2011;11(7):802-10.
26. Almasi A, Asadi F, Mohamadi M, Farhadi F, Atafar Z, Khamutian R, et al. ***Survey of Pollutant emissions from stack of Saman cement factory of Kermanshah city from year 2011 to 2012.*** Journal of Health in the Field. 2013;1(2):36-43. [Persain]
27. Atabi F, Jafarigol F, Momeni M, Salimian M, Bahmannia G. ***Dispersion modeling of CO with AERMOD in South Pars fourth gas refinery.*** Journal of Environmental Health Enginering. 2014;1(4):281-292. [Persain]
28. Abdul-Wahab SA. ***Impact of fugitive dust emissions from cement plants on nearby communities.*** Ecological modelling. 2006;195(3-4):338-48.
29. Mohebbi A, Baroutian S. ***Numerical modeling of particulate matter dispersion from Kerman cement plant, Iran.*** Environmental monitoring and assessment. 2007;130(1-3):73-82.
30. Motesaddi Zarandi S, Daraei H, Pirasteh MH. ***Investigation the status monitoring, maintenance and problems of electrostatic precipitation in cement factories in Iran.*** The Horizon of Medical Sciences. 2011;17(3):66-73.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.18502/tkj.v13i3.8196]

Modeling NOx, CO, SO2 and PM emissions from Sabzevar cement plant using SCREEN3 software

Keykhosravi SS[1*], Nejadkoorki F[2], Amin toosi M[3]

[1] MSc in Environment Engineering, Department of Environment Science, Faculty of Natural Resources and Environment, Yazd University, Yazd, Iran
[2] Associate Professor, Department of Environment Science, Faculty of Natural Resources and Environment, Yazd University, Yazd, Iran
[3] Assistant Professor, Department of Computer Science, Faculty of Mathematics and Computer Science, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran

Abstract

Introduction: Nowadays, the cement industry is regarded as one of the most important air pollution industries globally. This study aimed to simulate the emission of NOx, CO, SO2, and PM pollutants caused by the Sabzevar Cement Factory chimney by SCREEN3 software.

Materials and Methods: In this study, the SCREEN3 software was employed for the distribution of NOx, CO, SO2, and PM pollutants. The inputs of the model include the concentration and emission of pollutant gases, physical factors associated with the cement factory chimney, wind speed and direction, ambient temperature, and stability classes.

Results: The results of this study indicated that the maximum concentrations of NOx, CO, SO2, and PM by the SCREEN3 software occurred in unstable weather conditions (B) and wind speed of 5 m.s. The highest concentrations of NOx, CO, and PM (use of gas) were at a distance of 1400 meters from the factory chimney with the rates of 0.9, 0.32, 6.2 $\mu g.m^3$, respectively. Moreover, the highest concentrations of NOx, CO, SO2, and PM (using fuel oil) were predicted at a distance of 1100 m from the factory chimney with 19.5, 360, 9, and 7.9 $\mu g.m^3$, respectively. A comparison of the obtained results with the standard of the Environmental Protection Agency of Iran (EPA) revealed that the concentrations of NOx, CO, SO2, and PM were not higher than the standards.

Conclusion: The comparison of results with EPA standard and Iranian clean air standard showed that NOX, CO, SO2, and PM concentrations were not higher than standards during the sampling period.

Keywords: Cement Plant, SCREEN3 software, Distribution Pattern, Air Pollution

This paper should be cited as:
Keykhosravi SS, Nejadkoorki F, Amin toosi M. ***Modeling NOx, CO, SO2 and PM emissions from Sabzevar cement plant using SCREEN3 software***. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2021:13(3): 24-37.

****Corresponding Author***
Email: saeedkeykhosravi@stu.yazd.ac.ir
Tel: +989150069824
Received: 25.03.2021 ***Accepted: 24.07.2021***

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.18502/tkj.v13i3.8196]