



بررسی آماری فاکتورهای موثر بر کاهش مخاطرات محیط زیست یک کارخانه تولید سیمان کشور با نگاهی بر جنبه‌های توسعه پایدار

سمیه طبسی¹، سمیرا طبسی²

1- استادیار گروه مهندسی معدن، دانشگاه سیستان و بلوچستان

2- دکتری مهندسی معدن

خلاصه

سیمان یکی از صنایع مهم دنیا است که نقش بسزایی در زندگی بشر ایفا مینماید. از طرف مقابل این صنعت جزو صنایعی است که سهم زیادی در تولید آلودگی‌های زیست محیطی دارد. در این پژوهش با استفاده از روشهای آماری، میزان تاثیر فاکتورهای پاشش آب، عایق‌بندی سیکلونها، استفاده از فیلترهای کیسه‌ای، بازگرداندن غبار جمع شده به فرآیند تولید، تصفیه گاز خروجی قبل از تخلیه در جو و تعبیه سیستمهای تخلیه مکانیکی جهت بهبود مخاطرات زیست محیطی یک کارخانه تولید سیمان مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج بدست آمده نشان میدهد که مؤلفه پاشش آب، عایق‌بندی سیکلونها، استفاده از فیلترهای کیسه‌ای، تصفیه گاز خروجی قبل از تخلیه در جو و تعبیه سیستمهای تخلیه مکانیکی با سطح معنیداری کمتر از 05/0 تاثیر مثبتی بر کاهش مخاطرات محیط زیستی دارد. اما مؤلفه بازگرداندن غبار جمع شده با سطح معنیداری بزرگتر از 05/0 به فرآیند تولید تاثیر معنیداری بر کاهش مخاطرات محیط زیستی ندارد.

کلمات کلیدی: سیمان، توسعه پایدار، روشهای آماری، مخاطرات زیست محیطی

1. مقدمه

توسعه پایدار[†]، فرآیندی است برای بدست آوردن پایداری در هر فعالیتی که نیاز به منابع و جایگزینی سریع و یکپارچه آن وجود دارد. کمیسیون جهانی محیط زیست توسعه در سال 1987 در گزارشی موسوم به "آینده مشترک ما"، توسعه پایدار را به صورت رفع نیازهای نسل امروز بدون به خطر انداختن تواناییهای نسلهای آینده برای برآوردن نیازهایشان تعریف میکند [1]. توسعه پایدار برآیند ایجاد تعادل بین سه مولفه اصلی اقتصاد، اجتماع و محیط زیست است. به گونهای که عدم توجه به هر کدام از این مولفه‌های سه‌گانه موجب برهم خوردن تعادل و دور شدن از اهداف توسعه پایدار میشود. بعد محیط زیستی توسعه پایدار به حفاظت و تقویت منابع فیزیکی، بیولوژیکی و اکوسیستمها مرتبط است و به رابطه بین انسان و طبیعت میپردازد [2]. نگرانی‌های شدیدی که در رابطه با محیط زیست وجود دارد موجب شده است که بنیادهای بین‌المللی دستیابی به توسعه پایدار را مستلزم حفاظت از محیط زیست بدانند.

سیمان یکی از صنایع مهم دنیا است که نقش بسزایی در زندگی بشر ایفا مینماید. در فهرستی که توسط هیئت مرکزی مدیریت کنترل آلودگی انتشار یافت صنعت سیمان را در مرتبه هفدهم صنایع آلاینده به حساب آورده است [3]. دی اکسید کربن حدود 85 درصد حجم

* Corresponding author: استادیار گروه مهندسی معدن، دانشکده صنعت و معدن، دانشگاه سیستان و بلوچستان

Email: somayehtabasi@eng.usb.ac.ir

[†]1- Sustainable development



گازهای گلخانه‌ای را تشکیل می‌دهد در حالیکه حدود 7 درصد از دی اکسیدکربن تولیدی جهان ناشی از صنعت سیمان می‌باشد [4]. در سالیان اخیر تولید سیمان که از جزء اصلی چسبنده بتن می‌باشد، در بسیاری از کشورها مدنظر قرار گرفته است. دیدگاه توسعه پایدار در تولید سیمان جایگاه خاص خود را دارد.

ارزیابی آثار محیط زیستی* (EIA) جهت‌گیری و کنترل مشکلات محیط زیستی، امری ضروری است. هدف نتیجه اصلی برنامه EIA، شناسایی اثرات مضر مشکلات محیط زیستی و تعیین تمام بخش‌های تأثیرپذیر از این اثرات و تلاش در جهت کاهش اثرات بلند مدت آن، دستیابی به استانداردهای محیط زیستی، ایجاد دانش و آگاهی درباره جنبه‌های محیط زیستی در مدیریت پروژه، ارائه پیشنهادهای جهت کاهش آلودگی منابع طبیعی و اجرای طرح‌های مناسب می‌باشد [5 و 6].

2. آلودگی‌های زیست

مراحل مختلف تولید سیمان باعث ایجاد و تولید آلودگی‌های مختلف زیست محیطی می‌گردد. از جمله مهمترین اثرات زیست محیطی در مراحل مختلف تولید سیمان می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

صنعت سیمان نقش مهمی در تولید و پراکندگی آلودگی‌های هوا دارد. مقادیر زیادی از آلودگی‌های تولید شده ناشی از انتشار اکسیدهای نیتروژن (NO_x)، دی اکسید گوگرد (SO_2)، مونواکسید کربن (CO) و دی اکسید کربن (CO_2) می‌باشد که هم در سطح منطقه‌ای و هم جهانی ایجاد مشکلات وسیع مینماید [6].

بدون شک صنعت سیمان از جمله مهمترین صنایع در تولید گرد و غبار می‌باشد. بسته به محصول تولید شده ابعاد ذرات معلق تولید شده متفاوت است و در زمانهای مختلف میتواند برای سلامت افراد و محیط زیست مضر باشد. گرد و غبار عمدتاً در مراحل مانند استخراج، حمل و نقل، انبار و آسیاب کردن مواد اولیه و محصول تولید می‌گردد.

مواد خام و سوخت‌های مورد استفاده در مراحل تولید سیمان عمدتاً حاوی مقادیری از عناصر سنگین نظیر جیوه می‌باشند که آزاد میشوند. در مراحل پخت، فلزات سنگین سمی در محیط انتشار می‌یابند و اکوسیستم‌های اطراف را تحت تأثیر قرار میدهند [7].

صنایع سیمان نقش مهمی در تخریب پوشش گیاهی منطقه و در نتیجه ایجاد عدم تعادل در اکوسیستم‌های طبیعی منطقه دارد. ورود گرد و غبار و فلزات سنگین به چرخه هوا، آب و خاک باعث تغییر فعالیتهای متابولیسم گیاهان منطقه میشود [8].

آلودگی‌های صوتی ناشی از فعالیت ماشینهای معدنی، مراحل خردایش، ماشینهای بسته‌بندی، ونتیلاتورها و ... تأثیر مهمی بر سلامت و کارایی کارکنان دارد و علاوه بر این بر جوامع شهری و روستایی اطراف و حیوانات تأثیر منفی دارد.

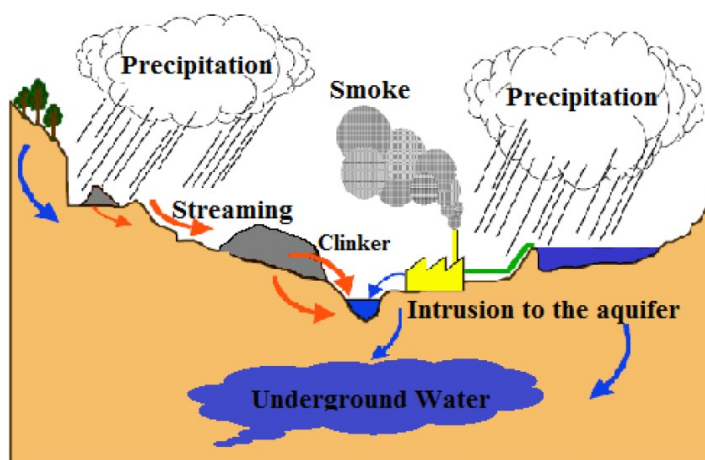
آلودگی منابع آب و خاک با ترکیبات مختلف سمی حاصل از مراحل مختلف تولید سیمان امری بدیهی است. نفوذ عناصر سنگین از پسماندهای رها شده در محیط باعث آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی میشود. شکل 1 چگونگی جابجایی منابع آلودگی و تأثیر بر منابع آب را نشان میدهد [6].

3. روش انجام مطالعه

پژوهش حاضر بر روی یک کارخانه سیمان در شرق کشور انجام شده است. یادآور می‌گردد که کارخانه فوق دارای سیستم مدیریت HSE می‌باشد و الزامات آن بر اساس اسناد و مدارک موجود به خوبی اجرا و مورد نظارت دقیق نیز قرار میگیرد، اما به لحاظ اینکه لزوم رعایت دقیق ملاحظات محیط زیستی در امر مدیریت انرژیها، پسماند و کنترل آلودگیها

* - Environmental Impacts' Assessment

امری تاثیرگذار در توسعه پایدار صنایع میباشد لذا بررسی فاکتورهای موثر در کاهش اثرات مخرب زیست محیطی صنایع سیمان از دیدگاه کارشناسان، هدف نهایی این طرح میباشد.



شکل 1 - چگونگی جابجایی منابع آلودگی و تاثیر بر منابع آب سطحی و زیرزمینی [6]

پرسشنامه طراحی شده در اختیار 10 نفر از متخصصان، کارشناسان HSE و اساتید دانشگاهها در حوزه ایمنی، بهداشت و محیط زیست قرار گرفتند و با اعمال دیدگاههای آنها، اطمینان حاصل شد که ابزارهای تحقیق از لحاظ روایی، وضعیت مناسبی دارند. سپس تعداد 52 نفر از کارشناسان و متخصصان حوزههای تولید سیمان و محیط زیست جهت پاسخگویی به سوالات مورد نظر انتخاب شدند. در نهایت اطلاعات حاصل از پرسشنامهها استخراج و با استفاده از نرمافزار spss مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بر این اساس فاکتورهای پاشش آب، عایقبندي سیکلونها، استفاده از فیلترهای کیسهای، بازگرداندن غبار جمع شده به فرایند تولید، تصفیه گاز خروجی قبل از تخلیه در جو و تعبیه سیستمهای تخلیه مکانیکی جهت بهبود مخاطرات زیست محیطی صنایع سیمان مورد بررسی قرار گرفته است.

4. نتایج

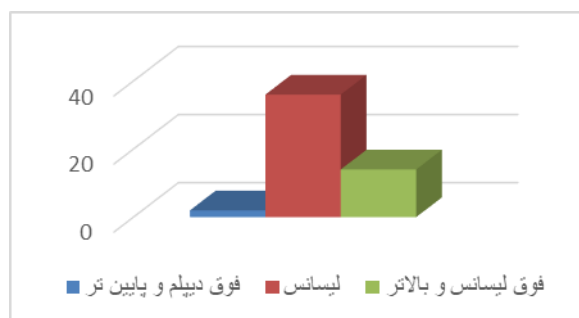
تجزیه و تحلیل اطلاعات از اصلیتترین و مهمترین بخشهای مختلف تحقیق محسوب میشود. بر همین اساس، ابتدا مشخصات دموگرافیک اعضای نمونه آماری تحقیق نشان داده شده است. برای این منظور آزمودنیهای نمونه آماری تحقیق بر اساس میزان تحصیلات و سابقه خدمت بررسی شدهاند. فراوانی و درصد فراوانی آزمودنیهای تحقیق بر اساس تجربه کاری به صورت جداول 1 و 2 و شکلهای 2 و 3 نشان داده شده است. جدول (1) و شکل (2) نشان میدهد که از مجموع 52 نفر از آزمودنیهای این پژوهش، 85/3 درصد دارای مدرک تحصیلی فوق دیپلم و پایینتر، 23/69 درصد دارای مدرک لیسانس و 92/26 درصد دارای مدرک فوق لیسانس و بالاتر میباشند.

جدول 1- توزیع فراوانی افراد بر حسب میزان تحصیلات

میزان تحصیلات	فراوانی	درصد	درصد تجمعی
---------------	---------	------	---------------



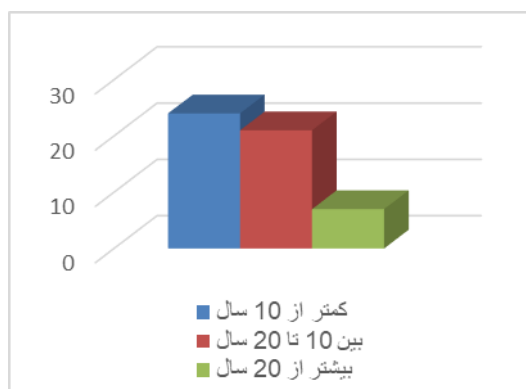
85/3	85/3	2	فوق دیپلم و پایینتر
08/73	23/69	36	لیسانس
0/100	92/26	14	فوق لیسانس و بالاتر
	0/100	52	جمع



شکل 2 - توزیع فراوانی آزمودنیها بر اساس میزان تحصیلات

جدول 2- توزیع فراوانی آزمودنیها بر حسب سابقه کار

درصد تجمعی	درصد	فراوانی	سابقه کار
15/46	15/46	24	کمتر از 10 سال
53/86	38/40	21	بین 10 تا 20 سال
0/100	47/13	7	بیشتر از 20 سال
	0/100	52	جمع



شکل 3 - توزیع فراوانی آزمودنیها بر اساس میزان تجربه کاری

به منظور آزمون فرضیه‌های تحقیق از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف و آزمون رگرسیون استفاده شده است. در آزمون نرمال بودن داده‌ها، فرض صفر چنین است که توزیع داده‌ها از توزیع نرمال تبعیت میکند و فرض مقابل بر خلاف این امر دلالت دارد. با توجه به نتایج حاصل از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف سطح معنیداری تمامی داده‌ها بیشتر از 05/0 بوده است، از این رو میتوان گفت که توزیع داده‌های بدست آمده از پرسشنامه‌های تحقیق نرمال است. به همین منظور برای آزمون فرضیه‌ها از آمار پارامتریک رگرسیون می-توان استفاده نمود.

جدول (3) نشان میدهد که در مدل رگرسیون سوم سطح معنیداری تمامی متغیرهای مستقل کمتر از 05/0 محاسبه شده است که نشان دهنده تأثیر متغیرهای مستقل بر روی



متغیر وابسته می باشد. به عبارت دیگر، میتوان در سطح اطمینان 95% ادعا نمود که پاشش آب، عایقبندي سیکلونها، استفاده از فیلترهای کیسه‌ای، تصفیه گاز خروجی قبل از تخلیه در جو و تعبیه سیستمهای تخلیه مکانیکی از ابعاد تاثیرگذار بر کاهش مخاطرات محیط زیستی صنایع سیمان می باشد.

جدول 3- آمارها و ضرایب برآورد شده مدل رگرسیون

متغیر	ضرایب	خطای معیار	ضرایب استاندارد شده	t	سطح معنی داری
عدد ثابت	891/0	189/0	-	722/4	000/0
پاشش آب	203/0	028/0	483/0	326/7	000/0
عایقبندي سیکلونها	186/0	030/0	404/0	202/6	000/0
استفاده از فیلترهای کیسه‌ای	139/0	031/0	294/0	558/4	000/0
تصفیه گاز خروجی قبل از تخلیه در جو	136/0	035/0	236/0	826/3	000/0
تعبیه سیستمهای تخلیه مکانیکی	067/0	032/0	136/0	088/2	042/0

معادله رگرسیون برآورد شده به صورت زیر خواهد بود که نشان دهنده قبول فرضیههای اول، دوم، سوم، پنجم و ششم تحقیق و رد فرضیه چهارم تحقیق می باشد.

$$y_{od} = 0/891 + 0/203OI1 + 0/186OI2 + 0/139OI3 + 0/136OI4 + 0/067OI5 \quad (1)$$

در این معادله y_{od} نشاندهنده تحول سازمانی، $OI1$ نشان دهنده متغیر پاشش آب، $OI2$ نشان دهنده متغیر عایقبندي سیکلونها، $OI3$ نشان دهنده متغیر استفاده از فیلترهای کیسه‌ای، $OI4$ نشان دهنده متغیر تصفیه گاز خروجی قبل از تخلیه در جو و $OI5$ نشان دهنده متغیر تعبیه سیستمهای تخلیه مکانیکی می باشد.

5. نتیجه‌گیری

در این مطالعه، میزان تاثیر شش مؤلفه پاشش آب، عایقبندي سیکلونها، استفاده از فیلترهای کیسه‌ای، بازگرداندن غبار جمع شده به فرآیند تولید، تصفیه گاز خروجی قبل از تخلیه در جو و تعبیه سیستمهای تخلیه مکانیکی بر مخاطرات زیست محیطی حاصل از فرآیند تولید سیمان از دیدگاه کارشناسان برای یک کارخانه سیمان مورد بررسی قرار گرفته است. پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمونهای کلموگروف-اسمیرنوف و تحلیل رگرسیون انجام گرفت. نتایج بدست آمده نشان میدهد که مؤلفه پاشش



سبزواری

آب، عایق‌بندی سیکلون‌ها، استفاده از فیلترهای کیسه‌ای، تصفیه گاز خروجی قبل از تخلیه در جو و تعبیه سیستم‌های تخلیه مکانیکی تأثیر مثبت و معنیداری بر کاهش مخاطرات محیط زیستی دارد. از دیدگاه جامعه آماری مورد مطالعه، مؤلفه بازگرداندن غبار جمع شده به فرایند تولید تأثیر معنیداری بر کاهش مخاطرات محیط زیستی ندارد. بنابر نتایج حاصل از این پژوهش پیشنهاد می‌گردد برنامه‌های راهبردی مناسب جهت کاهش مخاطرات محیط زیستی در جهت رسیدن به توسعه پایدار برای صنایع تولید سیمان که از اصلی‌ترین صنایع تولید آلودگی می‌باشند، ارائه و اجرا شود.

6. مراجع

1. WCED (World Commission on Environment and Development), (1987), “*Our Common Future (Brundlandt Report)*”, World Commission on Environment and Development, Oxford, Oxford University Press.
2. Tavakol, M., Nozari, H., and Hamzeh. A. (2012), “Analysis of the economic, social and environmental Parsian gas friendly industry in rural areas (the case of rural areas October city in Fars province)”, *Social studies and research in Iran*, 1 (4), pp 29- 48.
3. Emberlin J., (1998), “The effect of air pollution on allergic pollen”, *J European Resir. Rev.*, 53: 164-167
4. قادرمزی، فواد، رادمنش، فریدون، (1389)، “تأثیر مصرف سیمان بر آلودگی هوا و راهکارهای کاهش این آلودگی”، چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، تهران.
5. Jarvis AP, Younger PL., (2000), “ Broadening the scope of mine water environmental impact assessment: a UK perspective”, *Environmental Impact Assessment Review*, 20, 85-96.
6. Sereshki, F., Saffari, A. (2016), “ Environmental impact assessment and sustainability level determination in cement plants (Case study: Shahrood cement plant) ”, *Iranian Journal of Earth Sciences*, 8, 90-101.
7. Brown J, Jones W (1975), “Heavy-metal toxicity in plants 1. A crisis in embryo,” *Communications in Soil Science & Plant Analysis*, 6:421-438
8. Kumar, S. S, Singh, N.A, Kumar, V, Sunisha, B., Preeti, S., Deepali, S., Nath, S.R. (2008), “Impact of dust emission on plant vegetation in the vicinity of cement plant,” *Environmental Engineering and Management Journal*, 7:31-35