

## انرژی و آلودگی محیط زیست در صنعت سیمان

### حسین چهرگانی

آلودگی در صنعت سیمان از جنبه‌های مختلفی همچون آلودگی صوتی، آب و فاضلاب، انرژی، گرد و غبار، گازها، ریزش‌ها، ضایعات غیر تولیدی و ... قابل بررسی می‌باشد. اما مهمترین آن آلودگی‌هایی است که ناشی از مصرف انرژی می‌باشد. این موضوع علاوه بر دیدگاه استراتژیک مصرف انرژی و محدودیت‌های آن، از نظر تولید گازهای آلاینده اهمیت به‌سزایی دارد. در حقیقت جهان امروزی با دو بحران جدی انرژی و محیط زیست روبروست و این دو موضوع به‌موازات هم ذهن بشر را به‌خود مشغول داشته است. از دیدگاه مزبور عمده‌ترین گاز آلوده‌کننده دی‌اکسید کربن می‌باشد که سبب پدیده گلخانه‌ای در کره زمین و گرم شدن آن می‌گردد.

تحلیلی از انرژی مصرفی در جهان و ایران به‌همراه موارد مربوط به صنعت سیمان و بیان شاخص‌ها و روند مصرف از مسایل بنیانی این مبحث می‌باشد. در بخش بعدی راههای صرفه‌جویی یا کاهش مصرف انرژی در صنعت سیمان مورد بحث قرار گرفته است. این موضوع در دو بخش سوخت‌های فسیلی (با شاخص کیلوکالری مصرفی به ازای تولید هر کیلوگرم کلینگر) و انرژی الکتریکی (با شاخص کیلو وات ساعت بر تن سیمان) بیان می‌گردد.

علاوه بر آن هزینه مصرف انرژی 25 تا 30 درصد قیمت تمام شده سیمان را به خود اختصاص می‌دهد. انرژی مصرفی برای تولید سیمان بر اساس نوع فرآیند و پیشرفت‌های انجام شده در این خصوص برای کشور هند در جدول 1 درج گردیده است. بر همین اساس کشورهای صنعتی ایجاد و توسعه واحدهای انرژی بر همچون سیمان را به‌سمت کشورهای در حال توسعه یا در حال گذر سوق داده‌اند و خود بیشتر به توسعه و بهینه‌سازی واحدهای در حال کار خویش می‌پردازند.

جدول 1: روند تغییر در مصرف انرژی مصرفی برای تولید سیمان بر اساس نوع فرآیند و پیشرفت

سیستم‌ها برای کشور هند

دوره زمانی	1950 تا 1960	تا 1970	تا 1980	تا 1990
نوع فرآیند	تر	نیمه خشک خشک	خشک با پیش گرم کن 4 مرحله‌ای/پری کراشر	خشک با پیش گرم کن 5 یا 6 مرحله‌ای/پری کراشر
ظرفیت t/d	300 تا 600	600 تا 1200	2400 تا 3000	3300 تا 7500
مصرف حرارت ویژه kcal/kg <sub>clm</sub>	1300 تا 1600	900 تا 1000	800 تا 900	650 تا 750
توان مصرفی ویژه kwh/ton <sub>cem</sub>	115 تا 130	110 تا 125	105 تا 115	80 تا 100

برای کاهش مصرف انرژی راهکارهای موجود در سه عنوان: بدون هزینه، کم هزینه و پرهزینه طرح گردیده است که برای هر مقوله موارد متعدد و قابل اجرا در صنعت سیمان ذکر شده است. به علاوه برای تکمیل و ایجاد اطمینان از اثر بخشی اقدامات عنوان شده، مثالهای متعدد صنعتی نیز ذکر شده است.

از روشهای دیگر کاهش آلودگیهای مربوط به تولید سیمان، تغییرات در محصول و استفاده از افزودنیهای همچون سرباره، پوزولان، سنگ آهک و ... می باشد. همچنین کوره های پخت کلینکر به عنوان محل مناسبی برای استفاده از سوختهای ثانویه و ضایعاتی مطرح می باشد. در این خصوص استفاده از تیره های زاید، زباله، خاکهای نفتی، روغنهای ضایعاتی، حلالهای آلی غیر قابل مصرف، مشتقات سوختی و ... بکار رفته است. در کشورهای صنعتی، قوانین زیست محیطی مشوق این روشها می باشد.

در پایان با محاسبه دی اکسید کربن تولیدی در کارخانه واحد هفتم سیمان تهران و انجام موازنه های جرم و انرژی تحلیلی واقعی از آنچه که در صنعت سیمان کشور می گذرد خواهیم داشت.