

محیط زیست و صنعت سیمان در ایران و اروپا^۱

دکتر بیژن بیدآباد^۲ دکتر عباس اطمینان

شرکت سهامی عام سیمان فارس و خوزستان

کلیدواژه: اقتصاد سیمان، محیط زیست، گازهای گلخانه‌ای

چکیده

در حال حاضر میزان تولید گاز دی‌اکسید کربن توسط کارخانجات سیمان حدود ۳۰ میلیون تن در سال می‌باشد و با افزایش ظرفیت‌های تولید سیمان در حد ۷۰ میلیون تن تا دهه دیگر میزان تولید دی‌اکسید کربن به رقمی معادل تولید سیمان در آن سال خواهد رسید. از طرفی ۱۴٪ از حمل بار کشور اختصاص به سیمان دارد و لذا ۱۴٪ از آلودگی‌های ناشی از شبکه حمل و نقل کشور برعهده بخش سیمان می‌باشد. از طرف دیگر صنایع سیمان کشور حدود ۸۱٪ از انرژی خود را از سوخت فسیلی تأمین می‌کنند که عاقبت این کار اثرات نامطلوب دیگری بر تولید گازهای گلخانه‌ای دارد.

طرح ETS اتحادیه اروپا، متصاعدکنندگان گاز CO₂ را ملزم می‌نماید که اگر بیش از مقدار جواز معین اقدام به متصاعد کردن گاز کربنیک کردند جریمه دهند. این طرح تولید گاز کربنیک CO₂ را در فاز اول (۲۰۰۵-۲۰۰۷) پوشش می‌دهد اما ممکن است به سایر گازهای گلخانه‌ای (Green House Gases, GHGs) در خلال فاز دوم سالهای (۲۰۱۲-۲۰۰۸) تسری یابد. گرچه در حال حاضر کشورهای در حال توسعه منجمله ایران مشمول محدودیت‌های تولید کربن نمی‌شوند ولی توجه به موارد زیر برای تولیدکنندگان سیمان قابل توجه است:

- احتمالاً در دوره‌های بعدی محدودیت تولید کربن مشمول کشورهای بیشتری از جمله ایران خواهد شد. لذا در این ارتباط سرمایه‌گذاری در مشعلها و کوره‌هایی که از سوخت‌هایی نظیر لاستیک چرخ، ضایعات زباله‌ای جامد شهری، پلاستیک، سوخت‌های مشتق از ضایعات مایع، سوخت‌های ضایعات زیستی (ضایعات غذا، لجن فاضلاب شهری، چربی و گوشت حیوانات) استفاده می‌نمایند و اثرات زیست محیطی مطلوبی نسبت به سوخت‌های فسیلی دارند مناسب خواهد بود.
- اعمال این طرح باعث افزایش بهای تمام شده و کاهش قدرت رقابت بسیاری از تولیدکنندگان سیمان در آینده خواهد شد و این خود بازارهای بیشتری را برای کشورهای نظیر ایران ایجاد خواهد نمود که برنامه‌ریزی برای صادرات سیمان در این زمینه می‌تواند مورد توجه تولیدکنندگان سیمان قرار گیرد.

^۱ - این مقاله بخش کوچکی از یک بررسی تفصیلی درباره اثر الحاق ایران به سازمان تجارت جهانی بر صنعت سیمان است. بررسی‌ها در سال ۱۳۸۲ به سفارش شرکت سهامی عام سیمان فارس و خوزستان و از طریق مرکز تحقیقات سیمان دانشگاه صنعتی امیرکبیر آغاز گردید. مستندات طرح تحقیقاتی فوق بسیار مفصل است و بسیاری از مطالب آن تخصصی در مورد جواب به سؤال فوق مطرح شده‌اند و این مقاله بر مبنای یافته‌های آن طرح تدوین شده است.

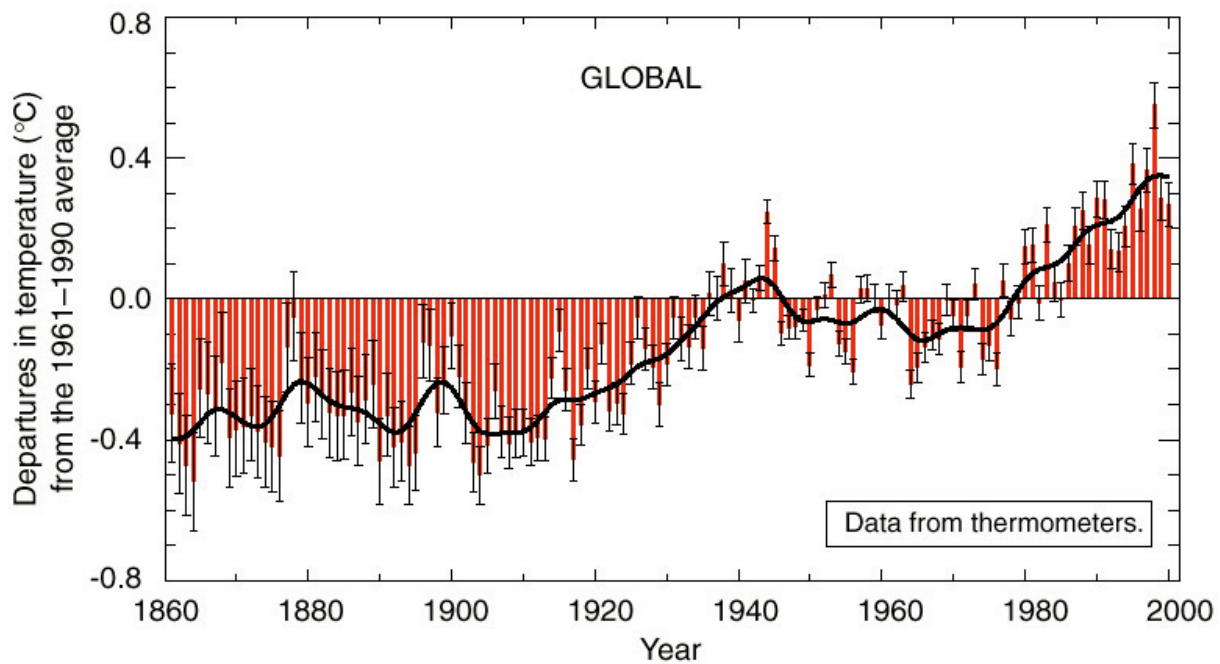
بخش سیمان یکی از مهمترین بخش‌های تولید کننده گاز دی اکسید کربن می‌باشد که اثرات محیط زیستی مهمی را بر اکوسیستم دارد. از سوی دیگر مصرف انرژی در صنعت سیمان به دلیل انرژی بر بودن این صنعت و از طرف دیگر حمل و نقل سیمان در شرایط فعلی که بزرگترین قلم کالا در حمل و نقل کشور می‌باشد، سهم بخش سیمان را در آلودگی محیط زیست مهم کرده است لذا در این مقاله به این موضوع می‌پردازیم.

مصرف انرژی و مصرف انواع سوخت‌های فسیلی نظیر زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی باعث افزایش شدید گازهای مانند دی‌اکسید کربن (CO_2) در جو شده است. پدیده تغییر آب و هوا یکی از این تبعات است. مصرف انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی و تولید بیش از حد گازهای گلخانه‌ای توازن انرژی زمین را بهم می‌زنند. ادامه روند افزایش میزان تقاضا و مصرف انرژی در چند دهه آینده، تغییر کاربری زمین، گسترش فعالیت‌های کشاورزی و دامداری و افزایش ضایعات جامد و مایع پدیده گلخانه‌ای را در جو زمین تشدید خواهد کرد. مدل‌های جوی پیش‌بینی می‌کنند که تا سال ۲۱۰۰، دمای کره زمین از ۱ تا ۵/۳ درجه سانتیگراد افزایش خواهد یافت که این مقدار بیش از تغییرات دمایی ۱۰۰۰۰ سال گذشته خواهد بود. نمودار زیر روند تغییرات دمایی زمین را در دو قرن اخیر نشان می‌دهد^۱. انتشار روز افزون گازهای گلخانه‌ای، تولید هواویزه‌ها (آئروسول‌ها)، تغییر در ضریب انعکاس زمین و آلودگی حرارتی، عوامل مختلفی هستند که بر سرعت پدیده تغییر آب و هوا تاثیر می‌گذارند و در این بین تاثیر و اهمیت گازهای گلخانه‌ای بسیار بیشتر و شناخته شده‌تر است. تابش‌های خورشیدی پس از عبور از فضا به زمین و اتمسفر رسیده و قسمت اعظم آن توسط کره زمین جذب می‌شود. کره زمین پس از گرم شدن، امواج گرم را به صورت تابش‌های فروسرخ به فضا باز می‌تاباند. قسمتی از این تابش‌های فروسرخ از اتمسفر عبور می‌کند و قسمتی دیگر توسط گازهای گلخانه‌ای موجود در اتمسفر جذب و به سطح زمین بازتابانیده می‌شود. گازهای گلخانه‌ای موجود در جو زمین، کسری از انرژی خورشیدی رسیده به زمین را در داخل اتمسفر نگه می‌دارند و دمای زمین در اثر این انرژی در حد مناسبی ثابت باقی می‌ماند. این عمل گازهای گلخانه‌ای را اثر گلخانه‌ای نامیده‌اند. لازم به ذکر است که اگر اثر گلخانه‌ای در اتمسفر زمین وجود نداشت، دمای کره زمین حدود ۱۵/۵ درجه سانتیگراد نسبت به حال کمتر می‌شد و عصر یخبندان دیگری را رقم می‌زد. همچنین، در صورتی که موجودی گازهای گلخانه‌ای در داخل اتمسفر، زیادتر از حد متعارف شود، موازنه انرژی زمین بهم می‌خورد و انرژی بیشتری در داخل اتمسفر زمین باقی می‌ماند. انرژی بیشتر، گرم شدن زمین را به دنبال خواهد داشت. براساس بررسی‌های انجام شده^۲ موارد زیر را می‌توان به عنوان اهم یافته‌های مرتبط با تغییرات آب و هوا در کره زمین دانست:

- مجموعه مشاهدات حاکی از گرم شدن کره زمین دارد.
- میانگین افزایش دمای سطح زمین در قرن بیستم حدود ۰/۶ درجه سانتیگراد می‌باشد.
- دما در ۴ دهه گذشته در ۸ کیلومتر پائین جو افزایش یافته است.
- پوشش برف و وسعت یخ‌ها کاهش یافته است.
- سطح متوسط دریاها بالا آمده و گرمای اقیانوس‌ها افزایش یافته است.

^۱ <http://www.climate-change.ir/fa/concept/>

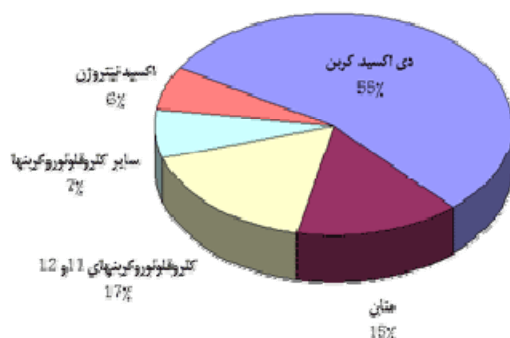
^۲ The Intergovernmental Panel on Climate Change, report on climate change.



عوامل مختلفی در گرم شدن زمین اثر دارند که گازهای گلخانه‌ای از اهم آنهاست. از طرف دیگر تغییرات مدار چرخش زمین، تغییر زاویه محور گردش زمین همه بر میزان تابش خورشید بر سطوح خاص زمین تأثیر بسزایی دارند. تغییرات فعالیت خورشید همچون سیکل ۱۱ ساله لکه خورشیدی که سبب افزایش درخشش خورشید می‌شود نیز اثرات قابل توجهی بر سیستم آب و هوای زمین دارد. تغییر ترکیب جو توسط فعالیت انسان نیز در این موضوع بی‌اثر نیست.

بخار آب (H_2O)، دی‌اکسید کربن (CO_2)، اکسید نیترو (N_2O)، متان (CH_4)، ازن جو پایین (O_3)، کلروفلوئوروکربنها ($CFCs$)، هیدروفلوئوروکربنها ($HFCs$) و پرفلوئوروکربنها ($PFCs$) گازهای گلخانه‌ای نام دارند. تمامی این گازها در ایجاد پدیده گلخانه‌ای در جو زمین نقش دارند و در این میان بخار آب و دی‌اکسید کربن مجموعاً ۹۰ درصد از سهم اثر گلخانه‌ای را به خود اختصاص می‌دهند.

گازهای گلخانه‌ای بطور طبیعی در جو زمین وجود دارند اما فعالیت‌های انسانها و آلودگی‌های ناشی از این فعالیتها، مقدار گازهای مذکور را بطور غیرطبیعی افزایش می‌دهد. در نتیجه گرمای ناشی از تابش اشعه خورشید در جو زمین محبوس می‌شود و دمای کره زمین را بالا می‌برد. گازهای گلخانه‌ای دارای منابع تولیدکننده طبیعی و غیرطبیعی هستند. این منابع چشمه‌های گازهای گلخانه‌ای نامیده می‌شوند. از طرفی مقدار گازهای گلخانه‌ای در اثر تغییر و تحولات شیمیایی در جو یا توسط منابع جذب کننده این گازها که اصطلاحاً چاهک نامیده می‌شوند، کاهش می‌یابد. هر گاز گلخانه‌ای طول عمر مشخصی دارد و با توجه به نوع گاز گلخانه‌ای میزان تأثیر آن بر شدت اثر گلخانه‌ای نیز متفاوت است. معمولاً گاز دی‌اکسید کربن به عنوان مبنای تعیین میزان تأثیر گاز گلخانه‌ای بر گرمای زمین، در نظر گرفته می‌شود و پتانسیل گرمایش سایر گازها نسبت به این گاز سنجیده می‌شود. جدول زیر گازهای گلخانه‌ای، منابع انتشار و طول عمر آنها را در جو زمین نشان می‌دهد.



سهم گازهای مختلف گلخانه‌ای در اتمسفر زمین بر حسب درصد در سال ۱۳۷۳

خلاصه مشخصات گازهای گلخانه‌ای

گازهای گلخانه‌ای	منابع		چاهکها	طول عمر در جو زمین
	غیر طبیعی	طبیعی		
دی اکسید کربن CO ₂	سوزاندن سوختهای فسیلی، جنگل زدایی، تخمیر هوازی ضایعات جامد و مایع	---	اقیانوسها - جنگلها	۵۰ سال
متان CH ₄	فضولات حیوانی، شالیزارهای برنج و سوزاندن سوختهای فسیلی، تخمیر بی‌هوازی ضایعات جامد و مایع	مردابها و اقیانوسها	جذب توسط باکتریهای موجود در خاک و انجام واکنشهای شیمیایی در جو	۱۰ سال
اکسید نیترو N ₂ O	خاکهای تقویت شده با کودهای شیمیایی، سوختن زیست توده و احتراق سوختهای فسیلی	فرآیندهای میکروبی در خاک و آب اقیانوسها و خاکهای طبیعی	جذب بوسیله خاک و واکنشهای فتوشیمیایی در استراتوسفر	۱۴۰ - ۱۹۰ سال
اوزن O ₃	---	واکنشهای پیچیده فتوشیمیایی در جو	واکنش با رادیکالهای آزاد در جو و واکنشهای پیچیده فتوشیمیایی	چند ساعت تا چند روز

دما و میزان بارش برف و باران، هر دو بر آب و هوا تاثیر می‌گذارند. مقادیر دما و میزان بارش باران در هر منطقه نیز متأثر از عرض جغرافیایی، ارتفاع و جریانهای اقیانوسی آن منطقه می‌باشد. تغییر آب و هوا پدیده‌ای است که میزان تاثیر عوامل فوق را بر آب و هوای هر منطقه تغییر می‌دهد و تاثیرات نامطلوبی را به جای می‌گذارد. برخی پیامدهای شناخته شده ناشی از تغییر آب و هوا عبارتند از:

- بالا آمدن سطح آب دریاها و کاهش منابع آب شیرین
- تغییرات آب و هوای منطقه ای در عرضهای بالا و نیمکره شمالی
- تغییر در میزان بارش باران و جهت وزش باد
- افزایش بلایای طبیعی مثل طوفان، گردباد و سیل

- افزایش میزان خشکسالی و توسعه مناطق بیابانی
- افزایش آلودگی هوا در برخی مناطق در اثر افزایش بادهای گرم
- اثر احتمالی بر گسترش بیماریهایی نظیر مالاریا

براساس تحقیقات و ارزیابی‌های انجام شده در طرح توانمندسازی تغییر آب و هوا تحت نظر کنوانسیون تغییر آب و هوای سازمان ملل متحد و با استفاده از سناریوهای مطرح شده توسط IGPC، اگر میزان غلظت دی اکسید کربن تا سال ۲۱۰۰ دو برابر شود، دمای متوسط ایران به میزان ۱/۵ تا ۴/۵ درجه سانتیگراد افزایش خواهد یافت که این مسئله تغییرات محسوسی را در منابع آبی، میزان تقاضای انرژی، تولیدات کشاورزی و نواحی ساحلی موجب خواهد شد. تغییر الگوی دمایی، کاهش منابع آبی، افزایش سطح دریاها، تخریب نواحی ساحلی، از بین رفتن محصولات کشاورزی و غذایی، تخریب جنگل، تناوب و تشدید خشکسالی و تهدید سلامت انسان‌ها از اثرات زیان آور مستقیم تغییرات آب و هوا می‌باشند. از اثرات غیر مستقیم تغییر اقلیم می‌توان به آسیبهای اقتصادی ناشی از اقدامات مقابله‌ای کشورهای توسعه یافته اشاره کرد.

براساس بررسی‌ها و پیش‌بینی‌های IGPC پدیده‌های زیر برای کره زمین محتمل و یا محتمل قریب به وقوع هستند:

- بالا رفتن ماکزیمم دما و روزهای گرم بیشتر در تقریباً تمامی سطح زمین
 - بالا رفتن حداقل دما و روزهای سرد کمتر و رزهای یخبندان کمتر در تقریباً تمامی سطح زمین
 - کاهش دامنه دمای روزانه در تقریباً تمامی سطح زمین
 - بارش‌های شدیدتر
 - افزایش خشکسالی‌های اقلیمی تابستانی و ریسک خشکی در اکثر مناطق با عرض میانی جغرافیایی
 - افزایش ماکزیمم طوفان‌های موسمی در مناطق گرمسیری
 - افزایش میانگین و ماکزیمم بارش‌های موسمی در مناطق گرمسیری
- برای ارزیابی میزان آسیب‌پذیری کشور در اثر عدم کنترل رهایش گازهای گلخانه‌ای، شش سناریوی متفاوت طراحی شده‌اند^۱. این سناریوها خود ترکیب منتخبی از مدلها و سناریوهای متفاوت مانند دو مدل جی‌سی‌ام (HadCM2 و ECHAM4)، سه سناریوی انتشار (IS92a, IS92b, IS92c) و سه حساسیت اقلیمی متفاوت می‌باشند. در این ترکیبها سه وضعیت مختلف برای انتشار گازهای گلخانه‌ای در نظر گرفته شده است که به ترتیب عبارتند از:
۱. میزان انتشار پایین.
 ۲. ثابت نگهداشتن میزان انتشار در شرایط فعلی
 ۳. میزان انتشار بالا

در نهایت نتایج مدلسازی انجام شده بین ترکیبات سناریوها و حساسیت‌های اقلیمی مختلف نشان می‌دهد که برای حالت اول افزایش دما در ایران بین ۱ تا ۱/۵ درجه سانتیگراد، برای حالت دوم افزایش دما بین ۲/۵ تا ۴/۱ درجه سانتیگراد و برای حالت سوم این افزایش دما بین ۵/۹ تا ۷/۷ درجه سانتیگراد می‌باشد. همچنین همین ترکیبها برای به تصویر کشیدن تغییرات بارندگی در کشور مورد استفاده قرار گرفت که نتایج آن عبارتند از:

^۱ <http://www.climate-change.ir/fa/concept/>

۱. برای شرایط اول ۱۱٪ تا ۱۹/۱٪ کاهش بارش نسبت به سال پایه

۲. برای شرایط دوم ۳۰/۹٪ تا ۵۰٪ کاهش نسبت به سال پایه

۳. برای شرایط سوم ۵۸٪ تا ۸۰٪ کاهش نسبت به سال پایه

برای بررسی میزان اثرات گرم شدن زمین بر منابع آبی ایران، تحقیقات مختلفی با استفاده از داده‌های آبی - هواشناسی و مدل‌های رواناب مختلف که با سناریوهای انتشار و تغییرات دمایی نیز ادغام شده‌اند، انجام شده‌است. نتیجه داده‌های رواناب دوره‌ای که از ۳۹۸ ایستگاه آب سنجی گردآوری شده‌اند، نشان می‌دهد که شاخص سیلاب در ۴۷٪ آنها تغییر کرده است. بعلاوه در ۶۰۰ ایستگاه هواشناسی مورد مطالعه در طی سالهای ۲۰۰۰-۱۹۹۰ مشخصاً تغییرات اقلیم مشاهده شده است. مدل دراز مدت رواناب که برای ۳۰ حوضه رودخانه‌ای استفاده شده، نشان می‌دهد که افزایش دما، حجم رواناب را در زمستان، به دلیل تبدیل بارش برف به باران و در بهار، به دلیل آب شدن سریع برفها افزایش می‌دهد. همچنین مشخص شده است که افزایش دما بر رواناب حوضه‌های آبرگیر تاثیر گذاشته و نوسانات رواناب ناشی از بارندگی را کاهش می‌دهد.

افزایش دمای پیش بینی شده در اثر تغییرات آب و هوایی باعث کاهش باروری نشاء برنج، کاهش طول عمر ذرت، ناریسی گندم و کاهش جوانه زنی سیب زمینی می‌گردد. از طرف دیگر تغییرات آب و هوایی با کاهش میزان و زمان بارش، بر اساس داده های تاریخی، باعث کاهش تولید گندم و پنبه می‌گردد. بطوریکه خشکسالی‌های اخیر در محدوده سالهای ۱۳۷۸-۱۳۷۷ باعث کاهش ۱/۰۵۰ میلیون تن محصول گندم آبی و ۲/۵۴۳ میلیون تن محصول گندم دیم گردید. این نتایج نشان می‌دهند که بخش کشاورزی ایران در برابر پدیده تغییر آب و هوا بسیار آسیب پذیر می‌باشد.

گرم شدن زمین بر بخش جنگل نیز به شدت تاثیر می‌گذارد. تغییر محل رویش طبیعی گونه‌های گیاهی جنگلی، بخصوص گونه‌های مقاوم و انقراض گونه‌های نیمه مقاوم از نمونه‌های این تاثیرات می‌باشند. رویش طبیعی گیاهان جنگلی آشفته شده و منجر به کاهش تولید چوب و محصولات غیرچوبی در جنگل می‌شود. هجوم دام به عرصه‌های جنگلی و مراتع و تشدید بیماری گیاهان باعث تسریع فرسایش زمین، مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک می‌گردد. افزایش سطح آب دریا در خلیج فارس و دریای عمان باعث تخریب جنگلهای دریایی حراً (مانگرو) می‌گردد. در اثر کاهش مقدار علوفه در جنگلها، که می‌تواند در برخی موارد نشانه‌ای از شروع بیابانزائی باشد، شرایط زیست محیطی برای حیات وحش در مناطق جنگلی به سرعت نامساعد می‌گردد. افزایش دما و خشکسالی باعث تخریب پوشش گیاهی شده و به پیامد آن فرسایش خاک تسریع می‌گردد که در نهایت به علت تضعیف ظرفیتهای اکولوژیکی منطقه در اثر این تخریبها پیامدهای اجتماعی ناگواری نظیر مهاجرت اتفاق می‌افتد.

نواحی ساحلی شمال کشور مرکز تولیدات کشاورزی می‌باشد. صنایع تولید انرژی در منطقه جنوب قرار دارند. اکثر بنادر بزرگ صدور کالا در جنوب مستقر شده‌اند. حضور این صنایع در شمال و جنوب ایران نشان می‌دهد که نواحی ساحلی کشور تا چه حد نسبت به اثرات تغییر آب و هوا آسیب پذیر می‌باشند. با توجه به داده‌هایی که در طی ده سال در ساعت های مختلف از سه ایستگاه (چابهار، بندر عباس و بوشهر) جمع‌آوری شده‌اند، میانگین افزایش متوسط سطح آب دریا در خلیج فارس و دریای عمان ۴/۵ میلیمتر در سال بوده است که با سناریوی سال ۱۹۹۵ IPCC مطابقت می‌کند. بعضی از اثرات افزایش دما و سطح آب دریا در نواحی ساحلی عبارتند از:

- فرسایش کناره های ساحلی در شمال و جنوب

- آب گرفتگی زمینهای پست مثل شبه جزیره میانکاله و خلیج گرگان
- سفید شدگی گسترده آبسنگهای مرجانی
- نفوذ آب شور در آبهای شیرین در اثر آب گرفتگی زمینهای ساحلی

از منظر اقتصادی اجتماعی، تغییر اقلیم اثرات سوء شدیدی بر بهداشت و رفاه خانوارها دارد که از آن جمله می‌توان به تامین آب شیرین در مناطق ساحلی اشاره نمود. نفوذ آب شور به داخل آبهای سطحی و زیرزمینی از مهمترین پیامدهای تغییر اقلیم در منطقه- بویژه در حوضه آبریز رودخانه کارون- محسوب می‌شود. رودخانه کارون اصلی‌ترین منبع تامین آب شرب برای شهرهایی با جمعیت بیش از یک میلیون نفر است و نفوذ آب شور در اثر افزایش سطح آب دریا و کاهش دبی آب رودخانه‌ها از موضوعات مهم درباره این رودخانه بوده و هست.

تغییر آب و هوا تاثیر مستقیمی بر سلامتی انسانها دارد. انتظار می‌رود که گرم شدن زمین منجر به افزایش بیماریهای قلبی و عروقی، تنفسی و بیماریهای عفونی و میکروبی گردد. مالاریا، یکی از بیماریهایی که در مناطق استوایی شایع است، در استانهای گرمسیری ایران نیز رایج است. تحقیق بر روی میزان بروز مالاریا از سال ۱۹۸۲ تا ۱۹۸۸ در کشور نشان می‌دهد که میزان موارد ابتلاء به این بیماری علیرغم افزایش امکانات بهداشتی و درمانی رو به رشد است.

کاهش راندمان نیروگاههای حرارتی، کاهش در تولیدات نیروگاههای آبی در اثر کاهش سطح آب پشت سدها، تخریب نواحی ساحلی، اسکله‌های نفتی، تاسیسات گاز و پتروشیمی در نواحی ساحلی جنوبی در اثر طوفانهای دریایی شدید، همگی تاثیرات محسوس ناشی از تغییر آب و هوا هستند. همچنین پیش‌بینی می‌شود که گرم شدن زمین باعث افزایش تقاضای برق به میزان ۲۰۰۰۰ مگاوات در طول ۵۰ سال آینده گردد.

کاهش گازهای گلخانه‌ای در ایران

پتانسیل کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشور بدلیل فرسودگی صنایع مصرف کننده حاملهای انرژی بالاست. در بخش انرژی، سیاستهای اصلی مبتنی بر تولید برق با استفاده از فن آوریهای پاک و پربهره و نیز پالایشگاههای دوستدار محیط زیست، بهینه سازی فن آوری وسایل نقلیه و ناوگان حمل و نقل عمومی و استفاده از لوازم برقی و ساختمانهای با بهره وری بیشتر می‌باشد. به همین ترتیب در بخش غیرانرژی استراتژیهای کاهش شامل مدیریت مزارع و ترویج دامداری مدرن، محافظت از جنگلها و سایر منابع طبیعی، کنترل مضاعف و تصفیه پسابها، مدیریت مواد زائد و بازیافت آنها است.

افزایش بهره‌وری انرژی یکی از اقتصادی‌ترین گزینه‌ها برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای با پتانسیلی در حدود ۳۱٪ تا سال ۱۴۰۰ است. با استفاده بهینه از حاملهای انرژی و افزایش سهم گاز طبیعی در سبد تقاضا می‌توان نرخ رشد انتشار سالانه دی اکسید کربن را از ۴/۲٪ در سال ۱۳۷۸ به ۲/۴٪ در سال ۱۴۰۰ کاهش داد. در همین راستا روشهای کاهش مبتنی بر بهره وری انرژی شامل افزایش سهم نیروگاههای سیکل ترکیبی در تولید برق، تدوین استانداردهای مناسب مصرف انرژی در ساختمانهای مسکونی و تجاری، اجباری کردن استفاده از برچسبهای انرژی برای لوازم برقی خانگی و تقویت تکنولوژی وسایل نقلیه می‌باشد.

مقدار انتشار CO₂ از نیروگاههای حرارتی، با جایگزین کردن سوختهای مایع مثل نفت، گاز و سوختهای سنگین با گاز طبیعی از مقدار ۸۹/۴ میلیون تن در سال ۱۳۷۸ به ۸۳ میلیون تن در سال ۱۳۸۴ خواهد رسید که کاهش ۷/۲ درصدی در طول این دوره را نشان خواهد داد. بازیابی گازهای همراه برای تزریق به چاههای نفت و توسعه تکنولوژیهای تبدیل

گاز به مایع (GTL) می‌تواند کمک موثری برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای باشد.

انرژی بادی و خورشیدی، زمین گرمایی، انرژی امواج و جزر و مد، انرژی هیدروژنی، انرژی هسته‌ای و آبی نمونه‌هایی از منابع انرژی تجدیدپذیر و پاک به‌شمار می‌روند که پتانسیل مناسبی در کشور در بکارگیری این منابع انرژی وجود دارد. تا سال ۱۳۸۴ سهم انرژی‌های آبی، زمین گرمایی و هسته‌ای در تولید نیرو به ترتیب به سطح ۷۷۰۰، ۱۲۰۰ و ۱۰۰۰ مگاوات خواهد رسید.

بخشهای غیر انرژی مثل کشاورزی، جنگل، ضایعات جامد و مایع در مقایسه با بخش انرژی، سهم بسیار کوچکی را در انتشار گازهای گلخانه‌ای دارند. اصلی‌ترین روشهای کاهش در این بخش، افزایش بهره‌وری نشخوار کنندگان، تقویت تکنیکهای کشت برنج و مدیریت پسماندهای کشاورزی را در بر می‌گیرد. جنگلکاری، احیای جنگل، خروج دام از جنگل و استفاده از سوختهای فسیلی به جای چوب در مناطق جنگلی نیز از دیگر سیاستهای مهم این بخش هستند. مدیریت دفن ضایعات جامد و بازیابی متان از محل دفن بهداشتی زباله در بخش ضایعات نیز اقدامات دیگری هستند که در این بخش پیشنهاد شده‌اند.

سیاستهای کاهش در بخش انرژی کشور بسیار موثرتر از سیاستهای کاهش در سایر بخشها می‌باشند. با اجرای سیاستهای پیشنهاد شده برای زیربخشهای انرژی میتوان میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را از ۸۲۲۴۸۹ هزار تن به ۶۱۴۶۳۹ هزار تن دی اکسید کربن در سال ۲۰۱۰ کاهش داد. اگر دولت برای جمع‌آوری گازهای همراه و تزریق آنها به چاههای نفت اقدام نکند و جمع‌آوری گازهای همراه فقط به عنوان یک سیاست کاهش پیشنهاد گردد، در آنصورت میزان کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۱۰ در حدود ۶۲۷۳۳۰ هزار تن معادل CO2 خواهد بود.

در حال حاضر سهم منابع انرژی تجدیدپذیر در تولید برق اندک و هزینه برق تولیدی از آنها بسیار بالاست. از این رو عمده سیاستهای کاهش بایستی بر جایگزینی سوختهای سنگین با گاز طبیعی، برق آبی، سیکل ترکیبی، تولید همزمان گرما و برق از انرژی هسته‌ای متمرکز شود. جایگزینی سوخت و بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنعت سیمان و بخصوص صنایع تولید آهن و فولاد به عنوان سیاستهای موثر در کاهش انتشار پیشنهاد می‌گردند به گونه‌ای که نرخ بازگشت سرمایه در صنعت سیمان با اجرای بهره‌وری انرژی و تغییر سوخت به ترتیب ۷۰٪، ۵۰٪ و در صنایع آهن و فولاد به ترتیب ۱۳۴٪ و ۱۸۲٪ است. اقدامات اساسی نیز برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از بخش حمل و نقل کشور پیشنهاد شده‌اند. این اقدامات یک مجموعه برنامه روشهای کاهش را در بر می‌گیرد که بر بهینه‌سازی تکنولوژی وسایل نقلیه، افزایش ناوگان حمل و نقل عمومی، تولید سوخت با کیفیت بالا و توسعه حمل و نقل ریلی متمرکز شده است.

با اجرای سیاستهای کاهش در تمام زیربخشهای انرژی و غیر انرژی، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای از ۷۹۱۵۶۰ هزار تن به ۱۵۰۷۵۲ هزار تن تا سال ۲۰۱۰ کاهش خواهد یافت. در سال ۲۰۱۰ از بین زیربخشهای مختلف، سیاستهای کاهش در بخش نیروگاهی و حمل و نقل به ترتیب با ۳۲٪ و ۲۰٪ بیشترین تاثیر را در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و سیاستهای کاهش انتشار در بخشهای کشاورزی و جنگل با ۷٪ و ۶٪ کاهش، کمترین اثربخشی را بدنبال خواهد داشت.

در تولید سیمان به ازای تولید هر تن کلینکر حدود یک تن گاز دی اکسید کربن در هوا منتشر می‌شود. کاربرد مواد مکمل سیمان و عدم استخراج مواد اولیه خام مانند سنگ آهک و خاک رس برای تولید سیمان، به هم زدگی اکو سیستم را به حداقل می‌رساند. البته مواد مکمل سیمان مصنوعی که اغلب محصولات فرعی و زائدات کارخانه‌های مختلف هستند نیز به نوعی محیط زیست را آلوده می‌کنند ولی مصرف آنها در بتن و یا دفن آنها آلودگی محیط زیست

را کاهش می‌دهد. گفتنی است، با مصرف مواد مکمل سیمان عمر مفید سازه‌های بتنی افزایش یافته و خرابیهای زودرس این سازه‌ها نیز کنترل می‌شود.^۱

در حال حاضر میزان تولید گاز دی‌اکسید کربن توسط کارخانجات سیمان حدود ۳۰ میلیون تن در سال می‌باشد و با افزایش ظرفیت‌های تولید سیمان در حد ۷۰ میلیون تن در سال ۱۴۰۰ میزان تولید دی‌اکسید کربن به رقمی معادل تولید سیمان در آن سال خواهد رسید که با توجه به توضیحات ارائه شده در مورد اثر گازهای گلخانه‌ای سهم بخش تولید سیمان ایران در ایجاد آسیب‌های محیط زیستی قابل توجه خواهد بود. از طرفی ۱۴٪ از حمل بار کشور اختصاص به سیمان دارد و لذا ۱۴٪ از آلودگیهای ناشی از شبکه حمل و نقل کشور برعهده بخش سیمان می‌باشد. از طرف دیگر صنایع سیمان کشور حدود ۸۱٪ از انرژی خود را از سوخت فسیلی تأمین می‌کنند که عاقبت این کار اثرات نامطلوب دیگری بر تولید گازهای گلخانه‌ای دارد.

محیط زیست، سیمان و معاهدات بین‌المللی

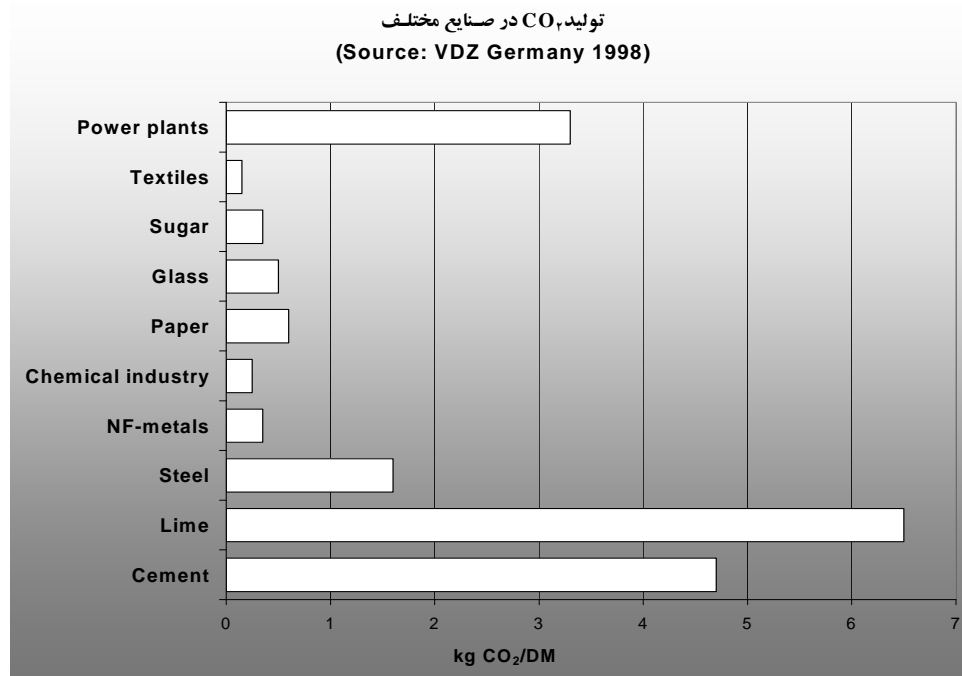
صنعت سیمان متصاعد کننده ۴ نوع گاز و غبار اصلی است که از طریق تغییر در میزان شعاع تابش خورشید اثرات گرم کننده و سرد کننده بر روی زمین. این متصاعد شونده‌ها شامل غبار، سولفور، NOx و CO2 می‌باشند. اثر ۳ عامل اول در تغییر دمای زمین توسط صنعت سیمان خیلی قابل توجه نیست. برای مثال غبار تولید شده توسط صنعت سیمان در هر سال معادل ۳ میلیون تن است در صورتی که کل صنایع حدود ۱۰۰ میلیون تن در سال غبار ایجاد می‌نمایند. و غبارهای طوفانهای کویری در بسیاری از نقاط جهان مانند کشور صحرا آنقدر زیاد است که کارخانه سیمان در برابر آن یک کارخانه پاک تلقی می‌شود. انتشار سولفور صنعت سیمان نیز در مقیاس جهانی با اهمیت نیست. تقریباً ۱۰۰٪ دودهای متصاعده سولفور مضر برای انسان از سوختن نفت و زغال و تولید مس ایجاد می‌شوند. به هر حال سولفور از طریق تشکیل آئروسولها نقش خنک کننده دمای زمین را دارد. انتشار NOx از صنعت سیمان نیز همچنان در مقیاس جهانی قابل اغماض است ولی می‌تواند بعنوان مزاحمت‌های منطقه‌ای به حساب آید. مقدار اعظم NOx تولید شده از احتراق سوخت‌های فسیلی و بیولوژیک و برق زدن ایجاد می‌شود. فن آوری پیشرفته همانند مشعل‌های کم NOx و بالاخص خطوط طراحی شده خاص برای فرآیندهای حرارتی تولید سیمان سهم مهمی در کاهش NOx در صنعت سیمان دارند. برخلاف سه مورد فوق تولید گاز CO2 از کارخانه‌های سیمان در جهان قابل اهمیت و رو به افزایش است. ۴۵٪ تولید گاز CO2 در بخش سیمان ناشی از مصرف انرژی و ۵۵٪ آن ناشی از فرآیند تبدیل بی‌کربنات کلسیم به اکسید کلسیم و انیدرید کربنیک می‌باشد.



تولید سیمان در جهان در حال حاضر حدود ۱/۶ میلیارد تن در سال است. تقریباً بازا تولید هر تن کلینکر ۰/۹۷ تن گاز CO2 تولید می‌شود. بر این اساس و با احتساب اضافه کردن گچ و آهک و سرباره بطور متوسط از ۰/۹ تن کلینکر یک تن سیمان تولید می‌شود و لذا حدود ۱/۴ میلیارد تن CO2 توسط کارخانه‌های سیمان در جهان ایجاد می‌شود. کل تولید CO2 توسط انسان در جهان حدود ۲۳/۱ میلیارد تن در حال حاضر می‌باشد و مشارکت صنعت سیمان در تولید این گاز حدود ۶٪ می‌باشد. لذا موضوعات زیست محیطی از جمله مسائل و چالش‌های پیش روی صنعت سیمان

^۱ <http://irangreenpen.org/00news/001742.shtml>

است و در آینده در این صنعت نقش تعیین کننده خواهد داشت لذا در این قسمت به این موضوع می پردازیم و مروری به تجربه کشورهای اروپایی در این ارتباط خواهیم داشت.



در طول پنجاه سال گذشته اقتصاد جهانی شاهد تحولات زیادی بوده است. عواملی از قبیل ارتقا و فن آوریهای مخابرات، کاهش موانع تجاری و کاهش موانع بر سر راه سرمایه گذاریهای خارجی از دلایل مهم این تغییرات می باشند. رشد اقتصاد جهانی در کنار خود اختلالاتی را نیز بوجود آورده که از آن میان می توان به موارد زیست محیطی اشاره کرد. لذا نبود ساختارهای قانونی مناسب در حمایت از محیط زیست توسط نظام های چند جانبه تجاری عامل مهم در عدم توجه کشورها به مسائل محیط زیست می باشد.

علیرغم اینکه در مقررات سازمان تجارت جهانی موافقتنامه خاصی برای مسائل زیست محیطی تا به حال به تصویب نرسیده ولی در موافقتنامه های مختلف به موضوعات زیست محیطی اشاره شده است. به عنوان مثال در ماده ۲ گات ۱۹۹۴ تحت عنوان استثنائات کلی کشورها مجاز شده اند برای حمایت از بهداشت و سلامتی انسان، حیوان یا گیاه محدودیتها یا ممنوعیت هایی را طبق مقررات وضع نمایند. همچنین مقرر گردیده در راستای حفظ منابع طبیعی مجاز به اتخاذ تدابیری می باشند. از سال ۱۹۴۷ تا ۱۹۹۵ از مجموعه ۱۱۵ گزارشی که در ارتباط با موافقتنامه های دور توکیو صادر شده ۶ مورد مربوط به بهداشت و سلامت انسان و حیوان و محیط زیست بوده است.^۱

پروتکل کیوتو

در مقابله بین المللی با گرم شدن کره زمین در دسامبر ۱۹۹۷ بیش از ۱۰۰ کشور در کیوتو ژاپن نشستی مبنی بر

۱- خبرنامه رویدادها و تحولات سازمان جهانی تجارت، سال هشتم، "مقررات تجاری و مسائل زیست محیطی، وزارت بازرگانی، موسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی، شماره ۵۵، بهمن ماه ۱۳۸۲.

کنترل و کاهش گازهای گلخانه‌ای بالاخص انیدرید کربنیک داشتند. این اجلاس به دنبال کنوانسیون کلی تغییر آب و هوای زمین سازمان ملل متحد:

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC-1992)

صورت پذیرفت. بر اساس موافقتنامه کیوتو کشورهای توسعه یافته موافقت کردند که تولید گازهای گلخانه‌ای خود را به نسبت سطح تولید ۱۹۹۰ محدود نمایند. در این بین کشورهای اروپائی اهداف اشتراکی برای حصول این موضوع را نیز بر عهده گرفتند و بر این اساس طرح EU-ETS مبنی بر ایجاد بورس خرید و فروش مجوز انتشار گازهای گلخانه‌ای- که در مرحله اول شامل CO₂ می‌شود در پارلمان اروپا مطرح و تصویب شد. اروپا در مقابله با آثار زیست محیطی تولید و تجارت گام‌های بلندی نسبت به سایر کشورها برداشته است که این حرکت‌ها در بخش تولید سیمان نیز مشخص می‌باشد لذا به بررسی موضوعات زیست محیطی در باب سیمان اروپا می‌پردازیم.

محیط زیست و صنعت سیمان اروپا

در سال ۱۹۹۰ صنعت سیمان در اتحادیه اروپا ۱۸۵ میلیون تن سیمان تولید کرده که منجر به متصاعد شدن ۱۳۸ میلیون تن گاز CO₂ از طریق دی کربناسیون مواد خام گردیده است.^۱ بعلاوه استفاده از الکتریسیته از سوخت کارخانجات نیرو منجر به انتشار غیرمستقیم ۱۰ میلیون تن دیگر CO₂ گردیده است. همانطور که ملاحظه می‌شود این میزان تولید گاز گلخانه‌ای CO₂ می‌تواند اثر مهم زیادی بر گرم شدن زمین و عوارض آن داشته باشد.

سه راه حل اساسی برای مقابله با مسائل زیست محیطی صنعت سیمان وجود دارد:

۱- بهبود کارآیی انرژی در استفاده صنعت سیمان

۲- کاهش نسبت کلینکر (معرفی محصولات فرعی سودمند)

۳- استفاده از مواد زائد به عنوان جانشینی برای سوخت

سوخت‌های اصلی در کوره‌های سیمان شامل موارد زیر هستند:

▪ زغال سنگ (Coal)

▪ سوخت‌های نفتی (Fuel oil)

▪ گاز طبیعی (Natural gas)

▪ کک نفت (Petroleum cokes)

سوخت‌های ثانویه در کوره‌های سیمان شامل موارد زیر هستند. همانطور که گفته شد این سوخت‌ها اثرات زیست

محیطی مطلوبی نسبت به سوخت‌های اولیه یا فسیلی دارند.

▪ لاستیک چرخ (Tyres)

▪ ضایعات زباله‌ای جامد شهری (Municipal solid waste)

▪ پلاستیک (Plastics)

▪ سوخت‌های مشتق از ضایعات مایع (Liquid waste derived fuels)

▪ سوخت‌های ضایعات زیستی (ضایعات غذا، لجن فاضلاب شهری، چربی و گوشت حیوانات) (Biomass fuels)

(wood waste, sewage sludge, animal meal and fat)

¹Jean-Marie Chandelle, The European cement Industry, voluntary Initiatives to reduce CO₂ emissions, A contribution to climate change, Association Europeenne du Climate, the European cement Association, April 2003.

سوخت‌های ذکر شده بالاخص در کاهش CO₂ و بطور کلی در NO_x گامهای مؤثری می‌باشند که در حال حاضر تجهیزات بسیاری برای آمیزش و ترکیب این سوختها نیز در اروپا و سایر کشورهای پیشرفته ابداع شده است. درصد حرارتی هر کدام از سوخت‌های فوق در جدول زیر آورده شده است.

سوخت‌های مختلف	%Th
Petroleum cokes	100
Tyres	25-40
Plastics & paper	50
Liquid waste	40
Agricultural waste	20-30
Sewage sludge	5-35
Animal meal and fat	25

Irene M Smith, Co-utilisation of coal with other fuels and wastes in cement kilns, European Cement Conference Barcelona 2004

و همینطور آثار زیست محیطی سوخت‌های ثانویه را می‌توان در جدول زیر از لحاظ کاهش گازهای NO_x می‌توان ملاحظه نمود.

درصد کاهش NO _x در سوخت‌های مختلف	
Tyres	30-50%
	55% staged combustion
	>60% with reburn
Hazardous wastes	>60%
Plastic waste	24% in calciner
Animal meal	58% staged combustion
But not sewage sludge	

Irene M Smith, Co-utilisation of coal with other fuels and wastes in cement kilns, European Cement Conference Barcelona 2004

صنعت سیمان به سمت توافقنامه‌های اختیاری در خصوص کنترل گاز CO₂ و موضوعات زیست محیطی در حال تحول است. این توافقنامه‌ها منجر به استفاده کار آتر از مواد زائد و کنترل متصاعد شدن مواد نامناسب و آلوده کننده محیط زیست خواهد شد. توافقنامه‌های بلند مدت در راستای مقررات سلامتی و استاندارد^۲ سازمان تجارت جهانی می‌تواند به عنوان جزیی از چهارچوب سیاستی قابل پیش بینی برای کمک به برنامه ریزی و سرمایه گذاری کمپانی‌ها تلقی شود و لذا قدم مهمی در راستای حرکت به سمت توسعه پایدار محسوب می‌شود. اقدامات ارادی و دلخواه کشورهای اروپایی در خصوص صنعت سیمان در بلژیک، فرانسه، آلمان، هلند، سوئیس و انگلستان را به عنوان حرکت‌های آغاز شده در اروپا بررسی می‌کنیم.

^۲ . Safety & Standards

Greenhouse gas emissions in CO₂ equivalents (excl. LUCF) and Kyoto Protocol targets for 2008–12 for EC Member States

MEMBER STATE	1990 (million tonnes)	2000 (million tonnes)	Change 1999–2000 (%)	Change 1990–2000 ¹⁾ (%)	Targets 2008–12 under Kyoto Protocol and EU 'burden sharing' (%)	Distance-to-target indicator (DTI) (index points)	Evaluation of progress in 2000 ³⁾
Austria	77,4	79,8	0,0	2,7	- 13,0	9,2	⊗
Belgium	143,1	151,9	0,5	6,3	- 7,5	10,0	⊗
Denmark ²⁾	69,4	68,5	- 6,0	- 1,7 (- 9,8)	- 21,0	8.8 (0.7)	⊗ (⊗)
Finland	77,1	74,0	- 2,9	- 4,1	0,0	- 4,1	⊗
France	551,8	542,3	- 1,1	- 1,7	0,0	- 1,7	⊗
Germany	1 222,8	991,4	- 0,2	- 19,1	- 21,0	- 8,6	⊗
Greece	104,8	129,7	4,8	21,2	25,0	8,7	⊗
Ireland	53,4	66,3	1,5	24,0	13,0	17,5	⊗
Italy	522,1	543,5	0,7	3,9	- 6,5	7,2	⊗
Luxembourg	10,8	5,9	- 0,6	- 45,1	- 28,0	- 31,1	⊗
Netherlands	210,3	216,9	- 0,4	2,6	- 6,0	5,6	⊗
Portugal	65,1	84,7	- 1,1	30,1	27,0	16,6	⊗
Spain	286,4	386,0	4,1	33,7	15,0	26,2	⊗
Sweden	70,6	69,4	- 1,6	- 1,9	4,0	- 3,9	⊗
United Kingdom	742,5	649,1	0,4	- 12,9	- 12,5	- 6,7	⊗
EU-15	4 207,6	4 059,3	0,3	- 3,5	- 8,0	0,5	⊗

Jörg Fried, Rechtsanwalt & Solicitor (England & Wales), Linklaters Oppenhoff & Rädler, Berlin. European Cement Conference, Barcelona, 2004.

بلژیک

در ۲۶ ژوئیه ۲۰۰۱ اتحادیه صنعت سیمان بلژیک و منطقه والن^۱ اعلامیه‌ای مبنی بر هدف گذاری کاهش گاز CO₂ و بهبود کارایی انرژی در صنعت سیمان تا سال ۲۰۱۰ منتشر نمودند. در چارچوب کنوانسیون تغییر محیط زیست در ریودوژانیرو (ژوئن ۱۹۹۲)، پروتکل کیوتو (دسامبر ۱۹۹۷) و در چهارچوب قوانین اتحادیه اروپا، بلژیک خود را متعهد ساخت که صدور گاز کربنیک را از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۸ به میزان ۷/۵ درصد کاهش دهد. شایان ذکر است که در میان شش گاز آلوده کنند صنعت سیمان، گاز کربنیک حدود ۸۶٪ کل گازهای آلوده کننده را در سال ۱۹۹۷ در منطقه والن بخود اختصاص می‌داد. در واقع این اعلامیه آغاز همکاری در قالب توافقنامه صنعت سیمان است که منجر به کاهش تصاعد (تولید) گازهای آلوده کننده محیط زیست در مدت ۱۸ سال خواهد شد.

در این راستا دولت والن خود را متعهد می‌سازد که تاثیر این توافقنامه را بر قدرت رقابت صنعت سیمان و نیز بر ریسک‌های حاصل از عدم رقابت که ممکن است بواسطه اقداماتی نظیر کنترل CO₂ و یا مالیات بر مصرف انرژی یا بر تصاعد CO₂ ایجاد شود را بررسی کند.

رسیدن به اهداف یاد شده از طریق سه محور زیر بر حسب امکانپذیری و قابل دسترس بودن و تکنولوژی صورت

خواهد گرفت:

- ۱- بهبود کارایی انرژی پروسه تولید
- ۲- استفاده از سوخت‌های آلترناتیو از محصولات فرعی و مواد زائد
- ۳- استفاده بیشتر از مواد معدنی نظیر سرباره و خاکستر (Fly ash, Slag)

¹ Walloon ibid , P3.

هر کدام از روش‌های فوق محاسن، معایب و هزینه‌های خاص خود را دارا هستند که در این بررسی به آن

نمی‌پردازیم.

فرانسه

صنعت سیمان فرانسه و وزیر محیط زیست این کشور توافقنامه‌ای در اکتبر ۱۹۹۶ امضاء کردند که تصاعد گاز CO₂ و مصرف انرژی در صنعت سیمان را برای سالهای ۲۰۰۰-۱۹۹۰ کنترل کنند. بر این اساس، صنعت سیمان فرانسه توافق نمود که تولید CO₂ را به میزان ۲۵٪ در خلال سالهای ۲۰۰۰-۱۹۹۰ کاهش دهد و بعلاوه صدور CO₂ برای هر تن سیمان بمیزان ۱۰٪ کاهش یابد.

این ۲۵٪ کاهش در CO₂ از سوخت فسیلی از طریق کاهش مصرف انرژی با استفاده از پروسه‌های تولید با ظرفیت بالا، مدرنیزه کردن کارخانجات و استفاده از سوخت‌های جانشین و استفاده بهینه از ترکیبات سیمان ایجاد می‌شود. بر اساس این توافقنامه صنعت سیمان موظف است که هر ساله گزارشی را در خصوص میزان انتشار گاز CO₂ به وزارت محیط زیست فرانسه ارائه کند.

سیمان فرانسه به نتایجی بهتر از توافقنامه دست یافت. در سال ۲۰۰۰، میزان گاز کربنیک به میزان ۳۸/۳٪ در کل و به میزان ۲۵٪ در هر تن در مقایسه با سال ۱۹۹۰ کاهش داشت. صنعت سیمان فرانسه اکنون به دولت پیشنهاد کرده است که این توافقنامه را بسط داده و به اجرای کامل توافقنامه کیوتو برای ۲۰۱۰-۱۹۹۰ مبادرت نماید. آنها آمادگی خود را برای اجرای کامل این توافقنامه و وظایفی که باید در چهارچوب توافقنامه کیوتو اجرا نمایند اعلام نموده‌اند. این تعهد جدید ممکن است جزیی از یک برنامه بزرگتر باشد که سایر صنایع نیز در آن مشارکت خواهند نمود.^۱

آلمان

در مارس ۱۹۹۵، صنعت سیمان آلمان بطور اختیاری متعهد شد که مصرف انرژی سوخت فسیلی را به میزان ۲۰٪ در خلال سالهای ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۵ کاهش دهد، در واقع این به معنای کاهش انتشار گاز CO₂ به میزان ۳ میلیون تن در سال در خلال دوره مذکور بوده. در مقابل دولت آلمان از وضع مالیات بر گاز CO₂ و یا بر مصرف انرژی خودداری نمود. میزان مصرف انرژی در کارخانجات سیمان آلمان شرقی به میزان ۳۵٪ تا سال ۲۰۰۵ از طریق انتقال تکنولوژی از آلمان غربی کاهش خواهد یافت. اما در عین حال صرفه جویی انرژی در کارخانجات سیمان آلمان غربی کمتر خواهد بود چرا که برنامه‌های استفاده کارآمد از انرژی منجر به کاهش ۵۵٪ مصرف انرژی در خلال سالهای ۱۹۵۰ تا ۱۹۸۷ شده است. در نتیجه برنامه یاد شده میزان گاز CO₂ منتشر شده توسط صنعت سیمان آلمان غربی شدیداً کاهش یافته بطوریکه در سال ۱۹۹۵، گاز کربنیک صنعت سیمان حدود ۱/۳٪ کل گاز CO₂ منتشر شده در آلمان بوده است.

بعلاوه صنعت سیمان آلمان موفق شد که در خلال چند سال گذشته مصرف انرژی خود را کاهش دهد. استفاده از پروسه‌های تولید مرحله‌ای (Stepped-up) با استفاده از مواد مختلف صنعت سیمان آلمان موفق شد که میزان مصرف انرژی از سوخت خاص خود را از ۳۵۱۰ کیلوژول در سال ۱۹۸۷ به ۲۸۰۰ کیلوژول در سال ۱۹۹۹ کاهش دهد. استفاده از سوخت‌های جانشین در طی سالهای گذشته افزایش یافته و از ۱۵/۸٪ در سال ۱۹۹۷ به ۲۲/۹٪ در سال ۲۰۰۳ افزایش یافته است.

بدنبال توافقنامه کیوتو در سال ۱۹۹۷، صنعت آلمان توافقنامه اختیاری خود را بسط داد و آن را به سطوح بین‌المللی

^۱ . ibid page 4.

رساند. برای حمایت از دولت آلمان برای رسیدن به هدف ۲۱٪ کاهش CO2 تا سال ۲۰۱۲، صنعت سیمان هدف خود را تا ۲۸٪ تا سال ۲۰۰۵ افزایش داد و متعهد به ۳۵٪ کاهش انتشار گاز کربنیک تا سال ۲۰۱۲ شد. در عین حال در همین زمان، صنعت سیمان هدف خود را بازنگری نمود و متعهد به کاهش ۲۸٪ در خلال سالهای ۲۰۱۲-۱۹۹۰ شد که از سوخت‌های خاص شامل فسیلی و الکتریسته منتشر شود. با در نظر گرفتن تولید CO2 حاصل از مواد خام میزان کل CO2 منتشره از صنعت سیمان آلمان در خلال سالهای ۲۰۱۲-۱۹۹۰ به میزان ۱۶٪ کاهش می‌یابد.

مهمترین ابزار برای کاهش انتشار CO2 و اجرای این توافقنامه عبارتند از:

- بهبود پروسه تولید
- افزایش سوخت جانشین برای سوخت‌های فسیلی از طریق استفاده مواد زائد
- تغییر در ترکیب تولید سیمان (افزایش سهم سیمان blended)
- تحقیق و توسعه در زمینه تکنولوژی، استفاده از مواد جانشین
- انتقال دانش فنی (آموزش کارکنان کارخانجات، مبادله تجربیات مهندسی و مدیریت با سایر کشورها).

هلند

در سال ۱۹۹۲، اتحادیه صنعت سیمان هلند توافقنامه‌ای را با دولت هلند امضاء نمود که مصرف انرژی خود را به میزان ۱۰٪ تا پایان سال ۱۹۹۵ در مقایسه با سال ۱۹۸۹ کاهش دهد. این اولین قدم در جهت بهبود کارآیی انرژی به میزان ۲۰٪ در خلال سالهای ۲۰۰۰-۱۹۸۹ بود.

بر اساس گزارش ارائه شده کل مصرف انرژی صنعت سیمان هلند از ۵/۳ پتاژول در سال ۱۹۸۹ به ۳/۴ پتاژول در سال ۱۹۹۶ کاهش یافته است (۳۵٪ کاهش در خلال سالهای ۹۶-۱۹۸۹). بعلاوه کارآیی انرژی سوخت فسیلی و الکتریسته در هر تن سیمان به میزان ۱۸٪ در خلال دوره مذکور افزایش یافته است.

در توافقنامه دوم صنعت سیمان هلند متعهد شد که کارآیی انرژی را در خلال سالهای ۲۰۰۰-۱۹۸۹ به میزان ۲۱٪ افزایش دهد. کاهش ۱۵ درصدی صدور گاز CO2 از طریق صرفه جویی انرژی و استفاده از سوخت‌های جانشین برای سوخت‌های فسیلی در کوره‌های سیمان ایجاد شده و به هدف ۲۱٪ افزایش کارآیی انرژی در سال ۲۰۰۰ نائل شد. از طریق این تعهدات، صنعت سیمان نقش مهمی را در کاهش گاز CO2 در سطح ملی ایفاء نمود و تا سال ۲۰۰۰، CO2 بمیزان ۵٪ کاهش یافت. در هر دو توافقنامه کاهش مصرف انرژی از طریق سرمایه گذاری در بهبود تکنولوژی ایجاد شد. موارد زیر مصرف الکتریسته را به میزان ۲۵٪ کاهش داده است:^۳

- استفاده از سیستم‌های کامپیوتری برای پروسه تولید خشک
- استفاده از سوخت‌های جانشین در کوره‌های سیمان
- استفاده از مواد جانشین برای خرد کردن سیمان^۱.
- استفاده از تکنولوژی جدید^۲ در آسیاب سیمان

با پایان یافتن دو توافقنامه مذکور در اول ژانویه ۲۰۰۱ توافقنامه جدیدی بین اتحادیه صنعت سیمان و سه وزارتخانه

^۱ . ibid page 5.

^۳ . ibid , page 6

^۱ . Cement grinding

^۲ . Roller press system

امور اقتصادی، و وزارت محیط زیست و مسئولین محلی^۱ امضاء شده است. این توافقنامه براساس استانداردهای بین المللی کارآیی انرژی برای صنایع هلندی که بیش از ۵/۰ پتاژول در سال مصرف می کنند شکل گرفته است. هدف توافقنامه بهبود کارآیی انرژی پروسه تولید تا سال ۲۰۱۲ است بطوریکه در میان ۱۰٪ کارآترین صنایع جهان قرار گیرند. شرکت های سیمان باید برنامه های میان مدت زیست محیطی وضع کنند که پس از تصویب مقامات ذیصلاح، به مرحله اجرا خواهد رسید و اجرای آن توسط کمیته مشاوره بخشی (شامل نمایندگان تمامی گروه های ذینفع در توافقنامه) مورد نظارت و بررسی قرار خواهد گرفت و گزارش های سالانه به وزارت محیط زیست ارائه خواهد نمود. دولت هلند به صنایعی که از برنامه های صرفه جویی انرژی استفاده می کنند و یا درگیر پروژه هایی هستند که به تحقیق و توسعه در خصوص روش های تولید کمتر انرژی بر می پردازند کمک های مالی ارائه می کند.

سوئیس

قانون سوئیس در مورد انتشار گاز CO₂ که از اول ماه مه سال ۲۰۰۰ به اجراء درآمد الزام کاهش تولید گاز CO₂ به میزان ۱۰٪ را تعیین نموده است. این قانون به عنوان ابزاری برای دستیابی به کاهش ۸٪ صدور گاز کربنیک در قالب پروتکل کیوتو است.

براساس این قانون سوخت های موتوری^۱ باید به میزان ۸٪ و سوخت های احتراقی^۲ به میزان ۱۵٪ در خلال سال ۲۰۱۰-۱۹۹۰ کاهش یابد. براساس توافقنامه اختیاری که در اول فوریه ۲۰۰۳ امضاء شد اتحادیه سیمان سوئیس متعهد به کاهش تولید CO₂ بیش از آنچه توسط دولت تعیین شده بود گردید. تعهد اتحادیه صنعت سیمان سوئیس کاهش انتشار CO₂ از سوخت فسیلی به میزان ۴۴/۲٪ در خلال سالهای ۲۰۱۰-۱۹۹۰ می باشد. این کاهش گاز کربنیک در نتیجه کوشش های صنعت سیمان برای جایگزینی سوخت های فسیلی سنتی نظیر ذغال و نفت با سوخت های جانشین است. سوخت های جانشین در سال ۲۰۰۲ حدود ۴۷/۸٪ از کل سوخت های صنعت سیمان سوئیس را تشکیل می دهد.

اگر چه براساس قانون سوئیس هیچگونه الزامی برای کاهش انتشار CO₂ ناشی از دی کربناسیون وجود ندارد، صنعت سیمان سوئیس رسماً اقدام به کاهش تولید CO₂ از پروسه دی کربناسیون به میزان ۳/۳٪ در خلال سالهای ۲۰۱۰-۱۹۹۰ نموده است.^۳

در مجموع تولید CO₂ در صنعت سیمان سوئیس در خلال سالهای ۲۰۱۰-۱۹۹۰ به میزان ۱۰۰ و ۳۵۰ تن در سال کاهش خواهد یافت. بعلاوه اتحادیه صنعت سیمان بطور اختیاری بر کاهش ۲۱۳ و ۰۰۰ تن گاز کربنیک در سال متعهد شده است. بنابراین کل کاهش CO₂ در سال معادل ۱۰۵۶۳ و ۰۰۰ تن خواهد بود.

انگلستان

قانون عوارض تغییر محیط زیست^۱ که در اول آوریل ۲۰۰۱ در انگلستان وضع گردید از گزارش مارشال در خصوص «ابزارهای اقتصادی و استفاده تجاری از انرژی»^۲ نشأت می گیرد. این عوارض محدودیت های کمی بر سوخت وضع نموده است بطوریکه نرخ مالیات ۰/۴۳ پنی در هر کیلووات مصرف الکتریسیته، ۰/۱۵ پنی برای هر کیلووات

¹ . Provincial Authorities

¹ . Motor Fuels

² . Combustions fuels

³ . ibid page 7.

¹ . Climate change levy

² . Economic Instruments and Business use of Energy

گاز طبیعی، ۱/۱۷ پنی برای هر کیلوگرم سوخت جامد و ۰/۹۶ پنی برای هر کیلوگرم گاز مایع می‌باشد. سازمانهایی که به توافقنامه عوارض تغییر محیط زیست پیوسته‌اند در بسیاری از موارد ۸۰٪ تخفیف دریافت می‌کنند.

به دنبال امضاء یادداشت تفاهمی که بین اتحادیه سیمان انگلستان و دولت در سپتامبر ۱۹۹۹ وضع شد جزئیات قانون عوارض تغییر محیط زیست با وزارت محیط زیست و حمل و نقل مورد بحث و گفتگو قرار گرفت. این پروسه منجر به هفت توافقنامه در قالب توافقنامه چتر^۳ میان بخش‌های مختلف با وزارتخانه‌های یاد شده گردید. بعلاوه در هر بخش اتحادیه مربوطه توافقنامه‌ای را با تک‌تک کمپانی‌ها در درون بخش امضاء کردند که به نظارت و گزارش دهی در چارچوب چتر می‌پردازد.

صنعت سیمان انگلستان متعهد به هدف بهبود کارآیی انرژی به میزان ۲۵/۶٪ در خلال سالهای ۲۰۱۰-۱۹۹۰ گردیده است که بیش از تعهد دولت به میزان ۲۰٪ در قالب توافقنامه کیوتو و یا در قالب توافق‌های اتحادیه اروپا به میزان ۱۲/۵٪ می‌باشد. بعلاوه در سطح بسیار بالاتری در مقایسه با سایر صنایع قرار گرفته است.

تحت قانون عوارض تغییر محیط زیست سوخت‌های حاصل از مواد زائد مشمول مالیات نیستند و لذا افزایش استفاده از چنین سوخت‌هایی منجر به بهبود کارآیی انرژی خواهد شد. هر کمپانی یک هدف مجزا دارد اما تحت قانون رقابتی، اطلاع از این هدف‌ها صرفاً برای کمپانی‌های سیمان، و وزارتخانه‌های ذیربط و افراد ذیصلاح در اتحادیه صنعت سیمان قابل دسترس است.^۱

کنوانسیون آرهوس

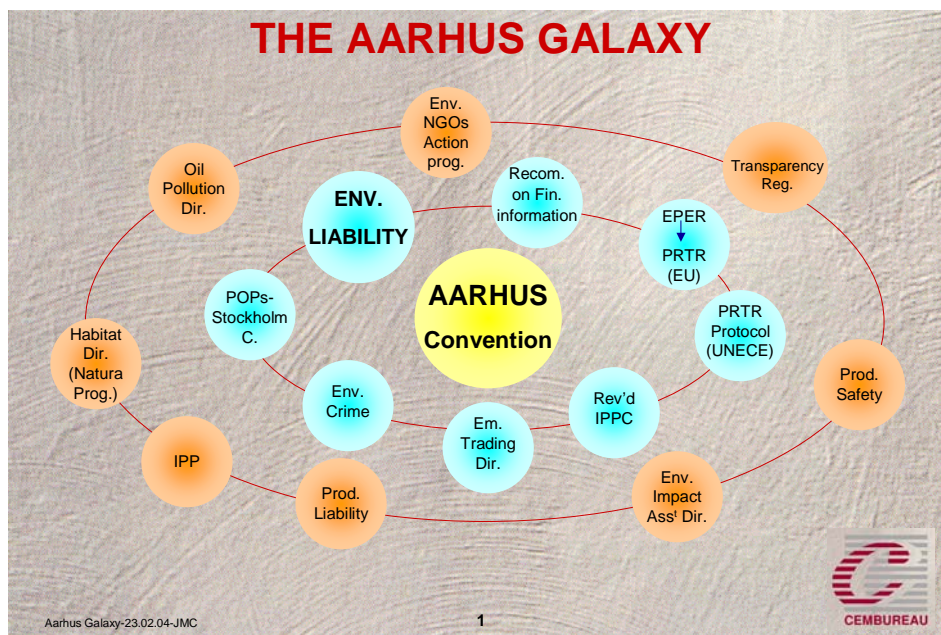
در ۲۵ ژوئن سال ۱۹۹۸، اتحادیه اروپا کنوانسیون را در خصوص مسائل زیست محیطی امضا نمود که به نام کنوانسیون Aarhus^۱ مشهور شد. این توافقنامه یک کنوانسیون مهم در قوانین بین‌المللی است. افزایش میزان آوزن هوا موضوع اهمیت دریافت اطلاعات محیط زیست را چندین برابر ساخته است. توافقنامه Aarhus بدین منظور تنظیم شد که این اطمینان ایجاد شود که مردم به اطلاعات لازم در خصوص متغیرها و وضعیت محیط زیست دسترسی دارند تا دولتها بتوانند موضوعات حائز اهمیت زیست محیطی را از دیده‌ها پنهان سازند و بدین طریق از بروز حوادثی نظیر چرنوبیل در سال ۱۹۸۶ جلوگیری کنند.

بعلاوه این کنوانسیون مردم اتحادیه اروپا را در تصمیم‌گیری‌هایی که مسائل زیست محیطی را متاثر می‌سازد دخیل می‌نماید. بعلاوه این توافقنامه ضمانت به دادگاه کشاندن افرادی را که منجر به آلودگی هوا می‌شوند امکان پذیر می‌سازد. در واقع این توافقنامه نه تنها اسلحه قدرتمندی برای حمایت از محیط زیست می‌باشد بلکه ابزار مناسبی برای تمرین دموکراسی است، مخصوصاً در کشورهایی که اخیراً سیستم‌های دموکراتیک را معرفی کرده‌اند. لذا ضروریست که اصول شفافیت، پاسخگویی و حسابدهی بر جوامع حکمفرما باشد تا از ثبات و امنیت لازم در مسائل زیست محیطی برخوردار شویم.

^۳ . Umbrella agreement

^۱ . ibid, pages 8-9.

^۱ نام شهری است که در آن این کنفرانس برگزار شد



Jean-Marie Chandelle, The European cement Industry, voluntary Initiatives to reduce CO2 emissions, A contribution to climate change, Association Europeenne du Climate, the European cement Association, April 2003.

در اجرای توافقنامه Aarhus، کمیسیون اروپا مصمم است که از تمامی سازمان‌های غیردولتی اروپایی برای بهبود قوانین و مقررات و اجرای مقررات محیط زیست اقدام نمایند. در واقع یک سیستم جدیدی به مرحله اجرا گذاشته شده است تا شهروندان اروپایی موضوعات محیط زیست را بعهدہ گرفته و ببینند که آیا اصول قوانین محیط زیست به عنوان مثال قوانین احتیاطی و جلوگیری کننده و قوانین مربوط به آلوده کننده‌ها بمرحله اجراء درآمده است یا خیر؟ توافقنامه Aarhus در بسیاری از زمینه‌های محیط زیست قابل مشاهده است. به عنوان مثال راهنمای تجارت آلوده کننده‌ها^۱ در اکتبر ۲۰۰۳ این فرصت را به شهروندان و سازمان‌های غیردولتی می‌دهد که با کاهش انتشار گاز CO2 امتیازات و تخفیفاتی دریافت دارند. اما عکس العمل صنعت در قبال توافقنامه‌های زیست محیطی چندان خوب ارزیابی نمی‌شود. در این ارتباط صنعت سیمان هنوز باید قدم‌های مؤثرتری بردارد و ضروریست که سریعتر نسبت به اتخاذ اقدام حمایت از محیط زیست مبادرت کنند.

بورس خرید و فروش مجوز انتشار گازهای گلخانه‌ای

از سال ۲۰۰۵ طرح تجارت گازهای متصاعده در اتحادیه اروپا اساساً عملیات تولید را در برخی از کشورهای اروپایی تغییر خواهد داد.^۱ در قالب چارچوب جدید هدف ایجاد ابزاری برای حمایت از محیط زیست و کاهش گازهای خطرناک به طریقه‌ای موثر و هزینه نزا می‌باشد. در واقع این چارچوب جدید اتحادیه اروپا را قادر خواهد ساخت که تعهدات خود را در قالب چارچوب کنوانسیون سازمان ملل متحد بر تغییر محیط زیست^۳ (UNFCCC) و پروتکل کیوتو

^۱. Emission Trading Directives

^۱. Jorg fried et al, "The European CO2 Emissions Trading Scheme," the 4th European cement conference, Barselona, March 2004.

^۳. United Nations Framework Convention on Climate Change

(Kyoto protocol) را اجرا نماید. بدنبال مباحث طولانی در مجلس اروپا در دوم ژوئیه ۲۰۰۳، اتحادیه مشورتی اروپا طرحی را تصویب کرد که صدور گازهای آلوده کننده را در قالب طرحی محدود سازد. در واقع براساس این طرح از ژانویه ۲۰۰۵ جواز انتشار گاز گلخانه‌ای CO₂ در ۲۵ عضو اتحادیه اروپا بمرحله خرید و فروش گذاشته خواهد شد. چهار صنعتی که تحت تاثیر این توافقنامه قرار می‌گیرند عبارتند از: انرژی، آهن و فولاد، کاغذ و مواد معدنی شامل سیمان و بتون که در حال حاضر ۴۶ درصد از انتشار گازها توسط این صنایع انجام می‌گیرد.

بر این اساس در اروپا از سال ۲۰۰۵ انتشار گاز کربنیک تحت برنامه‌های محیط زیست کاهش می‌یابد در حالیکه گاز کربنیک در صنعت سیمان سالهای متوالی وجود داشته است. این کار قدرت رقابت صنعت سیمان را نسبت به سایر رقبا افزایش خواهد داد چه از طریق کاهش هزینه‌های درونی و یا عوارض بیرونی. زمان اجرای پروژه از اول ژانویه سال ۲۰۰۵ خواهد بود و برای یک دوره سه ساله تا پایان سال ۲۰۰۷ بمرحله اجراء گذاشته خواهد شد. فاز دوم یک دوره ۵ ساله از اول ژانویه ۲۰۰۸ تا پایان سال ۲۰۱۲ خواهد بود و از آن پس نیز برای دوره‌های ۵ ساله از سال ۲۰۱۳ ادامه خواهد داشت.

طرح^۲ ETS اتحادیه اروپا، تولیدکنندگان صنایع خاص و متصاعدکنندگان گاز CO₂ را ملزم می‌نماید که یک جواز قابل تجارت به اندازه خاصی برای متصاعد کردن گاز دی اکسید کربن در طول دوره اجرا دریافت دارند. و اگر بیش از مقدار جواز اقدام به متصاعد کردن گاز کربنیک کردند جریمه بدهند. در هر حال خرید و فروش جواز در بازار بورس امکانپذیر خواهد بود. این طرح تولید گاز کربنیک CO₂ را در فاز اول (۲۰۰۷-۲۰۰۵) پوشش می‌دهد اما ممکن است به سایر گازهای گلخانه‌ای (Green House Gases, GHGs) در خلال فاز دوم سالهای (۲۰۱۲-۲۰۰۸) تسری یابد.^۳ روش عمومی در این طرح به این شکل است که جوازهایی بطور رایگان به تولیدکنندگان اختصاص خواهد یافت. در عین حال این اوراق یا مجوزها نشانگر ارزش قابل ملاحظه‌ای هستند. با داشتن هر جواز هر کارخانه می‌تواند میزان معینی CO₂ انتشار دهد.^۱ در هر کارخانه دستگاهی نصب می‌شود که تحت نظر طرح ETS است و میزان تولید CO₂ را در کارخانه اندازه می‌گیرد. انتظار می‌رود که در ۱۵ کشور اتحادیه اروپا حدود دوازده هزار دستگاه نصب شود. براساس این طرح، اجراکننده دستگاه نصب باید مجوزی را از مقامات صلاحیتدار دریافت کرده باشد و باید آنها را از هرگونه تغییری در خط تولید و عملیات نصب در طول زمان آگاه نماید. واحد اجرا کننده نصب باید اقدامات متعددی را در اتحادیه در راستای طرح تجاری و هماهنگی با این توافقنامه بعمل آورد که شامل: زمان بندی، جمع آوری اطلاعات آماری، گزارش دهی، صحت عملیات و ... عوامل اصلی در این توافقنامه می‌باشند. در واقع طرح مستلزم نصب دستگاهی برای گزارش دادن صدور گاز کربنیک CO₂ بطور سالانه است. درعمل نصب این دستگاه صدور گاز کربنیک را می‌توان بطور ماهانه یا فصلی یا بطور مداوم براساس اهداف مدیریت گزارش کند. به عنوان مثال این دستگاه می‌تواند میزان تصاعد CO₂ را در واحد سوخت اندازه گیری و با ضرب کردن آن در میزان کل سوخت مصرف شده در سال میزان انتشار CO₂ را در سال اندازه گیری کند. یک فرد مستقل باید گزارش مربوط به صدور CO₂ را تا ۳۱ مارس سال بعد تایید کند. لذا واحدهای تولیدی باید هزینه‌های مربوط به تایید گزارش‌ها را نیز متقبل شوند.

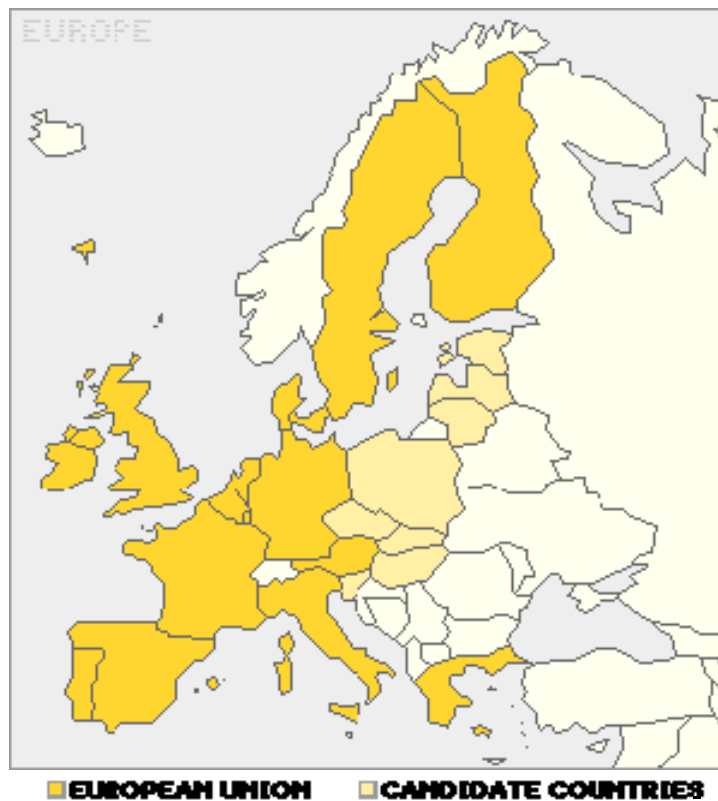
² Emissions Trading scheme

³ Cecile Girardin, "Ensuring compliance at the installation level under the Eu. ETS". 4th European cement conference, Barcelona, March 2004.

¹ Pe. Otto world et.al. "practicalities of emission Trading for European cement Companies, 4th European cement Conference, Barcelona, March 2004.

چنانچه یک واحد نصب بیش از جواز گاز کربنیک تولید کند با جریمه مالی و زیست محیطی مواجه خواهد شد. جریمه مالی جریمه‌ای است معادل ۴۰ یورو برای صدور هر تن گاز کربنیک در خلال سالهای ۲۰۰۵-۲۰۰۷ که به ۱۰۰ یورو در تن در خلال سالهای ۲۰۰۸-۲۰۱۲ برای هر تن عدم جواز افزایش خواهد یافت. در عین حال پرداخت این جریمه مانع از اجرای تعهدات نسبت به طرح ETS اتحادیه اروپا نخواهد شد و باید در سال بعد نسبت به اصلاح میزان تولیدی که جواز نداشته است مبادرت کنند^۱. این جوازها ممکن است در هریک از کشورهای عضو اتحادیه اروپا صادر شود.

نقشه کشورهای مشمول طرح EU ETS



خلاصه و نتیجه گیری

بخش سیمان یکی از مهمترین بخش‌های تولید کننده گاز دی اکسید کربن می‌باشد که اثرات محیط زیستی مهمی را بر اکوسیستم دارد. از سوی دیگر مصرف انرژی در صنعت سیمان به دلیل انرژی بر بودن این صنعت و از طرف دیگر حمل و نقل سیمان در شرایط فعلی که بزرگترین قلم کالا در حمل و نقل کشور می‌باشد، سهم بخش سیمان را در آلودگی محیط زیست مهم کرده است. افزایش بهره‌وری انرژی یکی از اقتصادی‌ترین گزینه‌ها برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای با پتانسیلی در حدود ۳۱٪ تا سال ۱۴۰۰ است. با استفاده بهینه از حامل‌های انرژی و افزایش سهم گاز طبیعی در سبد تقاضا می‌توان نرخ رشد انتشار سالانه دی اکسید کربن را از ۴/۲٪ در سال ۱۳۷۸ به ۲/۴٪ در سال ۱۴۰۰ کاهش داد. جایگزینی سوخت و بهینه سازی مصرف انرژی در صنعت سیمان و بخصوص صنایع تولید آهن و فولاد به عنوان سیاست‌های موثر در کاهش انتشار CO₂ پیشنهاد می‌گردند. در تولید سیمان به ازای تولید هر تن سیمان حدود یک

^۱. Cecile Girardin, "Ensuring compliance at the installation level under the Eu ETS, 4th European cement conference , Barcelona , March 2004.

تن گاز دی اکسید کربن در هوا منتشر می‌شود. در حال حاضر میزان تولید گاز دی اکسید کربن توسط کارخانجات سیمان حدود ۳۰ میلیون تن در سال می‌باشد و با افزایش ظرفیت‌های تولید سیمان در حد ۷۰ میلیون تن تا دهه دیگر میزان تولید دی اکسید کربن به رقمی معادل تولید سیمان در آن سال خواهد رسید که با توجه به توضیحات ارائه شده در مورد اثر گازهای گلخانه‌ای سهم بخش تولید سیمان ایران در ایجاد آسیب‌های محیط زیستی قابل توجه خواهد بود. از طرفی ۱۴٪ از حمل بار کشور اختصاص به سیمان دارد و لذا ۱۴٪ از آلودگی‌های ناشی از شبکه حمل و نقل کشور برعهده بخش سیمان می‌باشد. از طرف دیگر صنایع سیمان کشور حدود ۸۱٪ از انرژی خود را از سوخت فسیلی تأمین می‌کنند که عاقبت این کار اثرات نامطلوب دیگری بر تولید گازهای گلخانه‌ای دارد.

طرح ETS اتحادیه اروپا، تولیدکنندگان صنایع خاص و متصاعدکنندگان گاز CO₂ را ملزم می‌نماید که یک جواز قابل تجارت به اندازه خاصی برای متصاعد کردن گاز دی اکسید کربن در طول دوره اجرا دریافت دارند. و اگر بیش از مقدار جواز اقدام به متصاعد کردن گاز کربنیک کردند جریمه بدهند. در هر حال خرید و فروش جواز در بازار بورس امکانپذیر خواهد بود. این طرح تولید گاز کربنیک CO₂ را در فاز اول (۲۰۰۷-۲۰۰۵) پوشش می‌دهد اما ممکن است به سایر گازهای گلخانه‌ای (Green House Gases, GHGs) در خلال فاز دوم سالهای (۲۰۱۲-۲۰۰۸) تسری یابد.

روش عمومی در این طرح به این شکل است که جوازهایی بطور رایگان به تولیدکنندگان اختصاص خواهد یافت. با داشتن هر جواز هر کارخانه می‌تواند میزان معینی CO₂ انتشار دهد. در هر کارخانه دستگاهی نصب می‌شود که تحت نظر طرح ETS است و میزان تولید CO₂ را در کارخانه اندازه می‌گیرد. انتظار می‌رود که در ۱۵ کشور اتحادیه اروپا حدود دوازده هزار دستگاه نصب شود. چنانچه یک واحد نصب بیش از جواز گاز کربنیک تولید کند با جرایم مالی و زیست محیطی مواجه خواهد شد. جریمه مالی جریمه‌ای است معادل ۴۰ یورو برای صدور هر تن گاز کربنیک در خلال سالهای ۲۰۰۷-۲۰۰۵ که به ۱۰۰ یورو در تن در خلال سالهای ۲۰۱۲-۲۰۰۸ برای هر تن عدم جواز افزایش خواهد یافت. گرچه در حال حاضر کشورهای در حال توسعه منجمله ایران مشمول محدودیت‌های تولید کربن نمی‌شوند ولی توجه به موارد زیر برای تولیدکنندگان سیمان قابل توجه است:

- احتمالاً در دوره‌های بعدی مذاکرات محدودیت‌های تولید کربن مشمول کشورهای بیشتری از جمله ایران خواهد شد. لذا پیش‌بینی این موضوع خود می‌تواند از الآن باعث جلوگیری از فشارهای احتمالی آتی ناشی از تعمیم موافقتنامه‌های بین‌المللی به کنترل انتشار کربن در مورد ایران شود. در این ارتباط سرمایه‌گذاری در مشعلها و کوره‌هایی که از سوخت‌هایی نظیر لاستیک چرخ، ضایعات زباله‌ای جامد شهری، پلاستیک، سوخت‌های مشتق از ضایعات مایع، سوخت‌های ضایعات زیستی (ضایعات غذا، لجن فاضلاب شهری، چربی و گوشت حیوانات) استفاده می‌نمایند و اثرات زیست محیطی مطلوبی نسبت به سوخت‌های اولیه یا فسیلی دارند بسیار مناسب خواهد بود.
- اعمال این طرح باعث افزایش بهای تمام شده و کاهش قدرت رقابت بسیاری از تولیدکنندگان سیمان در آینده خواهد شد و این خود بازارهای بیشتری را برای کشورهای نظیر ایران باز خواهد نمود که برنامه‌ریزی برای صادرات سیمان در این زمینه می‌تواند مورد توجه تولیدکنندگان سیمان قرار گیرد.

منابع و مآخذ

- قلم سبز ایران <http://irangreenpen.org/00news/001742.shtml>

- سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور، شرکت ملی نفت ایران، مدیریت صنعت

http://www.ieeo.org/ieia/12bahinesazi/bahin12_1.htm

- <http://www.climate-change.ir/fa/concept/>
- Jean-Marie Chandelle, The European cement Industry, voluntary Initiatives to reduce co2 emissions, A contribution to climate change, Association Europeenne du climent, the European cement Association, April 2003.
- Jean Marie-chandelle, The Aarhus Galaxy and Beyond – will future Eu environmental legislation lead to de-industrialisation? 4 th European cement conference . Barcelona, Spain, March 2004.
- Jorg fried et. al., “The European CO2 Emissions Trading Scheme,” the 4th European cement conference, Barsezona, March 2004.
- Otto world etal. “Practicalities of emission Trading for European cement Companies, 4th European cement Conference , Barcelona, March 2004.
- Cecile Girardin, “Ensuring compliance at the installation level under the Eu. ETS’ . 4th European cement conference Barcelona , March 2004..
- Cecile Girardin, “Ensuring compliance at the installation level under the Eu ETS, 4th European cement conference , Barcelona , March 2004.
- Irene M Smith, Co-utilisation of coal with other fuels and wastes in cement kilns, European CementConference Barcelona 2004
- Jörg Fried, Linklaters Oppenhoff & Rädler, Berlin. European Cement Conference, Barcelona, 2004.
- Atmosphere, climate and change. Thomas E. Graedel & Paul J. Crutszen, 1997 Scientific American Library, ISSN 140-3213-5026-0.
- Atmosphere, weather and climate. Roger G. Barry & Richard J. Chorely, 7th edition 1998. Routledge, ISBN 0-415 16019-7.
- Climate change, William J. Burroughs, 2001. Cambridge University Press, ISBN 0-521-56771-8.
- Intergovernmental Panel on Climate Change: Special report on Emissions 2001.<http://www.grida.no/climate>
- Intergovernmental Panel on Climate Change: Summary for Policymakers, <http://www.ipcc.ch/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change: Technical Summary, <http://www.ipcc.ch/>
- Ozone and climate change, Stephen J. Reid, 2000. Gordon & Breach Science Publishers, ISBN 90-5699-233-3 (sc). Please note that there is a major error in this book - on page 158 it states "Every year, we release approximately seven billion tonnes of carbon dioxide into the atmosphere." We actually release seven billion tonnes of carbon into the atmosphere each year, with the carbon dioxide equivalent being around 23 billion tonnes.
- 'Decreasing pollution,' G. Marchal, Cement and Building Materials Review 3, 2001 (AUCBM).
- 'Vicon - the next big thing?' Sobolev K & Podmore, C. GCL June 2001.
- 'Environmental technologies in the cement industry: towards zero emissions,' Maekawa, H., Aoyama, O., Kagamida, M. Proceedings of the Asian Cement Conference 2001.
- Building a sustainable world - a first report on our economic, social and environmental performance, 2001. Lafarge.
- The cement industry's role in climate change, Robert McCaffrey, Editor, GCL: Global Cement and Lime Magazine, <http://www.propubs.com/>