عنوان مقاله :

صنعت سیمان و مسئولیت های زیست محیطی،اقتصادی و اجتماعی آن

تهیه کنندگان:

مهندس علیرضا دیانی- معاونت تکنولوژی و تحقیقات

مهندس علی رضایی - رئیس واحد سیستم ها *(SHEQ)* *

کارخانه سیمان سپاهان

چکیده:

امروزه برای برآورده کردن تقاضای جمعیت رو به رشد در سطح جهان ، تمامی صنایع بایستی نسبت به چگونگی مصرف، استفاده مجدد و بازیافت مواد خام ، انرژی و ضایعات نسبت به گذشته آگاهانه تر عمل نمایند و صنایع سیمان نیز از این قاعده مستثنی نیستند زیرا در ازای تولید سیمان مقادیر قابل توجهی از مواد خام و سوخت را مصرف می کنند و در عوض نیز مقدار زیادی دی اکسید کربن $CO2$ و غبار را به هوا انتشار می دهند و با آنکه سیمان به عنوان ماده اصلی بتن در کنار قابلیت ها و توانمندی هایی که دارد در مرحله تولید مسایل و مشکلات زیست محیطی شدیدی را به جامعه تحمیل می کند. بنابراین در فرایند تولید این محصول زیر بنایی هرگونه تصمیم گیری نیازمند شناخت فرایندها و کنترل مراحل تولید تا مصرف است .در غیر این صورت نه تنها از سیمان بهره لازم بدست نمی آید چه بسا خسارات هنگفتی نیز به اقتصاد و محیط زیست کشور وارد می شود .

استفاده از محصولات فرعی یا ضایعات علاوه بر کاهش سوخت های فسیلی طبیعی مورد نیاز ، باعث کاهش پیامدهای زیست محیطی ناشی از اکتشاف و استخراج ، تولید ، حمل و نقل و سوختن این نوع مواد سوختی خواهد شد ، همچنین باعث کاهش نیاز به *Sanitary Landfill* ها- دفنگاه ایمن- و یا کوره های زباله سوز جهت دفن زباله ها در سطح جامعه و کاهش پیامدهای زیست محیطی دیگر از جمله آلودگی آب های زیر زمینی ، تولید متان و پسمانده های خطرناک حاصل از دفن زباله ها را به دنبال خواهد داشت . لذا در کوره های سیمان می توان از ضایعات غیر خطرناک مانند تایرهای فرسوده و زیست توده ها یا زیست جرم ها (*Biomass* ها) و.... به عنوان منابع انرژی جایگزین مواد سوختی فسیلی استفاده کرد .

مقدمه :

" ن.والقلم و ما یسطرون "

افزایش روزافزون نیاز به انرژی و محدودیت منابع فسیلی از یک سو و افزایش آلودگی محیط زیست ناشی از سوزاندن این منابع از سوی دیگر استفاده از انرژی های تجدیدپذیر را روز به روز با اهمیت تر و گسترده تر نموده است. تولید سیمان فرایندی پر مصرف از جهت انرژی و منابع است و هر ساله ۲۴۰۰ میلیون تن در سراسر جهان تولید می شود. در دهه های اخیر به خاطر بالا رفتن قیمت جهانی نفت در کنار آلودگی های زیست محیطی ناشی از تولید سیمان حداکثر بهره وری از قابلیت های سیمان در همه ابعاد در دستور کار کشورهای توسعه یافته قرار گرفته و ضرورت حداکثر صرفه جویی در مصرف انرژی و توجه به محیط زیست از اولویت های نخست کارخانجات سیمان بوده است که در این راستا این صنعت با اتخاذ روش انتخاب برتر در استفاده بهینه از سوخت و مواد خام ، اصلاح خطوط تولید ، ارتقاء کیفیت سیمان و تعریف سیستم های جدید ، جایگزین سوخت های ضایعاتی توانسته است بخش اعظمی از مصرف انرژی برای تولید سیمان و پیامدهای زیست محیطی ، اجتماعی و اقتصادی را کنترل و کاهش دهند و به نتایج ارزشمندی در این زمینه نیز دست بابد . به دلیل طولانی بودن زمان ماند و بالا بودن دمای عملیاتی در کوره های پخت سیمان باعث به وجود آمدن شرایط ایده آلی جهت استفاده از تایر به عنوان سوخت کمکی شده است. نتایج به دست آمده از آزمایشات انجام شده بر روی چندین کوره که تایر را به صورت کامل یا خرد شده مصرف کرده اند بیانگر آن بوده است که آلاینده های منتشره در هوا علاوه بر آنکه تاثیر منفی نداشته اند در بعضی موارد بهبود شرایط را نیز نشان داده اند.

در تولید هر تن سیمان برابر آمارهای ارائه شده ۱۲۵ لیتر سوخت فسیلی و ۱۱۰ – ۹۰ کیلو وات برق مصرف شده و حدودا" یک تن گاز دی اکسیدکربن در فرایند تولید سیمان وارد محیط زیست می شود و همچنین ۱/۶ تن از منابع معدنی کشور (سنگ آهک ، خاک رس و ...) کاهش می یابد و این در حالی است که ارزش اقتصادی انرژی مصرف شده برای تولید یک تن سیمان بیش از ارزش اقتصادی ناشی از یک تن سیمان در شرایط صادراتی می باشد و این مسئله این را نشان خواهد داد که با روند جهانی شدن و بحث پیوستن کشور ما به WTO و حذف یارانه های های دولتی و پذیرفتن پیمان کیوتو مربوط به کنترل گازهای گلخانه ای راهی نیست جز اینکه ما از الان به فکر چاره جویی در راستای کاهش مصرف منابع و انرژی ، تولید با کیفیت و قابل رقابت و با رعایت موازین زیست محیطی و یا به عبارتی توجه به سر مقوله اقتصادی ، اجتماعی و زیست محیطی در صنعت سیمان باشیم تا صنعت سیمان بتواند همچنان پایدار و درگذر از تهدیدات موفق و سربلند در این راستا گام بردارد . به هرحال با افزایش آگاهی و انتظارات طرف های ذینفع از سازمان ها ، صاحبان صنایع باید نسبت به سئوالات و درخواست هایی از قبیل اینکه نوع سوخت یا موادی را که استفاده می کنند و یا چه آلودگی هایی را در حال و یا آینده ایجاد می کنند و همچنین چگونه بر شناسایی ، کنترل و بهینه سازی مواردی از این قبیل مدیریت صحیح و تفکر جدی و مؤثر انجام می دهند، پاسخگو باشند. لذا هدف از ارائه این مقاله آشنایی با اقتصاد اکولوژیک و توسعه صنعتی و ایجاد اصولی نظام مند،مدون و هماهنگ در صنایع سیمان جهت نیل به توسعه پایدار واشاعه و ترویج آن ، افزایش آگاهی ها در زمینه ایمنی بهداشت در صنعت و حفظ محیط زیست از انواع آلودگی ها ، ایجاد نگرشی عمیق و اصولی جهت انتخاب صحیح و استفاده بهینه از سوخت و انرژی ،مواد خام و منابع اولیه ،مدیریت ضایعات و ... در صنعت سیمان می باشد که امید است در جهت ایجاد نگرشی پیوسته و استراتژی واحد در کلیه صنایع سیمان کشورمان موثر واقع شود . واضح است که جهت تحقق این مهم در صنعت سیمان ، ضرورت بحث و تبادل افکار بین دولتمردان،دانشگاهیان،کارشناسان این صنعت،سهام داران،NGOs و ... شدیدا" احساس می گردد.

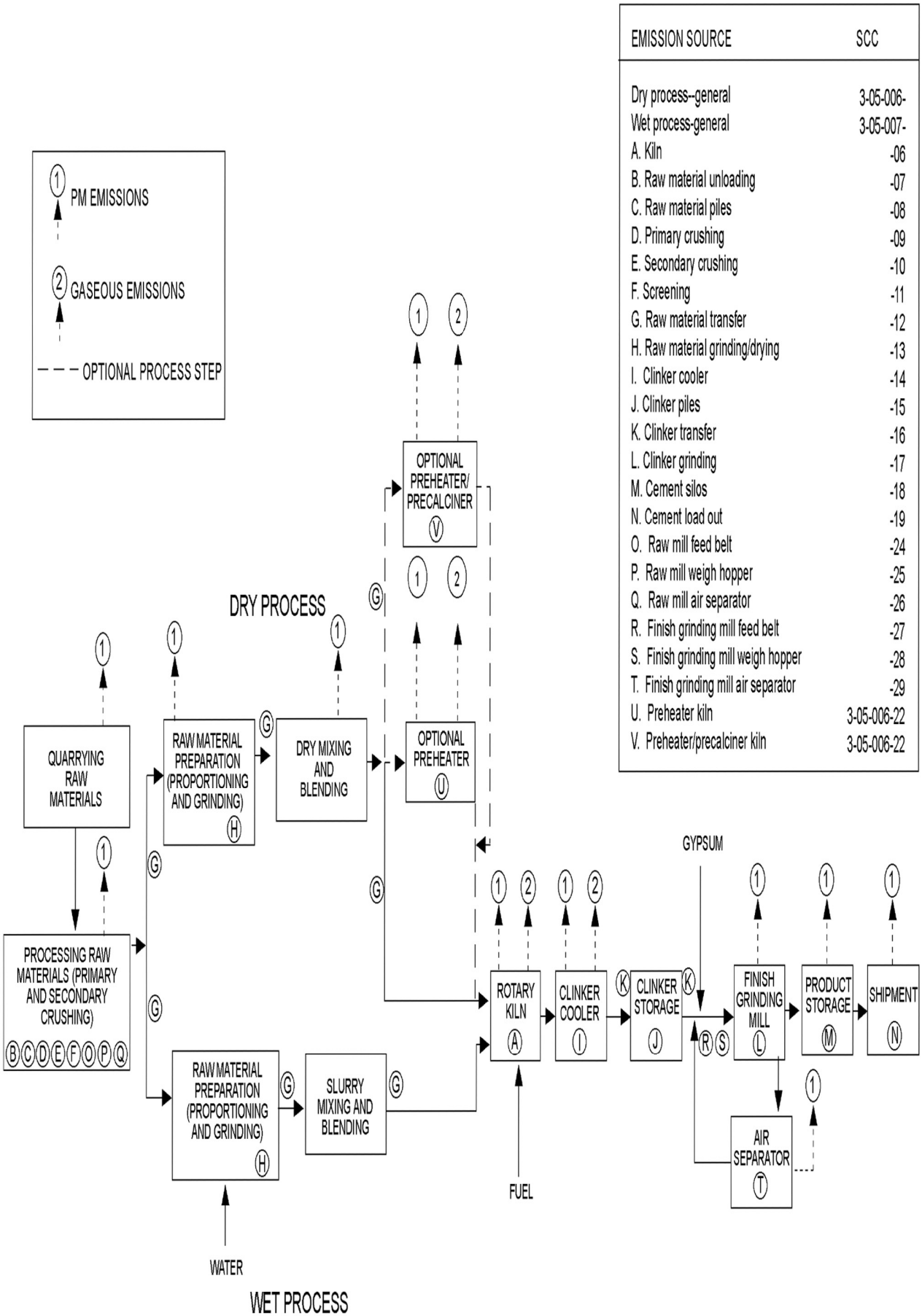
فرآیند تولید سیمان :

ازحرارت دادن آهک با مقدار کمی از مواد دیگر نظیر خاک تا ۱۴۵۰ درجه سانتی گراد،که به مقادیر زیادی سوخت احتیاج دارد، محصول بینابینی سخت ، به نام کلینکر (*Clinker*) ایجاد می شود که خمیر مایه اصلی سیمان است. کلینکر از مجموعه ترکیباتی از آهک،خاک،شن و آهن در درجه حرارت بالا ساخته می شود و دارای ترکیباتی همچون اکسید کلسیم،اکسید آلومینیوم،اکسید سیلیس و مقدار محدودی اکسید آهن می باشد. در صورت سایش کلینکر با مقدار کمی از گچ،پودر نرم سیمان پرتلند معمولی (OPC) ساخته می شود.بسته به اختلاط این ماده با مواد افزودنی دیگر نظیر خاکستر ذغال سنگ،آهک،پوزولان (که به طور طبیعی خاکستر ولکانیک نامیده می‌شود)،سرباره کوره و ...سیمان های مخلوط با خواص مختلف که مستقیما" وابسته به نوع مواد افزوده شده دارد،تولید می شود. سیمان های مخلوط و سیمان معمولی پرتلند متداول ترین سیمان های مورد استفاده در کشور می باشند.نمای ساده ای از فرآیند نولید سیمان در زیر نشان داده شده است :

Limestone → *Crusher* → *Grinder* → *Raw meal* → *Kiln* → *Clinker+additive* → *Grinder* = *Cement*

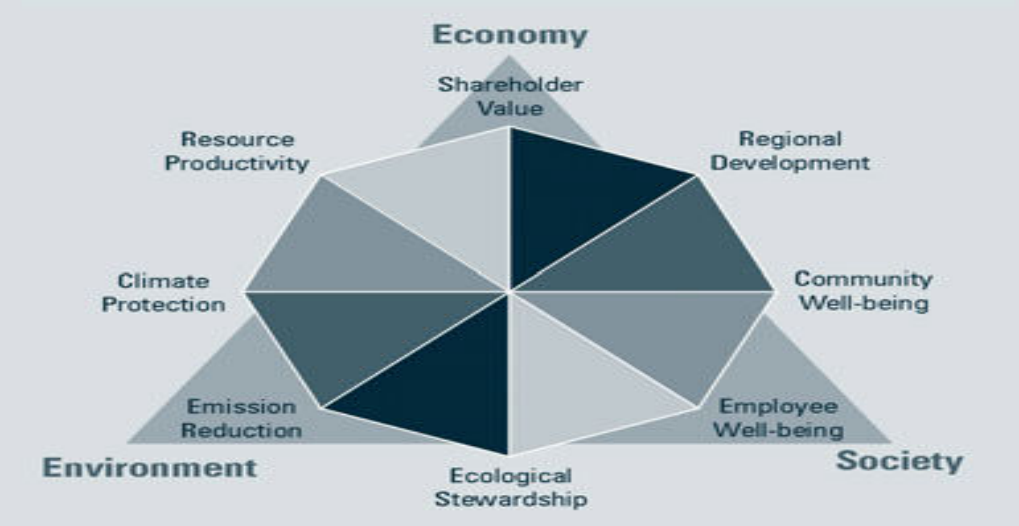
شکل ۱ روند تهیه و تولید سیمان را همراه با اثرات زیست محیطی ناشی از هر فعالیت، نشان می دهد. انتشارات حاصل از این فرآیند به محیط زیست شامل گردوغبار،دی اکسید کربن،مونواکسید کربن،اکسیدهای نیتروژن و به مقدار بسیار اندک دی اکسید گوگرد می باشند.

شکل ۱ - روند تهیه و تولید سیمان همراه با اثرات زیست محیطی ناشی از هر فعالیت



پایداری صنعت سیمان در راستای توسعه پایدار :

توسعه از یک سو با صنعت و تکنولوژی و از سویی دیگر با تخریب و آلودگی ارتباطی تنگاتنگ و ارگانیک دارد . امروزه دیگر نمی توان متوقع بود که همراه با توسعه صنعتی که از ملزومات پیشرفت علمی و اقتصادی بشر است ، محیط زیست دست نخورده باقی بماند . توسعه پایدار(*Sustainable development*) انسان محور است و به سرعت به مهمترین مناظره کنونی و نیز یکی از مهمترین چالش های قرن بیست و یکم تبدیل شده است.توسعه پایدار عرصه نوینی است که همزمان سیاست و فرهنگ و هم اقتصاد و تجارت و محیط زیست را موردتوجه قرار می‌دهد.توسعه پایدار در مرکز ثقل ۳ عامل مراقبت های زیست محیطی،شکوفایی اقتصادی و مسئولیت های اجتماعی قرار دارد . نمودار ۱ و جدول ۱ به این موارد اشاره می کنند :



نمودار ۱- توسعه پایدار و فاکتورهای آن

جدول ۱- پتانسیل سودمندی های ناشی از پیشرفت هر یک از عوامل توسعه پایدار (S.D.)

توضیح : مواردی که به صورت پررنگ نوشته شده اند،نشان دهنده سودمندی های اولیه می باشند.:

عوامل	اجتماعی	زیست محیطی	اقتصادی
بهره برداری از منابع	حفاظت از منابع جهت تولیدات در آینده ارائه خدمات دفع ضایعات به جامعه	**افزایش بهره برداری از سوخت های فسیلی و استخراج مواد اولیه**	کاهش هزینه های عملکرد پتانسیل منابع درآمدی جدید
حفاظت از اقلیم	بهبود عملکرد جهت حفظ الگوهای غذا و سکونت رایج در جهان بدون افزایش یا کاهش سطح آب دریاها،بلایای اقلیمی و سایر نتایج حاصل از تغییرات اقلیمی	**کاهش انشارات گازهای گلخانه ای**	کاهش تعهدات مالی کارخانه های سیمان مرتبط با Co2 و ایجاد فرصت های شغلی ؛ کاهش آسیب های اقتصادی اقلیمی ناشی از فعالیت های انسانی یا سیستم های طبیعی

کاهش انتشارات	کاهش در گردوغبار،ضایعات خطرناک،و سایر آلودگی های جوامع؛کاهش ریسک خطر برای کارکنان و اثر برسلامتی جامعه؛افزایش کیفیت زندگی	**بهبود کیفیت آب و هوا،حفاظت از محیط زیست طبیعی**	کاهش آسیب های اقتصادی - اجتماعی ناشی ازآلودگی ؛افزایش سود-کارآیی به خاطر پیشگیری از آلودگی
مراقبت اکولوژیک	بهبود نگهداری از چشم اندازهای طبیعی و اکوسیستم ها برای کامجویی و استفاده های شخصی و بهره گیری از زیبایی شناسی، حفاظت از اکوسیستم های طبیعی و تنوع زیستی به منظور تولید در آینده	**افزایش مسئولیت در تعیین نوع کاربری از زمین، حفاظت از اکوسیستم های طبیعی و تنوع زیستی**	بهبود عملکرد در شرکت ها ؛حفاظت از خدمات اکوسیستمی(بوم سازگانی)که ازغذا و دیگر کالاهای اقتصادی حمایت می کنند.
رفاه کارکنان	**افزایش ایمنی،سلامتی،رضایت شغلی،مباهات و سعی وتلاش**	ایجاد شرایط سالم تر و ایمن تر	کاهش زمان های اتلاف،افزایش بهره وری،ایجاد توسعه؛به کارگیری آسان و دقیق کارکنان
رفاه جامعه	**بهبود دسترسی به مراقبت های بهداشتی،آموزش،سیستم فاضلاب مناسب،تفریح و تفرج؛افزایش کیفیت زندگی توام با زیبایی شناسی**	کاهش آلودگی های زیست محیطی توام با کاهش سروصدا،بو،ارتعاشات و افزایش ایمنی و سلامتی عمومی	جنگل کاری ؛ بهبود دستیابی به کالاها و خدمات؛بهبود کیفیت نیروی کار بومی
توسعه منطقه ای	پایداری بیشتر جامعه به خاطر رونق فن آوری ها؛افزایش زیرساخت های بنیادین مانند جاده ها و ...	توجه به اثرات بلند مدت زیست محیطی ناشی از توسعه منطقه ای	**افزایش فرصت های شغلی،رشد اقتصادی و استاندارد زندگی؛افزایش ظرفیت ساختمان سازی**
ایجاد ارزش سهامداری	افزایش توانایی شرکت ها در حمایت از بهزیستی و رفاه جوامعی که در آن فعالیت می کنند.	افزایش توانایی جهت طراحی و به کارگیری هنر استفاده از فن آوری ها با اثرات زیست محیطی اندک	**بهبود عملکرد مالی و موقعیت رقابتی کارخانه ها**

براساس گزارش برانت لند (رشد کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه = WCED) توسعه پایدار عبارت است از توسعه ای که نیازهای کنونی جهان را تامین کند، بدون آنکه توانایی نسل های آتی را دربرآوردن نیازهای خود به مخاطره افکند و این که توسعه پایدار «رابطه متقابل انسانها و طبیعت در سراسر جهان است» (UNESCO ۱۹۹۷.).

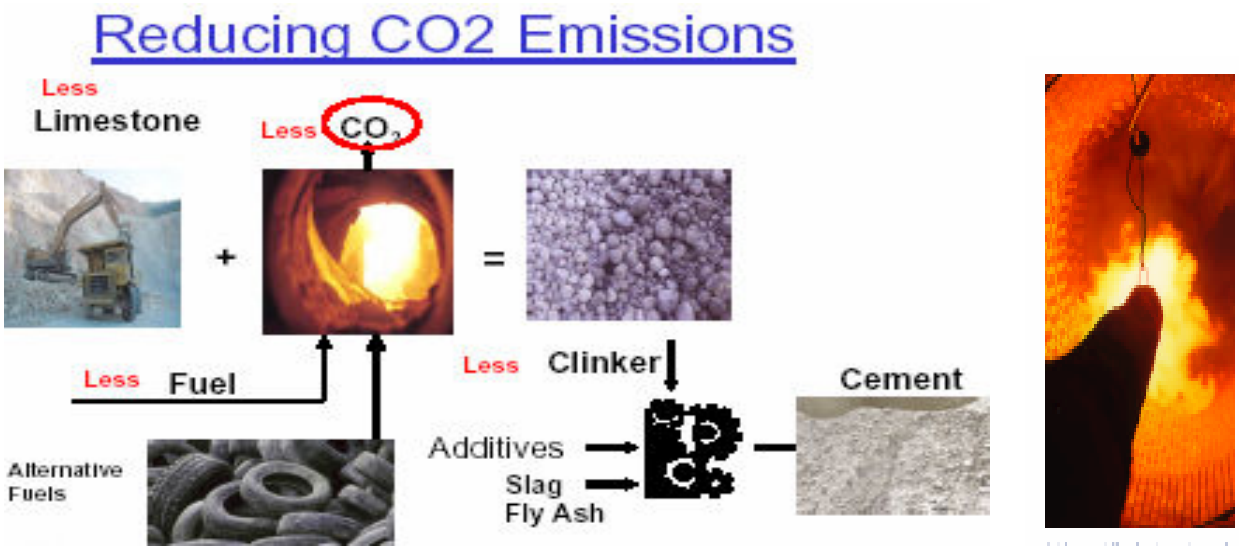
کمیسیون جهانی محیط زیست، توسعه پایدار را این گونه تعریف کرد: «توسعه پایدار فرایند تغییری است در استفاده از منابع، هدایت سرمایه گذاری ها، سمت گیری توسعه تکنولوژی و تغییری نهادی است که با نیازهای حال وآینده سازگار باشد».(UNESCO 1997).توسعه پایدار در سال های پایانی قرن بیستم به عنوان یکی از مناظرات محوری جهان تقریباً همه عرصه های حیات بشری نظیر فقر، نابرابری، آموزش و بهداشت، محیط زیست، حقوق زنان و کودکان، آزادی ملت ها و نیز صنعت و سیاست و اقتصاد و همکاری های بین المللی را تحت تاثیر قرار داد، و به عنوان گستره ای نوین با داعیه پاسخ به مسائل خطیری که چرخه حیات و طبیعت و نوع بشر را به مخاطره افکنده است، درعصر جدید مطرح شده است.براساس اعلامیه ریو:در توسعه پایدار، انسان مرکز توجه است و انسانها، هماهنگ با طبیعت، سزاوار حیاتی توأم با سلامت و سازندگی هستند؛توسعه حقی است که باید به صورت مساوی نسل های کنونی و آینده را زیرپوشش قرار دهد؛حفاظت از محیط زیست بخشی جداناشدنی از توسعه است و نمی تواند به صورت جداگانه موردبررسی قرار گیرد؛باتوجه به سهم متفاوت در آلودگی محیط زیست، کشورها مسئولیت مشترک، ولی متفاوتی در این زمینه دارند.(UN 1999-11)

صنایع سیمان می توانند در همه زمینه ها از جمله محیط زیست و توسعه پایدار به عنوان الگو (نمونه) و پیشتاز عمل کرده و نقش مؤثری در اشاعه فرهنگ زیست محیطی ایفا نمایند.امروزه صنعت سیمان به بشر در جهت برآوردن نیازهایی از جمله فضاهای مختلف مسکونی ، تجاری ، اداری ، صنعتی ، آموزشی و زیرساخت های اساسی از قبیل سد و تونل و پل ، راه و به طور کلی پیدایش تمدن کمک شایانی نموده است . اما تولید این محصول انرژی و مواد تجدید ناپذیر را مصرف می نماید که برای نسل های آینده قابل دسترسی نخواهد بود . انتشارات ناشی از فرایندهای تولید روی کیفیت هوا ، آب و خاک و نسل های فعلی و آینده تأثیر منفی خواهد گذاشت . در کشور ما گرچه انبوهی از اطلاعات و آمار و ارقام درباره سیمان وجود دارد اما لازم است به تعدادی از آنها اشاره کرد تا با توجه به این آمار و ارقام بتوان از زوایای مختلفی به موضوع سیمان محیط زیست و انرژی پرداخته شود . در فرایند تولید هر تن سیمان تقریبا" یک تن گاز کربنیک CO_2 وارد محیط زیست می شود. تولیدCo_2 ناشی از ترکیبات شیمیایی و تحت تاثیر تکنولوژی،ابزار و تجهیزات فرآیندی و همچنین بهبود و افزایش کارآیی آنها می باشد . میزان انتشارCo_2 در این صنعت به عوامل زیر بستگی دارد :

Co_2 کل = Co_2 مواد اولیه + Co_2 سوخت + Co_2 الکتریکی

موافقت نامه کیوتو یکی از راه حل های پیشنهادی بین المللی برای برطرف کردن مشکلات زیست محیطی، به ویژه محدود کردن گازهای گلخانه ای است. این موافقت نامه که به امضای همه کشورهای صنعتی به جز آمریکا و استرالیا رسیده است، محدودیت هایی در استفاده از انرژی را برای کشورهای امضا کننده آن ایجاد می کند. طبق این موافقت نامه،کشورهای صنعتی باید تا پایان سال ۲۰۱۲ میزان انتشار گازهای گلخانه ای خود را در قیاس با سال ۱۹۹۰به طور میانگین ۵ درصد کاهش دهند. زیرا اگر روند فعلی افزایش و انتشار گازهای گلخانه ای که عمدتا" دی اکسید کربن ناشی از مصرف انرژی است،ادامه یابد و هیچ تلاشی برای کاهش انتشار گازها صورت نگیرد،پیش بینی می‌گردد دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ میلادی بین ۱/۴ الی ۵/۸ درجه سانتی گراد افزایش یابد.

مصرف درست و منطقی علاوه بر اینکه از هدر رفتن ذخایر با ارزش انرژی پیشگیری می‌کند، آلودگی را نیز کمتر و محیط زیست را سالم‌تر می‌کند. باید توجه داشت که در میان آلاینده‌های محیط زیست آنهایی که از مصرف انرژی‌های فسیلی حاصل می‌شوند بیش از انواع دیگر انرژی موجب آلودگی محیط زیست می‌شوند. به طور مثال کاهش ناراحتی و بیماری‌های مجاری تنفسی، سرفه، سردرد- افزایش توان کاری بدن، کاهش ناراحتی‌های قلبی و گردش خون در انسان - سبز شدن برگ‌ها، رشد و نمو گیاهان و افزایش محصولات در نباتات از اثرات کاهش و از بین رفتن اکسیدهای گوگرد و نیتروژن و مونواکسید کربن که آلاینده‌های حاصل از مصرف نادرست سوخت‌های فسیلی هستند، بر انسان‌ها و گیاهان می‌باشد. از طرف دیگر کاهش و از بین رفتن گازهای گلخانه‌ای و نیز باران‌های اسیدی که باعث از بین رفتن مناطق سبز و گونه‌های گیاهی و جانوری و گرم شدن هوای کره زمین می‌شود، نمونه‌ای دیگر از اثرات استفاده درست از سوخت‌های فسیلی است. در این راستا کارخانجات سیمان دنیا دارای مسئولیت و رسالت سنگینی برای کاهش مصرف انرژی هستند؛زیرا علاوه بر مصرف سوخت در فرآیند تولید،عامل انتشار و ایجاد دی اکسید کربن می باشند که این مسئله بر ارکان توسعه پایدار اثرگذار می باشد.شکل ۲ مناطق تولید دی اکسید کربن و امکان بهره گیری از سوخت های ضایعاتی در فرآیند تولید سیمان را نشان می دهد :



شکل۲ - احتراق درکوره ها،مهمترین مکان تولید دی اکسید کربن در فرآیند تولید سیمان

در این صنعت قسمت اعظم انرژی در فرآیند تولید سیمان (پخت و سایش) مصرف می گردد؛ولی میزان انرژی مصرفی در فرآیند تولید بتون کم است و به طور تقریبی می توان اظهار داشت که ۸۰ درصد انرژی در فرآیند تولید سیمان و ۲۰ درصد در فرآیند تولید بتون،حمل و نقل و معدنکاوی مصرف می گردد؛ در فرایند تولید هر تن سیمان بیش از ۱۲۵ لیتر سوخت فسیلی (مازوت یا گاز طبیعی) در کنار حدوداً ۱۱۰ کیلووات برق مصرف می شود و حدود ۱/۶ تن مواد معدنی مصرف می شود و برابر آمارهای ارائه شده بیش از 10 درصد گازهای گلخانه ای جهان ناشی از تولید بیش از ۲/۴ میلیارد تن سیمان است.به عنوان مثال در این زمینه انرژی مصرفی یک خانواده برای پخت و پز در طول سال ۱/۵ تن گاز گلخانه‌ای را وارد جو زمین می‌کند و تولید برق مصرفی یک یخچال در طول سال ۲ تن گاز گلخانه‌ای به محیط زیست اضافه می‌کند. بنابراین برای رسیدن به نتیجه مطلوب و توجه به توسعه پایدار فراوری صحیح در تولید استفاده از انرژی و منابع مؤثر و پاک می تواند نقش بسزایی داشته باشد که با تمرکز به این مهم می‌توان حالات زیر را مورد بررسی قرار داد :

- **مدیریت منابع و مواد خام :**

افزایش اثربخشی با انرژی و مواد مورد استفاده و بازیابی و یافتن روشهای جدید استفاده از ضایعات و محصولات فرعی دیگر (اکولوژی صنعتی).

صنعت سیمان با دیگر صنایع در یک تعامل اکولوژی صنعتی قرار دارد ، یعنی محصول فرعی یک صنعت می تواند ورودی صنعتی دیگر باشد که در سیمان سپاهان نیز استفاده از روباره (*SLAG*) ذوب آهن به صورت ترکیب در محصول نهایی نمونه بارزی از این فرایند (*CO- Processing*) می باشد که البته استفاده از محصولات فرعی یا مواد صنایع دیگر را می توان به صورت های ترکیب در محصول نهایی و یا جهت سوخت مورد نیاز در تولید سیمان به کارگرفت .

- **حفاظت از اکوسیستم های طبیعی :**

فعالیتی بازدارنده به منظور کاهش اثرات عملیات و پیشگیری از استخراج یا فعالیت های مرتبط با فرسایش سیستم های طبیعی در مکان های قابل احیا .

از مهمترین اقدامات در این زمینه می توان به موارد زیر اشاره کرد :

کمینه سازی ضایعات، اعم از ضایعات تولیدی و فاضلاب ها ، پایش *(Monitoring)* و کنترل آلاینده های هوا ، ایجاد نظام مدیریت پسماندها با تاکید بر بازیافت مواد ارزشمند جایگزینی مواد مخرب لایه ازون (ODS) با مواد مناسب ، استقرار سیستم مدیریت زیست محیطی و دریافت گواهینامه های زیست محیطی ، ممیزی انرژی و محیط زیست و کاهش اتلاف انرژی و منابع طبیعی ،گسترش فضای سبز ، انتخاب فرایندهای سازگار با محیط زیست در طرح های توسعه ای ، تمرکز بر بازیافت انرژی و مواد ناشی از ضایعات، محصولات و خدمات فرعی صنایع دیگر (*Co Processing*) و...

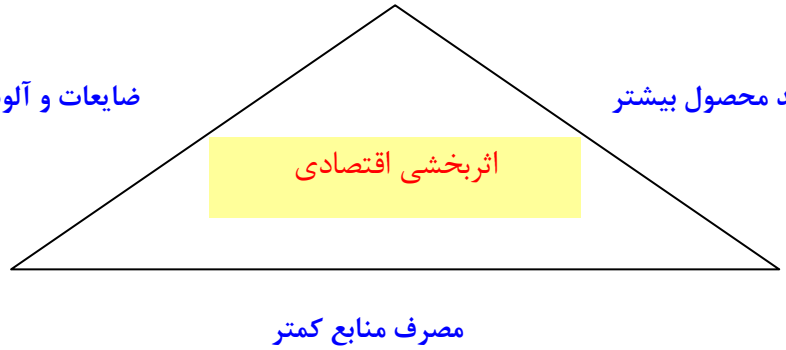
- **ارتقاء کیفیت زندگی :**

تولید سیمان با کیفیت بالا جهت پروژه ها موجب ارتقاء ایمنی و بهداشت نیروی کار ، فراهم نمودن کیفیت بالای فرصت های شغلی ، کار کردن با گروه های محلی و سهیم نمودن آنها در تغییرات اجتماعی و نیازهای اقتصادی.

- **کاهش آلودگی ها :**

تمرکز بر حداقل رسانیدن آلودگی های هوا ، آب و خاک ناشی از فعالیت ها.

اولین مرحله ضروری حرکت به سمت جامعه با ثبات بیشتر،استفاده از منابع با اثربخشی اقتصادی بیشتر خواهد بود و اثربخشی اقتصادی بدین معناست که تولید بیشتر با ضایعات و آلودگی ومصرف منابع کمتر همراه شود(نمودار ۲)



نمودار ۲- اثربخشی اقتصادی و عوامل ۳ گانه مربوطه

اثربخشی اقتصادی نه تنها به ایجاد هماهنگی بین رشد اقتصادی و فرسایش های زیست محیطی کمک می کند بلکه به شرکت ها کمک می کند که با پرداخت هزینه های کمتر برای مواد ورودی و ضایعات و مدیریت آلودگی ها، عملکرد مالی خود را بهبود بخشند .به طور قطع می توان اظهار داشت که سلامت اجتماع و اقتصاد وابسته به سلامت محیط زیست است.

شرکت های سیمان به چندین روش می توانند اثربخشی اقتصادی خود را افزایش دهند :

- **بهینه سازی فرآیندها :**

کاهش سوخت و مواد مصرفی و حداقل کردن آلودگی با افزایش مستمر اثربخشی تجهیزات تولید و فرایندها

- **بازیابی انرژی مواد و مصرف و مدیریت ضایعات:**

صرفه جویی و مدیریت بهینه مصرف سوخت و نیز استفاده از ضایعات و محصولات فرعی سایر صنایع به عنوان سوخت و مواد خام و ایجاد چرخه بسته در صنعت سیمان .

با شروع بحران اقتصادی ناشی از تحریم نفتی دهه ۱۹۷۰ حساسیت و اهمیت انرژی در جوامع توسعه یافته مشخص تر گردید و لزوم برنامه ریزی برای توسعه اقتصادی و اجتماعی در کنار حفظ محیط زیست بیشتر شد . مقوله انرژی از ارکان رشد اقتصادی و اجتماعی است که برای توسعه جوامع حیاتی است،لیکن نحوه مصرف فعلی با اهداف حفظ محیط زیست به گونه ای است که آن را تهدید می کند.باتوجه به آیین نامه اجرایی ردیف ۹ بند (و) تبصره ۱۹ قانون برنامه پنج ساله دوم، مطالعه معیارهای مصرف انرژی در موسسه مطالعات بین المللی انرژی آغاز شده است، هدف از این مطالعه ارایه راه حل هایی است که مصرف سوخت را بدون آنکه در روند توسعه صنعتی و سطح رفاهی جامعه تغییری ایجاد کند به سطح متداول جهان صنعتی برساند. اساسی ترین پایه توسعه، انرژی است و یکی از مهم ترین مسائل جوامع بشری امروزی، انرژی و نحوه تأمین نیازهای مربوط به آن است. هرچند در جمهوری اسلامی ایران، به واسطه وجود ذخایر عظیم سوخت های فسیلی، به تفکر حداکثر صرفه جویی و اتلاف در مصرف انرژی توجه جدی نشده است، از این رو توجه به این امر به ویژه به علت بروز اثرهای زیست محیطی ناهنجار، در مراحل مختلف تولید، تبدیل و مصرف انرژی اجتناب ناپذیر است. عوامل مؤثر در توسعه پایدار بخش انرژی را می توان عوامل امنیت در عرضه انرژی، امنیت در تقاضای انرژی، فقر، جمعیت، اشتغال و حمل ونقل نام برد که هر یک از این عوامل نقش به سزایی در میزان مصرف انرژی دارند. الگوی توسعه دربخش انرژی، هنگامی پذیرفتنی است که به حفظ محیط زیست بیانجامد وکمترین تخریب را در این راه به دنبال داشته باشد. در حال حاضر بیش از ۶۰ خط تولید سیمان در کشور وجود دارد که سالانه بیش از ۳۵ میلیون تن سیمان تولید می کنند و قرار است در پایان برنامه چهارم توسعه به رقم ۷۰-۶۰ میلیون تن در سال برسد که برای تولید این حجم سیمان به انرژی الکتریکی و حرارتی زیادی نیازمند هستند ؛ و با توجه به رشد چشمگیر این صنعت در سالیان گذشته و آهنگ تسریع این رشد در سنوات آتی، این صنعت بایستی در مصرف انرژی خود بازنگری نماید که بخشی از آن از طریق ارتقای سیستم ها و بهینه سازی مصارف انرژی به دست می آید. با توجه به سیاست های جدیدی که دولت در بخش سوخت در پیش گرفته است به نظر می رسد که مناسب است صنعت سیمان نیز به دنبال سوخت های جایگزین و ارزان باشد تا در روند توسعه ای آن مشکلی بروز ننماید. امروزه در خیلی از جاها از کوره های سیمان برای بازیابی انرژی ناشی از ضایعات غیر خطرناک استفاده می شود . برخی از ضایعات سوختی عبارتند از :

۱- تایرهای فرسوده که یک سوخت فشرده با رطوبت بسیار کم هستند و دارای مقداری از ترکیبات آهن و روی هستند و برای اختلاط با مواد خام سیمان مفید است و همچنین طبق آمارهای موجود جمعیت ۶۵ میلیون نفری ایران نیز در هر سال حدود ۱۰ میلیون حلقه تایر مصرف می کنند که این به معنی مصرف بیش از ۲۰۰ هزار تن تایر در سال است . قابل ذکر است که سوختن تایر در کوره سیمان باعث ایجاد مشکلات زیست محیطی نخواهد شد ؛ چون گزارشات سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) بیانگر آن است که مواد منتشره از این کوره ها مشکل ساز نبوده و در بعضی موارد باعث کاهش آلاینده های منتشره خواهد شد. بر این اساس در سال ۲۰۰۱ حدود ۶۰ کوره سیمان آمریکا از تایر به عنوان سوخت کمکی استفاده کرده و بیش از ۵۳ میلیون حلقه تایر را به مصرف رسانده اند.شکل ۳ وضعیت تایرهای فرسوده در کشور را نشان می دهد که بدون برنامه خاصی در محیط زیست طبیعی پراکنده می شوند.

شکل ۳ - تجمع وپراکندگی بسیار زیاد تایرهای فرسوده در طبیعت

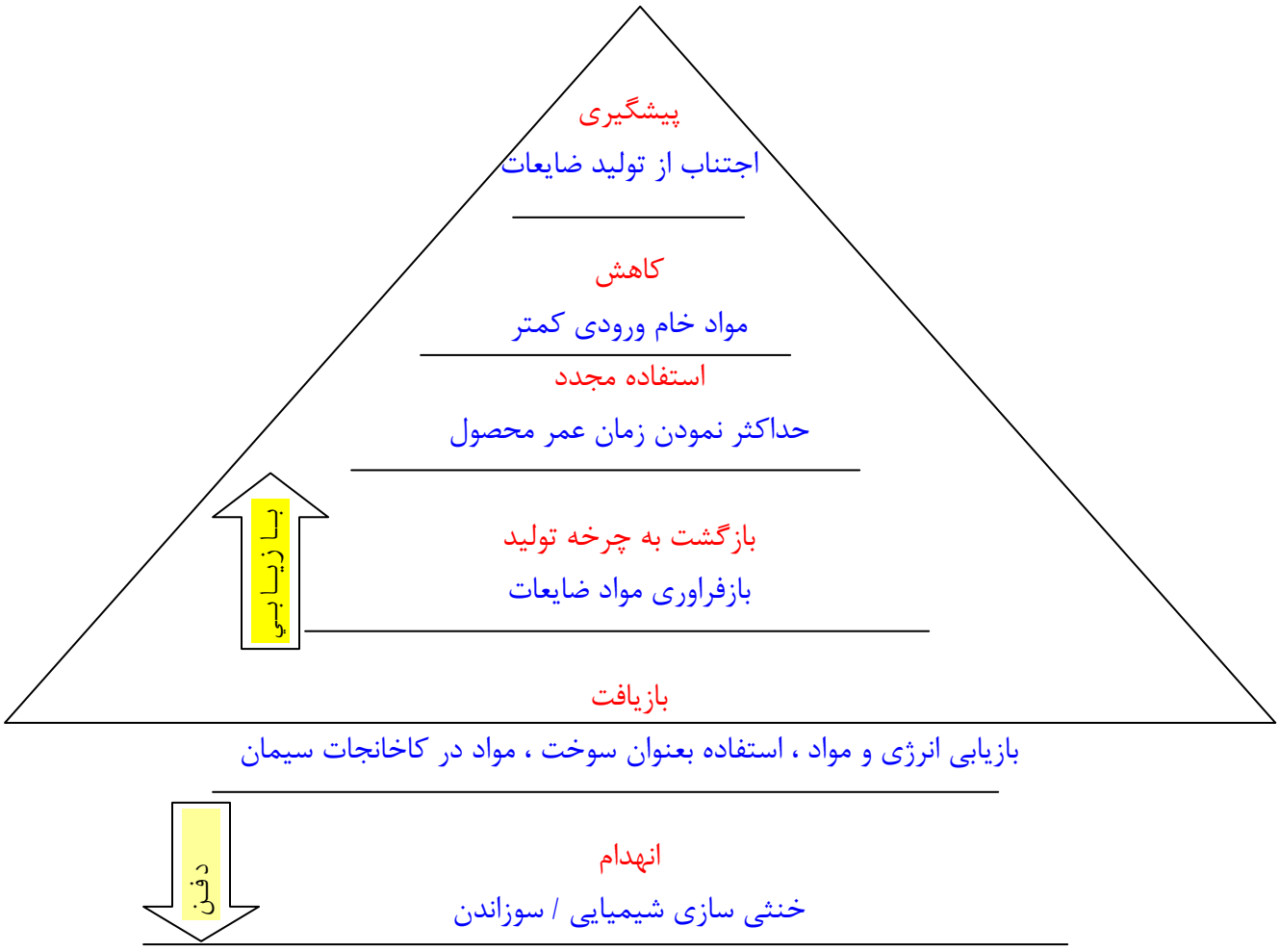
۲- زیست توده ها یا زیست جرم ها (*Biomass* ها) یا سوخت های بیو شیمیایی که به عنوان پرکاربردترین منبع انرژی های نو (تجدیدپذیر) در جهان مطرح می باشند و به تنهایی حدود ۸۰ ٪ از کل سهم تجدیدپذیرها را در سبد انرژی جهانی و مطابق آمار سال ۱۳۸۰ حدود ۱۴٪ از کل مصرف انرژی کشور را تامین می کند و.... استفاده می شود و این باعث کاهش حجم سوخت و مواد خام طبیعی برای تولید یک تن سیمان خواهد شد و از طرفی این عمل نیز شرایطی را فراهم می آورد تا مدیریت ضایعات که می تواند از نظر اقتصادی ، زیست محیطی در جهت دفن ضایعات ، ایجاد تصفیه خانه ها و یا کوره های زباله سوز مفید واقع شود .

۳ -*Biodisel* : بیودیزل منبع جدید انرژی بازیافتی متشکل از زنجیره اسیدهای چرب منوالکل استر است که از روغن گیاهان و عموما" سویا و یا روغن حیوانات مشتق شده اند و می تواند با نفت گاز مخلوط شود تا ماده حاصله که اصطلاحا" بیودیزل نامیده می شود به مقدار اندک و بدون نیاز به اصلاحات در موتورها مصرف شود . در این حالت مقدار بسیار کمتری از آلاینده ها در مقایسه با نفت گاز و دیگر سوخت ها به محیط زیست انتشار می‌یابد.همچنین این ماده سریع تر در محیط تجزیه می شود.

در کشور نروژ بیش از ۱۰ سال است که از کوره های سیمان جهت انهدام پلی کلروفنیل (PCBs) که مخلوطی از حداقل ۵۰ نوع ترکیبات آلی گسترده حاوی کلر می باشند و می توانند به طور زیستی در زنجیره ها و شبکه های غذایی ، با اثرات ناشناخته بزرگ نمایی کنند ؛ به عنوان بخشی از مدیریت ضایعات به صورت ایمن و موفقیت آمیز استفاده می شود . همچنین در سال های اخیر بروز بیماری جنون گاوی باعث گردید تا استخوان حیوانات مبتلا نیز در شماری از کوره های سیمان به صورت موفقیت آمیز از بین برده شود . کما اینکه استفاده از این راهکارها و تکنیک نقش مهمی در جهت مدیریت ضایعات و دفع ضایعات غیر خطرناک در کوره های سیمان در کشورهایی از

جمله نروژ ، سوئیس و ژاپن بصورت ایمن سالیانی است که عملی شده است ولی بصورت عام هنوز فراگیر نشده است . امروزه در جوامع مختلف مدیریت ضایعات به روش های مختلفی انجام می شود و این بستگی به صورت فیزیکی یا شیمیایی ، صرفه اقتصادی ، شرایط اجتماعی و زمینه های زیست محیطی ضایعات تولیدی دارد و تصمیم گیری های خاص معمولاً متأثر از شرایط همچون امکانات قابل دسترسی جهت معضلات ضایعات ، گزینه های بارز این مواد ، زیر ساخت های موجود جهت جمع آوری ایمن و مدیریت حمل و نقل مواد ضایعاتی می باشد اما به طور کلی سلسله مراتب عمومی مدیریت ضایعات *(Waste management)* که در نمودار ۳ ارائه شده است می تواند به عنوان یک راهنما مورد توجه قرار گیرد. با افزایش اثربخشی منابع و استفاده از محصولات فرعی (*Co processing*) سایر صنایع در جهت کاهش حجم ضایعات نهایی و کاهش انتشارات دی اکسید کربن $CO2$ این امکان وجود دارد که نیاز به کاهش در استخراج و بهره برداری از مواد خام و سوختی می تواند به عنوان یک نگرش تلقی شود و با انتخاب دقیق ضایعات و فراورده های جانبی و کنترل کیفیت قوی در فرایند تولید سیمان می توان در زمینه بهینه سازی مصرف انرژی و حفظ محیط زیست اقداماتی مؤثر به عمل آورد .

نمودار ۳- سلسله مراتب عمومی مدیریت ضایعات در صنعت

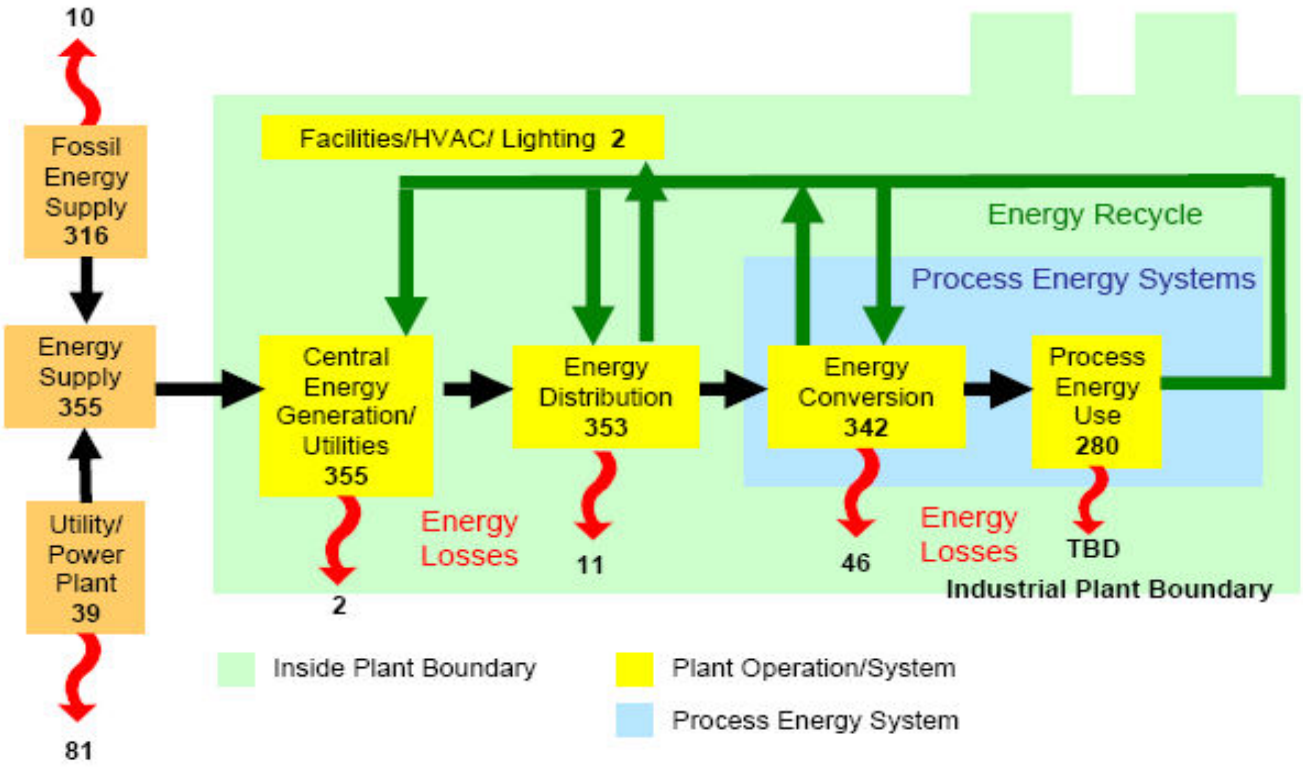


برخی راهکارهای کاهش مصرف انرژی در صنعت سیمان :

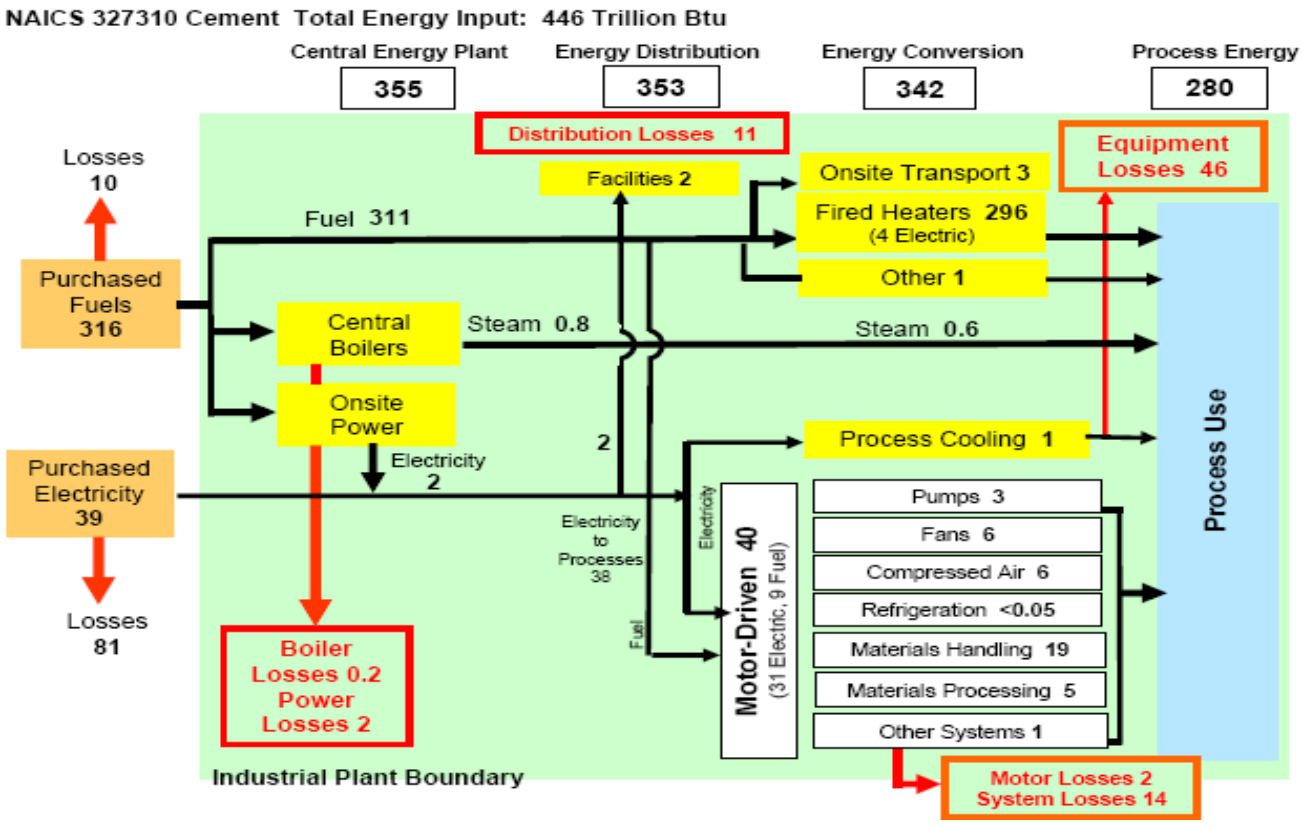
بر اساس آمار سال ۱۳۸۵ در کشور ایران ۴۶ کارخانه سیمان با ۶۷ کوره و ظرفیت تولید سالیانه ۴۲ میلیون تن سیمان در حال فعالیت و بهره برداری می باشند که قریب به ۱۱۰کیلوکالری انرژی به طور متوسط صرف تولید یک تن سیمان می گردد.این مقدار انرژی جدای از مصروف شدن آن در بخش معادن و تولید بتون می باشد که طبق آمار جهانی ۸۰٪ در بخش تولید سیمان و ۲۰٪ باقیمانده در بخش بتون و معدنکاری مصرف می شود.صنعت سیمان با کارآیی حرارتی زیر ۴۰٪ (حتی کمتر از ۳۰٪) در حال فعالیت است . این مقدار اندک بازدهی فرصت ایده آلی برای بهبودی و ارتقای مصرف انرژی و کاهش آلاینده ها به وجود می آورد.

بیشترین فرصت برای کاهش مصرف انرژی و آلاینده های زیست محیطی در صنعت سیمان با بهبود در موقعیت های پیش بهره برداری (*Pyroprocessing*) محقق می گردد.به طور متوسط سیستم های بهره برداری در آمریکا با راندمان ۳۴٪ کار می کنند.این راندمان کم نشان می دهد که پتانسیل بهینه سازی مصرف انرژی و حفظ محیط زیست کاملا" وجود دارد.این بهبود در فرآیند در کوتاه مدت از مدیریت انرژی،ارتقای عملکرد بهینه دستگاه ها و تجهیزات،به کارگیری تکنولوژی ها و روش های بهره برداری نوین و در دراز مدت با انجام تحقیقات گسترده و بنیادین برای نیل به توسعه پایدار در صنعت سیمان تحقق می یابد. تولید سیمان،صنعتی به شدت سرمایه بر و رقابتی است. فرصت های کاهش آلاینده های زیست محیطی و بهینه سازی مصرف انرژی با افزایش عمر اقتصادی و طولانی مدت امکانات و تجهیزات،ارتقا و تغییر و پذیرش تکنولوژی های جدید،مدیریت اجرایی مؤثر انرژی،استفاده از سوخت های سبز،تغییر در فرمولاسیون تولیدات و..محقق خواهد شد.

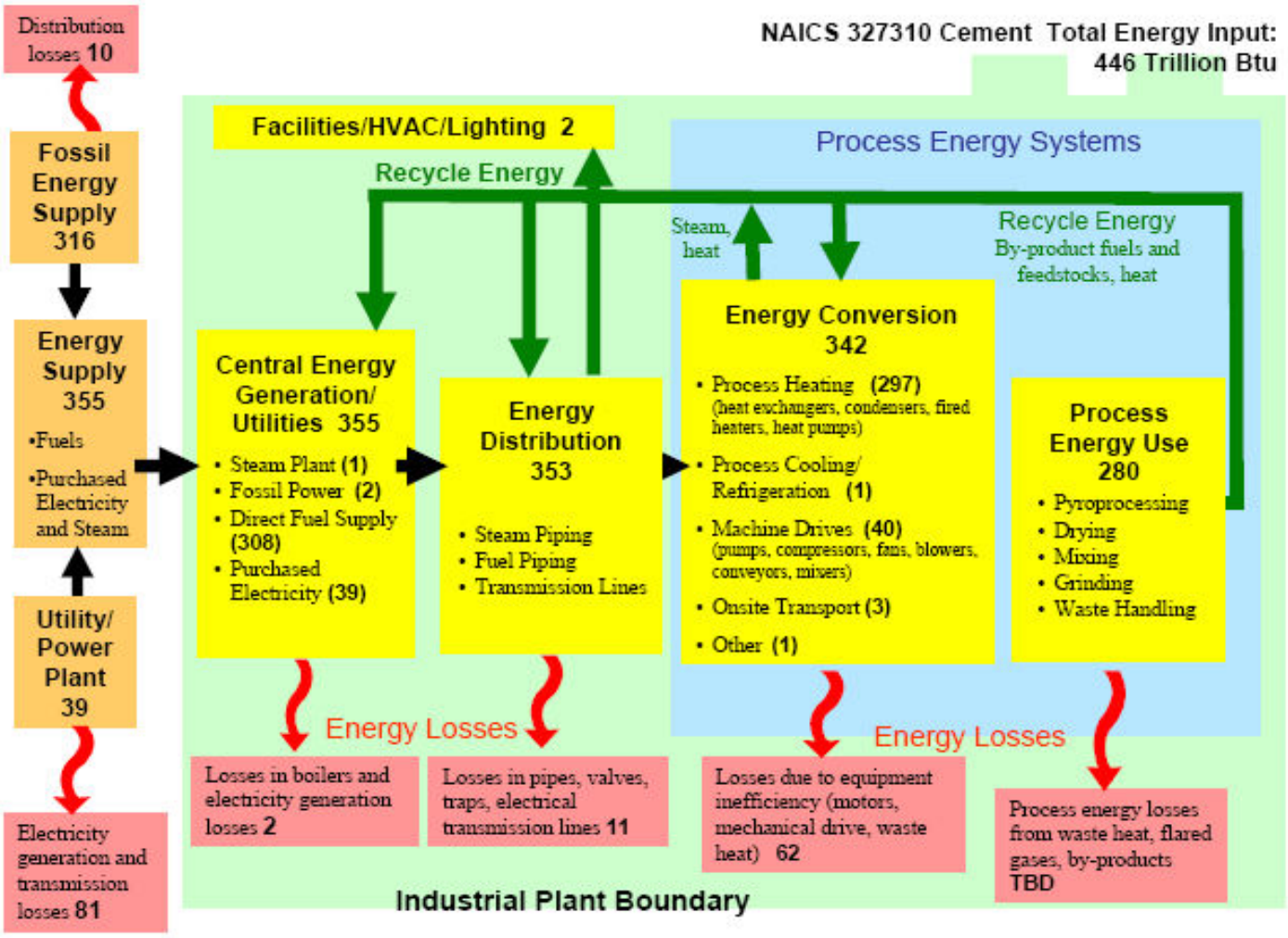
اشکال ۴،۵و۶ به طور شماتیک سیر مراحل به کارگیری و هدررفت انرژی در صنعت سیمان و مکان های مصرف انرژی را در این صنعت نشان می دهد . میزان کل انرژی ورودی به این صنعت 446 Trillion Btu در نظر گرفته شده است. در این اشکال ، مکان های هدررفت انرژی و جاهایی که کار مفید صورت نمی گیرد نشان داده شده است؛که هر یک از این مناطق (تخلیه کلینکر،کوره ها و...)می توانند جهت کاهش مصرف انرژی مد نظر کارشناسان قرار گیرند:


NAICS 327310 Cement Total Energy Input:
446 Trillion Btu
10
Fossil Energy Supply 316
Energy Supply 355
Utility/ Power Plant 39
81
Facilities/HVAC/ Lighting 2
Energy Recycle
Process Energy Systems
Central Energy Generation/ Utilities 355
Energy Distribution 353
Energy Conversion 342
Process Energy Use 280
Energy Losses
2
11
46
Energy Losses
TBD
Industrial Plant Boundary
Inside Plant Boundary
Plant Operation/System
Process Energy System

شکل ۴


NAICS 327310 Cement Total Energy Input: 446 Trillion Btu
Central Energy Plant 355
Energy Distribution 353
Energy Conversion 342
Process Energy 280
Losses 10
Purchased Fuels 316
Purchased Electricity 39
Losses 81
Distribution Losses 11
Facilities 2
Onsite Transport 3
Fired Heaters 296 (4 Electric)
Other 1
Equipment Losses 46
Fuel 311
Central Boilers
Steam 0.8
Steam 0.6
Onsite Power
Electricity 2
2
Process Cooling 1
Process Use
Electricity to Processes 38
Electricity
Fuel
Motor-Driven 40 (31 Electric, 9 Fuel)
Pumps 3
Fans 6
Compressed Air 6
Refrigeration <0.05
Materials Handling 19
Materials Processing 5
Other Systems 1
Boiler Losses 0.2
Power Losses 2
Motor Losses 2
System Losses 14
Industrial Plant Boundary

شکل ۵



شکل 6 - سیر مراحل به کارگیری و هدررفت انرژی در صنعت سیمان

به اجمال فرصت های کاهش انرژی وآلاینده های زیست محیطی صنعت سیمان در زیر آورده شده است :

- مدیریت انرژی (*Energy Management*) از طریق ذیل:

۱. ممیزی انرژی شامل بررسی اجرایی و عملی انرژی مصرفی این صنعت و محاسبه بالانس مواد و انرژی مورد نیاز به منظور بهبود کارآیی مصرف انرژی.

۲. آموزش مدیریت انرژی

۳. اجرای برنامه های بهبود

- ارتقای توان دستگاه ها و تجهیزات به منظور کاهش آلودگی های زیست محیطی -خصوصا" Co2- وبهینه سازی مصرف انرژی از طرق ذیل:

۱. افزایش نسبت بهره برداری مؤثرتر و کاراتر از انرژی نظیر بهره برداری تر به خشک،از خشک به پیش گرم کردن و ...

۲. استفاده و نصب سیستم های بازیافت حرارتی از خشک کن کلینکر

۳. استفاده و نصب طرح های مؤثر جهت افزایش کارآیی خردکن ها،سایش ها و آسیاب ها

۴. استفاده از تکنولوژی های مدرن پیش گرم کن

۵. فعال نمودن واحدهای R&D برای توسعه و تولید سیمان های جدید با لحاظ موازین زیست محیطی

۶. استفاده از سوخت های سبز (ضایعاتی،زیست توده ای و...)

۷. جایگزینی سوخت های سبک کم کربنه به جای سوخت های سنگین (مثلا" گاز طبیعی به جای ذغال سنگ)

۸. تغییر در ترکیب سیمان و به کار گیری کلینکر کمتر در ترکیب نهایی سیمان (افزایش نسبت افزودنی های سیمان که پیش بهره برداری نیاز ندارد)

۹. تهیه و به کارگیری سیمان های مخلوط (با استفاده از پلیمرهای معدنی)

۱۰. جداسازی $Co2$ از جریان گاز

۱۱. کاهش گازهای خروجی کوره ها با اقداماتی مانند ذیل :

۱۱-۱. نصب دستگاه ها برای تامین انتقال حرارت از گازها به مواد(نظیر زنجیرهای کوره)

۱۱-۲. بهره برداری با سطح اکسیژن بهینه(کنترل هوای ورودی احتراق)

۱۱-۳. بهینه نمودن عملکرد مشعل و درجه حرارت شعله

۱۱-۴. بهبود یا افزایش حجم پیش گرمکن ها

۱۲.کاهش جذب رطوبت توسط مواد و سوخت

۱۳.کاهش گردوغبار در دودکش خروجی گاز از طریق حداقل نمودن توربولانس و برگشت دادن آن به چرخه تولید که این کار باعث اثربخشی اقتصادی نیز خواهد شد.

۱۴.کاهش حرارت کلینکر خروجی (نگهداری حرارت بیشتر در سیستم پیش بهره برداری)

۱۵.کاهش درجه حرارت خنک کن کلینکر به طرق ذیل :

۱۵-۱.باز کردن هوای سرد اضافی

۱۵-۲.بازگرداندن هوای سرد جهت خشک کردن مواد خام و سوخت و یا پیش گرم کردن سوخت یا هوا

۱۶.کاهش بازتاب حرارتی کوره با به کارگیری نسوز مناسب و کنترل درجه حرارت کوره

۱۷.کاهش نشتی های هوا (*False Air*) از طریق :

۱۷-۱.بستن دریچه های غیر ضروری

۱۷-۲.استفاده از آب بندهای مؤثر انرژی

۱۷-۳.بهره برداری با حداکثر هوای اولیه

۱۸.بهینه نمودن بهره برداری به منظور جلوگیری از صرف هزینه و انرژی جهت تنظیمات مجدد و بازیلبی دستگاه ها و تجهیزات و...

دلایل استفاده از سوخت های ضایعاتی و سبز به جای سوخت های متداول و مواد خام :

۱.کاهش انتشار دی اکسید کربن و آلاینده های دیگر به محیط زیست :

صنعت سیمان ۵ درصد از کل دی اکسید کربن تولید جهانی که ناشی از فعالیت های انسانی (*Anthropogenic*) است را تولید می کند.۵۰ درصد از این مقدار ناشی از فرآیند شیمیایی تغییر حالت آهک به کلینکر است .۴۰ درصد ناشی از سوخت مشعل و ۱۰ درصد باقی مانده بین فعالیت های حمل و نقل و جریان

الکتریسیته توزیع می گردد. صنایع سیمان مصمم به همکاری و کاهش Co2 شده از فعالیت های خود به محیط زیست می باشند.

۳ تکنیک اصلی در این صنعت جهت کاهش Co2 در هر تن محصول تولیدی وجود دارد :

- صرفه جوئی ، بهینه سازی، افزایش کارآیی و بهره برداری و توان تجهیزات برای به کارگیری هرچه بهتر و معقول تر (*Wise Use*) سوخت ها و مواد در این صنعت
- کاهش نسبت کلینکر از طریق جایگزینی سایر محصولات فرعی و جانبی که نیاز به پروسس حرارتی کمتری دارند ، و یا تغییر در ترکیب تولیدات سیمان (افزایش تولید سیمان های مخلوط)
- استفاده از سوخت های غیر متداول دارای کربن اندک نظیر برخی مواد زائد،سوخت های ضایعاتی و زیست توده ها- سوخت های بیوشیمی *Bio chemical Fuels*- که به سوخت های سبز (*Green Fules*) معروفند، به عنوان جانشین برای سوخت های مرسوم و متداول در صنعت سیمان

۲. کاهش مصرف و هزینه سوخت های فسیلی:

هزینه سوخت پارامتر بسیار مهمی در صنعت تولید سیمان می باشد.سوخت های ضایعاتی نسبت به سوخت های فسیلی کم هزینه تر می باشند؛اگرچه در قبال این هزینه کمتر، در تجهیزات اکثر کارخانه های سیمان باید تغییرات اصلاحی اعمال نمود تا بتوان از این گونه سوخت ها استفاده کرد . و در برخی موارد نیاز به ابزارآلات زیست محیطی جهت کنترل آلاینده های متصاعده می باشد.

۳. کاهش نیاز به فعالیت های حمل و نقل و معدنکاوی:

بیشتر سوخت ها،مواد اولیه و افزودنی ها برای تولید سیمان از طریق معدن و معدنکاوی تامین می گردد.بیشتر سوخت های به کار رفته از سوخت های فسیلی غیرقابل تجدید می باشند.عملیات استخراج ، پروسس و حمل و نقل این مواد بر محیط زیست و چشم اندازهای(سیمان مناظر) طبیعی تاثیرگذار است.استفاده از ضایعات به عنوان سوخت و مواد خام موجب کاهش استخراج منابع طبیعی و کاهش انواع آلودگی های زیست محیطی خواهد شد.

۴. ارائه خدمات دفع زیست محیطی ضایعات و مدیریت منابع به جامعه :

بسیاری از ضایعات و تولیدات جنبی صنایع و فعالیت های کشاورزی که قابلیت استفاده به عنوان سوخت های جایگزین را دارند،بدون برنامه خاصی در محیط زیست رها شده و موجبات آلودگی دیداری (*Visual Pollution*) را فراهم ساخته اند و یا در محیط باز سوزانیده می شوند.به عنوان مثال ضایعات آلی که برای آماده نمودن زمین سوزانیده می شوند ممکن است متان(CH_4) – که همانند Co2،CFC و... از گازهای گلخانه ای است- تولید شود. سوزاندن زباله ها و ضایعات یکی از مهمترین عوامل تولید Co2 در محیط زیست می باشد و خاکستر حاصله در اکثر مواقع دارای فلزات سنگین (*Heavy metales*) می باشد که اولا" ایجاد بیماریزایی نموده و ثانیا" جهت امحا نیاز به تکنولوژی و صرف هزینه و نیروی کار دارد.بیشتر دستگاه های سوزاندن زباله (*Incinerator*) دارای قدرت بازیافت انرژی (*Energy Recycle*) نیستند.کوره سیمان املاح آلی غیر ارگانیک در تر کیبات کلینکر داخل نموده و بنابراین هیچ باقیمانده ضایعاتی برای دفع در محیط زیست طبیعی وجود ندارد.همچنین انرژی تولید شده در کوره برای درجه حرارت بالای فرآیند تولید سیمان استفاده می شود.استفاده از ضایعات و دیگر تولیدات جنبی در تولید سیمان نه تنها نیاز صنعت به سوخت فسیلی و مواد اولیه را کاهش داده بلکه جامعه را برای استفاده کاراتر از الگوهای مصرف و حرکت به طرف تولید سبز و همگام با توان اکولوژیک از منابع،مواد خام و محیط زیست توانمندتر می سازد.اهداف CSI برانتخاب ضایعات سوختی دقیقا" بر کنترل آلودگی های زیست محیطی رعایت استانداردهای

ایمنی و سلامتی استوار بوده و همواره بر کیفیت نهایی محصول تاکید می نماید؛همچنین خاطر نشان می سازد در هنگام مصرف ضایعات سوختی ، فرآیند باید دقیقا" کنترل و آلاینده ها به طور منظم پایش و اندازه گیری گردند.

- **نوآوری و ارتقای تکنولوژی های موجود :**

استفاده از دانش و تکنولوژی های جدید به منظور افزایش اثربخشی منابع جهت تولید و استفاده سیمان.

افزایش اثربخشی اقتصادی به خودی خود عملی نمی گردد بلکه هر شرکت سیمانی می بایستی نسبت به تدوین چشم انداز ، مأموریت ، استراتژی و نهایتاً اهداف و برنامه های بهبود مستمر اقدام نماید . در حال حاضر به طور تقریب تخمین زده می شود که هر صنعتی می تواند اثربخشی انرژی خود را از ۵٪ تا ۲٪ در سال افزایش دهد . در صنعت سیمان اضافه نمودن قسمت های پیش گرمکن ،پری کلسینه و یا خنک کن های مؤثر مانع حداکثر بازیافت حرارتی در فرآیند تولید جهت نیل به بهره برداری کارا و مؤثر می گردد.استفاده از کوره پیلوت بزرگ سیال که اخیرا" ساخته شده است باعث صرفه جویی زیادی در مصرف انرژی می گردد.مطالعات در آمریکا نشان داده است که این نوع کوره ها نسبت به مدرن ترین کوره ها که دارای پیش گرمکن و پری کلسیناسیون می باشند،از نظر میزان بهره گیری از انرژی ۳۷٪ کاراتر هستند و هزینه ایجاد سیستم های کوره ای کف سیال معادل ۸۸٪ هزینه های سرمایه ای در مدرن ترین کارخانه های سیمان برآورد می گردد و هزینه بهره برداری از آنها ۷۵٪ هزینه های بهره برداری کوره های مدرن می باشند که با دارا بودن زیربنا و مشخصات احتراقی خاص، آنها را قادر می سازد که در قبال استفاده از سوخت های دارای کیفیت پایین و یل ذغال سنگ ارزان تر مؤثر و مفید واقع شوند. یکی از مؤثرترین راه های افزایش اثربخشی انرژی ، جایگزینی تجهیزات قدیمی یا خارج از رده و واحدهای قدیمی با تجهیزات مدرن و واحدهای جدید می باشد . استفاده از فیلترهای هیبریدی پیشرفته در شرکت سیمان سپاهان و تاثیر چشمگیر آن در کاهش آلودگی هوا و نتیجتا" اثربخشی اقتصادی ناشی از آن با توجه به توضیحات و محاسبات ذیل مثالی بارز در این زمینه می باشد :

نقش تکنولوژی فیلترهای هیبریدی پیشرفته در اثربخشی اقتصادی شرکت سیمان سپاهان :

شرکت سیمان سپاهان که قدمت بنا و تکنولوژی تجهیزات و دستگاه های آن به سه دهه گذشته (دهه ۱۹۷۰ میلادی) برمی گردد و گذشت زمان موجب استهلاک و فرسودگی تجهیزات غبارگیر شده بود و کارآیی سیستم ها در کاهش گردوغبار از مقادیر اولیه فاصله گرفته بود و همچنین به لحاظ نزدیکی مناطق مسکونی همجوار تصمیم گرفت جهت کنترل و کاهش آلودگی هوا ناشی از انتشار گردوغبار (*Dust*) از دودکش های آسیاب مواد خطوط تولید از تکنولوژی جدیدی به نام فیلتر هیبرید (ترکیبی از الکتروفیلتر و فیلتر کیسه ای) استفاده نماید که این تکنولوژی تحول شگرفی در زمینه غبارگیری می باشد . فیلترهای هیبرید در خطوط تولید کارخانه سیمان سپاهان ، با استفاده از پیشرفته ترین فن آوری های روز دنیا ،در ابعاد مختلف در نوع خود کم نظیر بوده است. پس از راه اندازی فیلترهای هیبرید و اندازه گیری های شرکت GrIIn- مجری طرح - و کارشناس محیط زیست واحد سیستم ها (*SHEQ*) شرکت سیمان سپاهان از هر دو خط تولید ، مقدار خروجی بسیار پائین تر از مقدار گارانتی (۱۰mg/Nm^3) و در حد شرایط *Clean Stack* - کمتر از 2mg/Nm3 در کلیه شرایط بهره برداری - ثبت شده است.درحالیکه نتایج اندازه گیری میزان خروجی گردوغبار از الکتروفیلترهای (*Electrostatic Precipitatores*) آسیاب مواد قبل از تبدیل به فیلترهای هیبریدی پیشرفته ، در حدود ۲۵۰ - ۲۰۰میلی گرم بر نرمال متر مکعب

ثبت شده بود؛و این اختلاف در کاهش خروجی گردوغبار، بسیار فاحش و چشمگیر می باشد. این اقدام مؤثر زیست محیطی سیمان سپاهان که دارای آثار و نتایج بسیار مطلوب در کلیه ارکان توسعه است در تمامی موارد قابل اندازه گیری کمّی نبوده ولی از نظر اقتصادی و فقط به لحاظ محاسبه مقدار پراکنش گردوغبار قابل اندازه گیری و سنجش است.هر چند ممکن است انجام محاسبات از نظر اقتصادی در مراحل اولیه قبل و بعد از نصب فیلترهای هیبریدی چشمگیر نباشد اما به لحاظ تبعات دیگر خصوصا" در بخش های اجتماعی و اقتصادی و محیط زیست بسیار ارزشمند و کاملا" اقتصادی است و نتایج آن نه تنها در کوتاه مدت ، بلکه در دراز مدت نیز مشاهده خواهد شد . مطالعات در چین نشان داده است که در حدود ۱۰ الی ۱۲ میلیون تن گردوغبار به وسیله صنایع سیمان در سال ۲۰۰۰ به محیط زیست منتشر گردیده است و این میزان گردوغبار تقریبا" معادل با ۸ خط تولید سیمان با ظرفیت روزانه ۴,۰۰۰ تن می باشد .

در زیر محاسبات اثربخشی اقتصادی ناشی از جایگزینی و نصب فیلترهای هیبریدی پیشرفته در شرکت سیمان سپاهان اصفهان جهت کاهش چشمگیر گردوغبار (*Dust*) و مواد با لحاظ مفروضاتی چون دبی فن قبل از هیبرید 320000 m3/hr وبعد از هیبرید 400000 m3/hr ، تبدیل و میانگین کارکرد ۱۹۲۸۸ ساعت آسیاب های مواد خام در سال ۱۳۸۵ و قیمت تمام شده یکسان در هر دو حالت قبل و بعد از نصب فیلترهای هیبریدی مواد خام به میزان ۳۴۴۰۵/۵۹ ریال،ارائه می گردد :

محاسبه میزان خروجی گردوغبار:

قبل از هیبرید:

$320000\ m3/hr \times 200\ mg/m3 = 640.10^{5}$

$640.10\ 5 / 10^{6} = 64\ kg/hr$

$64\ Kg/hr \times 19288 = 1234432\ kg/Year$

$1234432 / 1000\ Kg = 1234043\ tone/Year$

بعد از هیبرید:

$400000 \times 5\ mg/Nm3 = 20 . 10^{4}\ mg/hr$

$20 \times 10^{4}\ mg/hr / 10^{6} = 0.2\ kg/hr$

$0.2 \times 19288 = 385706\ kg/year$

$385706\ kg/year / 1000\ kg = 385.706\ tone/year$

میزان صرفه جویی ریالی مواد خام در سال :

$12340432 - 308576 = 1238.28\ Tone$

$1238.26 \times 34405.59\ Rls/tone = 42604084.2\ Rls$

محاسبه میزان انرژی الکتریکی قبل و بعد از هیبرید:

آمار مقایسه ای فن های EP شش ماهه دوم سال ۸۴ و ۱۳۸۵ (قبل و بعد از تبدیل الکترواستاتیک به هیبرید) نشان می دهد با توجه به مشکلات اولیه راه اندازی و قطع و وصل های مکرر آنها و همچنین سایر مشکلات بهره برداری اولیه ، افزایش دبی و توان موتورهای فن های هیبرید ، شدت انرژی به میزان محدودی(۳۳/. کیلووات برتن) افزایش یافته است ؛ که امید است با اعمال مدیریت و افزایش بار کوره ها این میزان کاهش یافته و جبران گردد .

نتیجه گیری:

همکاری و مساعدت صنایع سیمان کشور در طرح ریزی استراتژی و توسعه با به کارگیری مواردی مانند ذیل ، می‌تواند جهت بهره گیری آنها از مواد خام و سوخت های مناسب با رعایت موازین زیست محیطی به منظور کنترل انواع آلودگی های زیست محیطی و ایجاد پروتکل منسجم Co2، در آینده مؤثر واقع گردد :

- اعتقاد به اینکه صنعت سیمان یک بنگاه اقتصادی است که به سود و منافع سهام داران ، کارکنان گروه های محلی ، اشتغال نیروی کار و پرداخت مالیات و فعالیت هایی در این زمینه توجه ویژه دارد.
- استمرار تحویل محصولات و خدمات با کیفیت بالا و قیمت رقابتی مطابق با استاندارد سخت گیرانه به مشتریان و توسعه محصولات جدید سیمان به منظور پاسخگویی به نیازهای اجتماعی ، زیست محیطی و اقتصادی جامعه.
- توجه به مسایل ایمنی و بهداشت ناشی از صنعت سیمان از جمله در نصب ، حمل و نقل ، جابجایی و ایجاد روش ها و دستورالعمل های عملیاتی به منظور حفاظت از ایمنی و بهداشت کارکنان ، پیمانکاران و سایر طرف های ذینفع.
- مدیریت منابع شامل تحقیقات ، شناسایی و ارزیابی استفاده از ضایعات ، محصولات فرعی سایر صنایع و یا فرایندهای کشاورزی یا شهرداری ها در عملیات به منظور جایگزینی مواد خام و سوخت های طبیعی در جایی که امکان پذیر و منطبق باشد.
- ایجاد ساختار مدیریت ضایعات به منظور تعیین مسئولیت و پاسخگویی سریع در تغییرات در تأمین ضایعات و روند محصولات فرعی به ویژه جایی که گزینه های مورد استفاده از پایداری بیشتر و آسیب رسانی کمتری به محیط زیست بهره مند می باشند .
- تحقیق در استفاده از سوخت و مواد خام به صورت مؤثر با استفاده از طراحی و تکنیک های قابل دسترس به منظور بهبود سیستم مدیریت فرایندها در صنعت سیمان کشور .
- استفاده از اصول مشترک جهت پایش ، مونیتورینگ و گزارش دهی بخش های کلیدی به ویژه ایمنی و بهداشت ، انتشارات به هوا (نسبت درصد مواد جایگزین، ذرات ، گازها و ....)
- کنترل مستمر و بهبود عملیات ایمنی و بهداشت ، زیست محیطی و کیفیت ، آموزش کارکنان با خط مشی ها و روش های مرتبط با نقش آنها
- ایجاد پروتکل واحد و منسجم Co2 جهانی در صنایع سیمان دنیا و کوشش جهت استقرار آن به منظور کاهش خروجی های گازهای گلخانه ای (GHG) و نتیجتا" جلوگیری از گرم شدن بی رویه هوای پیرامون کره زمین.

منابع :

1.*www.wbcsdcement.org*
2.www.Irancement.com
3.www.uan.ir
۴- رضایی،علی.شایان کیا،سعید.(۱۳۸۶).مقاله کاهش چشمگیر آلودگی هوا در کارخانه سیمان سپاهان با بهره گیری از تکنولوژی فیلترهای هیبریدی پیشرفته(AHF) . ماهنامه صنعت سیمان خرداد۱۳۸۶.
۵ - رضایی ، علی. (۱۳۸۰).بررسی شرایط پیاده سازی نظام مدیریت زیست محیطی بر اساس استاندارد ISO 14001 در شرکت سیمان سپاهان . پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع،گرایش مدیریت سیستم و بهره وری.
۶- گلشن آرا،نرگس.(۱۳۸۲).محیط زیست و توسعه پایدار.مجله محیط زیست شماره ۴۲ .سازمان حفاظت محیط زیست.
۷- رضایی،علی.شایان کیا،سعید.(۱۳۸۶).مقاله پایش و اندازه گیری گرد و غبار خروجی از دودکش تجهیزات غبارگیر کارخانه سیمان سپاهان به روش گراویمتری . ماهنامه سیمان فروردین ۱۳۸۶.
۸- رضایی،علی.شایان کیا ،سعید.(۱۳۸۵).مقاله دفع زیست محیطی تایرهای فرسوده در صنعت سیمان.مجله صنعت سیمان ماهنامه فروردین ۱۳۸۶ و ماهنامه سیمان اسفند ۱۳۸۵.
۹ - بروشورها و کاتالوگ های زیست محیطی شرکت سیمان سپاهان.