

بسمه تعالی

نقش تولید سیمانهای مخلوط در بهینه‌سازی مصرف انرژی در کشور

تهیه کنندگان:

مهندس سیف‌ا... گرجی

مهندس فرزاد امامی

مقدمه:

بدون تردید سیمان یکی از کالاهای مهم و استراتژیک کشور و جزء مهمترین مصالح ساختمانی برای ساخت و سازها اعم از سبک و سنگین بوده که در ساختمانهای کوچک یک طبقه گرفته تا سدهای عظیم و سایر طرحهای عمرانی بزرگ مورد مصرف قرار می گیرد.

مزایای نسبی تولید این کالا عبارتند از: وجود معادن غنی که تقریباً در عمده نقاط کشور پراکندگی مناسبی دارد ، سهولت دسترسی به انرژی ارزان ، موقعیت جغرافیایی کشور و دسترسی به آبهای آزاد و بازارهای منطقه و وجود نیروی انسانی تحصیل کرده و متخصص، سبب گردیده است که دولت در جهت توسعه و افزایش توان تولید این کالا در کشور ، رغبت بیشتری نسبت به سرمایه گذاری در این صنعت نشان دهد.

افزایش سریع جمعیت و در نتیجه نیاز به ساخت و ساز مسکن و همچنین اجرای طرحهای متعدد عمرانی باعث گردید تقاضای سیمان بر عرضه آن در کشور پیشی گرفته و در نتیجه جهت حل معضل افزایش تقاضا برای سیمان ، امر واردات از یک طرف و افزایش تولید داخلی از طرف دیگر در دستور کار دولت قرار گرفته است. از آنجائیکه واردات سیمان بدلیل وزن و حجم زیاد به سادگی امکانپذیر نیست و هزینه حمل و نقل آن بر حسب فاصله مبدأ تا مقصد می تواند بشدت متغیر باشد لذا تنها افزایش تولید داخلی معقول به نظر می رسد .

با توجه به سرمایه بر بودن و زمانبری بسیار زیاد ایجاد ظرفیتهای جدید تولید سیمان و نیز محدودیت منابع ، پرداختن به مقوله افزایش تولید سیمان از طریق بهبود عملکرد و بازده عوامل تولید و تولیدات متنوع با استفاده از افزودنیهای مناسب شیوه ای معقول به نظر می رسد .

از سوی دیگر نباید فراموش کرد که علی رغم پیش بینی نیاز کشور به میزان حداقل ۷۵ میلیون تن سیمان در سال ۱۴۰۰ (براساس نرخ رشد ۷٪ مصرف سرانه سیمان و پیش بینی جمعیت به میزان حداقل ۹۰ میلیون نفر) و ضرورت سرمایه گذاری در امر تولید سیمان به جهت پاسخگویی به نیازهای عمرانی کشور صنعت سیمان صنعتی است انرژی بر.

این صنعت به تنهایی حدود ۴-۳/۵٪ کل انرژی الکتریکی تولیدی در کشور را مصرف می‌نماید و حدود ۴۰٪ هزینه تولید سیمان به انرژی اختصاص دارد این صنعت سالانه حدود ۲۴ میلیون بشکه نفت خام تولیدی کشور را جهت تأمین مصارف انرژی به خود اختصاص می‌دهد .

از سوی دیگر صنعت سیمان با تولید گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ، از قبیل CO_2 , NOX , SO_2 و ... به عنوان یکی از صنایع آلوده کننده محیط زیست نیز شناخته شده است و هزینه های اجتماعی بسیار سنگینی را به لحاظ جبران خسارتهای فوق بر دولتها تحمیل می نماید بدیهی است که در چنین شرایطی یکی از نگرانی های اصلی صنعت سیمان تأمین منافع زیست محیطی و عدم تخریب محیط زیست می‌باشد .

اهمیت حفظ محیط زیست در برابر انواع آلودگی ها به میزانی است که تاکنون چندین پیمان بین المللی و بین منطقه ای نیز درباره آن بسته شده است و با انجام اقدامات اساسی از جمله در اروپا طی ۲۰

سال گذشته مقدار انرژی مصرفی برای تولید یک تن سیمان حدود ۳۰٪ کاهش یافته و متعاقب آن میزان آلاینده ها نیز کاهش یافته است .

یکی از استراتژیهای اساسی که صنعت سیمان کشور با اتخاذ آن علاوه بر افزایش میزان تولید قادر به کاهش میزان مصرف انرژی و کاهش میزان آلاینده ها می باشد ، تولید سیمانهای مخلوط است.

حال طرح تولید سیمان مخلوط را از زوایای مختلف مورد بررسی قرار می دهیم .

۱- سیمانهای مخلوط چیست؟

سیمانهای مخلوط به سیمانهایی اطلاق می شود که حاوی کلینکر سیمان پرتلند و برخی مواد افزاینده (Additive) هستند این مواد ممکن است طبیعی و یا مصنوعی باشند . برخی از این افزودنیهای مهم عبارتند از : پوزولان ، سرباره ، سنگ آهک ویژه و ... که طبق استاندارد ملی و بین المللی برحسب درصدی از کلینکر به آن اضافه و پس از خردایش در آسیابهای سیمان به سیمان مورد نظر تبدیل و مورد استفاده واقع می گردد.

۲- انواع سیمانهای مخلوط :

۲-۱- سیمان پرتلند روباره ای که دارای بیش از ۶۵٪ کلینکر پرتلند و کمتر از ۳۵٪ روباره ذوب آهن می باشد.

۲-۲- سیمان پرتلند پوزولانی (PPC) که دارای بیش از ۸۵٪ کلینکر پرتلند و کمتر از ۱۵٪ باقیمانده مواد آتشفشانی (پوزولان) است این نوع سیمان در ساختمانهای بتنی معمولی و در بیشتر مواردی که مقاومت متوسط در مقابل سولفاتها و حرارت هیدراتاسیون متوسط مورد نیاز باشد استفاده می گردد

۲-۳- سیمان پرتلند پوزولانی ویژه :

در این نوع سیمان ماده پوزولانی حدود ۱۵٪ تا ۴۰٪ وزن سیمان را تشکیل می دهد این سیمان دارای مشخصات عمومی زیر است و با نشانه (پ ، پ ، و) عرضه می گردد .

الف) حرارت ناشی از آبگیری آن کم است .

ب) در برابر املاح شیمیایی مقاوم است .

این سیمان معمولاً برای ساخت بتن های حجیم و مواردی که بتن با شرایط تهاجم شیمیایی روبرو است به کار می رود .

۲-۴- سیمان پرتلند آهکی (PKZ) که دارای بیش از ۸۰٪ کلینکر و کمتر از ۲۰٪ سنگ آهک

ویژه است این نوع سیمان در تهیه ملات و بتن ، در کلیه مواردی که سیمان پرتلند نوع ۱ بکار

می رود قابل استفاده است این سیمان دوام بتن را در برابر یخ زدن ، آب شدن ، و املاح یخ زدا و عوامل شیمیایی بهبودی می بخشد .

جدول ۱ - ویژگیهای فیزیکی انواع سیمانهای مخلوط

| انواع سیمان | | سیمان پرتلند P.C | سیمان پرتلند پوزولانی P.P.C | سیمان پرتلند پوزولانی ویژه | سیمان پرتلند آهکی (PKZ) | روش آزمون استانداردهای ملی |
|-------------------------------------|--------------|------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| سطح مخصوص cm^2/gr | | ۲۸۰۰ | ۳۰۰۰ | ۳۲۰۰ | ۳۲۰۰ | ۳۹۰ |
| انبساط آزمایش اتوکلاو (حداکثر) درصد | | ۰/۸ | ۰/۵ | ۰/۸ | ۰/۸ | ۳۹۱ |
| انقباض آزمایش اتوکلاو (حداکثر) درصد | | — | ۰/۲ | ۰/۱ | — | ۳۹۱ |
| ۳روزه | تاب | ۱۲۰ | ۱۰۰ | — | ۱۲۰ | ۳۹۳ |
| ۷روزه | فشاری | ۲۰۰ | ۱۷۵ | ۱۵۰ | ۲۰۰ | |
| ۲۸روزه | kg/cm^2 | ۳۲۵ | ۳۱۵ | ۲۷۵ | ۳۳۰ | |
| اولیه به دقیقه (حداقل) | زمان گیرش با | ۴۵ | ۶۰ | ۶۰ | ۷۵ | ۳۹۲ |
| نهایی به ساعت (حداکثر) | سوزن ویکات | ۶ | ۷ | ۷ | ۸ | |

امروزه در دنیا بیش از ۷۰ نوع سیمان متنوع با توجه به موارد کاربرد ویژه در سطح جهان تولید می‌شود که تعداد زیادی از این سیمانها را سیمانهای مخلوط تشکیل می‌دهد. سیمانهای مخلوط به سبب مزایای فراوان ذیل در دنیا به صورت گسترده ای تولید می‌شوند که عبارتند از :

- (۱) خواص کاربردی ویژه به منظور استفاده در محلهای خاص.
- (۲) کاهش مصرف انرژی الکتریکی و فسیلی بازااء هر تن تولید.
- (۳) کاهش میزان آلاینده‌گی (غبار + گازهای گلخانه ای) .
- (۴) کاهش قیمت تمام شده هر تن محصول.
- (۵) حذف آلاینده های جنبی صنایع فلزی و دیگر صنایع همچون روباره، میکروسیلیس، خاکستر و...
- (۶) کاهش و یا حذف سرمایه گذاری برای ایجاد ظرفیت جدید تولید کلینکر.
- (۷) کاهش و یا حذف هزینه های اجتماعی حاصل از آلاینده‌گی محیط زیست.
- (۸) افزایش تولید سیمان بدون انجام سرمایه گذاری کلان.

۳- سیمانهای مخلوط و آثار آن در صرفه‌جویی انرژی و محیط زیست

برای بررسی موضوع فوق، فرضیات ذیل را در نظر می‌گیریم.

الف) میزان تولید سیمان کشور در سال جاری معادل ۳۵ میلیون تن در نظر گرفته شده است.

ب) میزان تولید نهایی سیمان پس از کلیه افزایش ظرفیتهای و به ثمر رسیدن طرحهای توسعه در سال ۱۴۰۰ معادل ۱۰۰ میلیون تن در نظر گرفته شده است.

ج) ظرفیت خالی بخشی از آسیابهای سیمان کارخانجات سیمان کشور معادل ۱۰٪ کل ظرفیت ۳۵ میلیون تن در نظر گرفته میشود حال آنکه عملاً در تعدادی از کارخانجات ظرفیت خالی بیش از این مقدار است.

د) میزان مصرف مواد افزودنی به طور متوسط ۱۰٪ از کل تولید سیمان کشور معادل ۳/۵ میلیون تن در نظر گرفته شده است در حالیکه برخی از کارخانجات با تولید سیمانهای ویژه تا ۳۰٪ افزودنی استفاده می‌کنند.

هـ) میزان سرمایه‌گذاری لازم جهت احداث یک کارخانه ۳۳۰۰ تن در روز حدوداً ۱۳۰۰ میلیارد ریال در نظر گرفته شده است.

و) میزان مصرف انرژی فسیلی در کارخانجات سیمان کشور در شرایط موجود به طور متوسط

$850 \frac{kcal}{kgcli}$ و انرژی الکتریکی متوسط $100 \frac{kwh}{ton}$ و سهم مصرف در بخش آسیابهای سیمان $40 \frac{kwh}{ton}$ در نظر گرفته شده است.

کلیه محاسبات انجام شده براساس فرضیات فوق الذکر جهت ۲ دوره زمانی ارائه می شود .

الف (سال جاری (۱۳۸۵) بر مبنای تولید ۳۵ میلیون تن سیمان

ب (سال ۱۴۰۰ بر مبنای تولید ۱۰۰ میلیون تن سیمان

حال به بررسی موضوع تولید سیمانهای مخلوط و اهمیت آن بر مبنای ۳۵ میلیون تن سیمان و با فرض تولید ۱۰٪ سیمان مخلوط می پردازیم.

۳-۱- میزان انرژی مصرفی (حرارتی / الکتریکی) در سال ۱۳۸۵

با توجه به تولید ۳۵ میلیون تنی سیمان در سال جاری و براساس فرضیات ارائه شده ، تولید ۳/۵ میلیون تنی سیمان مخلوط ، مزایای تولید سیمان مخلوط بلحاظ انرژیهای حرارتی و الکتریکی و صرفه جوی نهایی به عمل آمده در جدول ذیل ارائه می گردد :

جدول ۲- میزان صرفه جویی حاصل از تولید سیمان مخلوط از طریق ۱۰٪ افزودنی در سال ۱۳۸۵

| میزان صرفه جوئی | عامل صرفه جوئی |
|----------------------|---|
| ۳,۳۹۵,۰۰۰ | کلینکر مورد نیاز (تن) |
| ۳۳۰,۳۳۳,۵۰۰ | سوخت مصرفی مورد نیاز (لیتر) |
| $۲/۱ \times ۱۰^۸$ | انرژی الکتریکی مورد نیاز (kwh) |
| $۳۹/۶ \times ۱۰^۹$ | هزینه سوخت مصرفی مورد نیاز (ریال) |
| $۲/۱ \times ۱۰^{۱۰}$ | هزینه انرژی الکتریکی مورد نیاز (ریال) |
| ۱,۹۹۵,۵۷۶ | معادل بشکه نفت خام (bbl) انرژی حرارتی |
| ۳۵۰,۰۰۰ | معادل بشکه نفت خام (bbl) انرژی الکتریکی |

۲-۳- میزان آلاینده‌گی محیط زیست

در جدول ذیل ، میزان کاهش آلاینده‌گی محیط زیست در اثر تولید سیمان مخلوط بر اساس ۱۰٪ افزودنی در سال ۱۳۸۵ ، (۳/۵ میلیون تن) ارائه می گردد .

جدول ۳- میزان کاهش آلاینده های محیط زیست ناشی از تولید ۳/۵ میلیون تن سیمان مخلوط

(تن)

| آلاینده های ناشی از | آلاینده های ناشی از مصرف | آلاینده های ناشی از مصرف |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|
| کل‌سیناسیون | برق | سوخت |
| ۲/۱۰۰/۰۰۰ | ۲۱۶/۶۸۰ | ۸۷۱/۷۲۶ |
| ۳/۱۸۸/۴۰۶ | | جمع کل آلاینده ها |

نکته : سه آلاینده اصلی صنعت سیمان عبارت است از CO , CO_2 , SO_2 , NOX

۳-۳- هزینه های اجتماعی

با توجه به اینکه در اثر ایجاد آلودگیهای زیست محیطی ناشی از صنعت سیمان اثرات مخربی بر روی انسانها ، گیاهان ، جانوران و اشیاء ایجاد می گردد که از مهمترین آنها می تواند ناراحتی های تنفسی ، خزان زودرس گیاهان ، تخریب آثار و ابنیه تاریخی باشد لذا جهت کمی نمودن این اثرات کیفی زیست محیطی از پارامتری به نام هزینه های اجتماعی (Social Cost) استفاده می شود به عبارت دیگر هزینه های اجتماعی عبارت است از میزان هزینه ای که باید صورت پذیرد تا اثرات تخریبی صنعت سیمان بر محیط زیست برطرف گردد .

بر اساس مطلب فوق‌الذکر میزان صرفه جوئی حاصله در هزینه های اجتماعی ناشی از تولید ۳/۵ میلیون تن سیمان را مورد بررسی قرار می دهیم .

جدول ۴- میزان کاهش هزینه‌های اجتماعی ناشی از تولید ۳/۵ میلیون تن سیمان مخلوط (ریال)

| هزینه های اجتماعی (ریال) | CO ₂ | SO ₂ | NO |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| انرژی حرارتی | $61/8 \times 10^9$ | 35×10^9 | $57/2 \times 10^9$ |
| انرژی الکتریکی | $15/2 \times 10^9$ | $2/33 \times 10^9$ | $5/83 \times 10^9$ |
| کلسیناسیون | $1/51 \times 10^{11}$ | — | — |
| جمع | $2/28 \times 10^{11}$ | $3/73 \times 10^{10}$ | $6/3 \times 10^{10}$ |
| جمع کل | $3/28 \times 10^{11}$ | | |

۴- نقش سیمان مخلوط در کاهش سرمایه‌گذاریهای جدید در صنعت سیمان

با توجه به اینکه در اثر اجرای طرح تولید سیمان مخلوط ، بدون اینکه نیاز به سرمایه گذاری جدیدی داشته باشیم ۳/۵ میلیون تن به میزان ظرفیت تولید سیمان کشور اضافه می گردد لذا براساس فرضیات ارائه شده می توان گفت به میزان $4/550 \times 10^{12}$ ریال در انجام سرمایه گذاریها صرفه جویی به عمل آمده است.

۵- نقش سیمان مخلوط در کاهش سرمایه‌گذاریهای جدید در صنعت برق

با توجه به اینکه در اثر اجرای طرح تولید سیمان مخلوط، بدون اینکه نیاز به سرمایه‌گذاری جدیدی داشته باشیم ۳/۵ میلیون تن به میزان ظرفیت تولید سیمان کشور اضافه می‌گردد. از سوی دیگر با توجه به اینکه بطور متوسط برای هر کارخانه یک میلیون تنی حدود 20MW دیمانه قراردادی مورد نیاز می‌باشد، لذا جهت کارخانه‌ای معادل ۳/۵ میلیون تن، حداقل حدود 60MW دیمانه قراردادی مورد نیاز می‌باشد که این امر باید از سوی وزارت نیرو تأمین گردد. با توجه به اینکه بطور

متوسط جهت تأمین هر KWh حدود \$ ۱۰۰ نیاز به سرمایه گذاری اولیه می باشد (جهت نصب و راه اندازی نیروگاهها) پس وزارت نیرو جهت تأمین 60MW به \$ ۶,۰۰۰,۰۰۰ سرمایه گذاری اولیه نیاز دارد که با توجه به اجرای طرح تولید سیمان مخلوط از این امر اجتناب می گردد.

از سوی دیگر پرهیز از خرید 60MW دیمانه قراردادی از سوی کارخانجات سیمان باعث می گردد از پرداخت هزینه خرید دیمانه که عبارتست از $10000 \frac{\text{Rial}}{\text{KWh}}$ اجتناب می گردد.

$$60\text{MW} \times 10000 \frac{\text{Rial}}{\text{KWh}} = 600 \times 10^6 \frac{\text{Rial}}{\text{mon}}$$

$$600 \times 10^6 \frac{\text{Rial}}{\text{mon}} \times 12 \frac{\text{mon}}{\text{year}} = 7.2 \times 10^9 \frac{\text{Rial}}{\text{year}}$$

به عبارت دیگر از پرداخت $10^9 \times 7/2$ ریال نیز به طور سالانه پرهیز می گردد و این امر در نهایت منجر به حفظ منافع ملی و پرهیز از مصرف بی رویه مؤلفه های انرژی می گردد.

حال در جدول ذیل به طور خلاصه صرفه جوئیهای به عمل آمده ناشی از تولید ۳/۵ میلیون تن سیمان مخلوط در سال ۱۳۸۵ را مورد بررسی قرار می دهیم:

جدول ۵- کل صرفه جوئی های ناشی از تولید ۳/۵ میلیون تن سیمان مخلوط در سال ۱۳۸۵

| بشکه نفت خام | سال / ریال | صرفه جوئی در صنعت سیمان کشور |
|--------------|--------------------|---------------------------------|
| سال | | |
| | $39/6 \times 10^9$ | سوخت مصرفی |
| ۱/۷۱۰/۴۹۶ | 21×10^9 | انرژی الکتریکی |
| ۵۰۰/۰۰۰ | $1/4 \times 10^9$ | بهبود مصرف انرژی |
| | 328×10^9 | هزینه های اجتماعی |
| | 4550×10^9 | سرمایه گذاری جدید در صنعت سیمان |
| | 60×10^9 | سرمایه گذاری جدید در صنعت برق |
| | $7/2 \times 10^9$ | پرداخت هزینه دیماند |
| ۲/۲۱۰/۴۹۶ | 5007×10^9 | جمع کل |

ب) حال به بررسی موضوع تولید سیمانهای مخلوط و اهمیت آن در سال ۱۴۰۰ بر مبنای ۱۰۰ میلیون تن سیمان و با فرض تولید ۱۰٪ سیمان مخلوط می پردازیم .

۶- میزان انرژی مصرفی (حرارتی / الکتریکی) در سال ۱۴۰۰

با توجه به تولید ۱۰۰ میلیون تنی سیمان در سال ۱۴۰۰ و براساس فرضیات ارائه شده ، تولید ۱۰ میلیون تنی سیمان مخلوط ، مزایای تولید سیمان مخلوط بلحاظ صرفه جوئی در انرژیهای حرارتی و الکتریکی در جدول ذیل ارائه می گردد :

جدول ۶- میزان صرفه جوئی حاصل از تولید سیمان مخلوط به میزان ۱۰٪ در سال ۱۴۰۰

| میزان صرفه جوئی | عامل صرفه جوئی |
|----------------------|---|
| ۹/۷۰۰/۰۰۰ | کلینکر مورد نیاز (تن) |
| $۹/۴ \times ۱۰^۸$ | سوخت مصرفی مورد نیاز (لیتر) |
| ۶×۱۰^۸ | انرژی الکتریکی مورد نیاز (kwh) |
| $۱/۳ \times ۱۰^{۱۱}$ | هزینه سوخت مصرفی مورد نیاز(ریال) |
| ۶×۱۰^{۱۰} | هزینه انرژی الکتریکی مورد نیاز (ریال) |
| $۵/۷ \times ۱۰^۶$ | معادل بشکه نفت خام(bbl)انرژی حرارتی |
| ۱×۱۰^۶ | معادل بشکه نفت خام (bbl) انرژی الکتریکی |

۷- میزان آلایندهی محیط زیست :

در جدول ذیل میزان کاهش آلایندهیهای محیط زیست در اثر تولید سیمان مخلوط به بر اساس ۱۰٪ افزودنی در سال ۱۴۰۰ (۱۰ میلیون تن) ارائه می گردد .

جدول ۷ - میزان کاهش آلاینده های محیط زیست ناشی از تولید ۱۰ میلیون تن سیمان مخلوط

(تن)

| آلاینده های ناشی از کلسیناسیون | آلاینده های ناشی از مصرف برق | آلاینده های ناشی از مصرف سوخت |
|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| ۶,۰۰۰,۰۰۰ | ۶۱۹,۰۸۶ | ۲,۴۹۰,۶۴۷ |
| ۹,۱۰۹,۷۳۳ | | جمع کل آلاینده ها |

نکته : سه آلاینده اصلی صنعت سیمان عبارت است از CO_2 , SO_2 , NO_x

۸- میزان هزینه های اجتماعی :

جدول ۸ - میزان کاهش هزینه های اجتماعی ناشی از تولید ۱۰ میلیون تن سیمان مخلوط (ریال)

(

| هزینه های اجتماعی(ریال) | CO_2 | SO_2 | NO_x |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| انرژی حرارتی | 177×10^9 | 102×10^9 | 164×10^9 |
| انرژی الکتریکی | 45×10^9 | $7/2 \times 10^9$ | $18/1 \times 10^9$ |
| کلسیناسیون | $43/98 \times 10^{10}$ | — | — |
| جمع | $65/9 \times 10^{10}$ | $10/9 \times 10^{10}$ | $18/2 \times 10^{10}$ |
| جمع کل | $95/10 \times 10^{11}$ | | |

۹- نقش سیمان مخلوط در کاهش سرمایه گذاریهای جدید در صنعت سیمان

با توجه به اینکه در اثر اجرای طرح تولید سیمان مخلوط ، بدون اینکه نیاز به سرمایه گذرای جدیدی داشته باشیم ۱۰ میلیون تن به میزان ظرفیت تولید سیمان کشور اضافه می گردد لذا براساس فرضیات ارائه شده می توان گفت میزان 13×10^{12} ریال در انجام سرمایه گذاریها صرفه جویی به عمل آمده است

۱۰- نقش سیمان مخلوط در کاهش سرمایه گذاریهای جدید در صنعت برق

با توجه به اینکه در اثر اجرای طرح تولید سیمان مخلوط، بدون اینکه نیاز به سرمایه گذاری جدیدی داشته باشیم ۱۰ میلیون تن به میزان ظرفیت تولید سیمان کشور اضافه می گردد از سوی دیگر با توجه به اینکه بطور متوسط برای هر کارخانه یک میلیون تنی حدود 20 MW دیمانه قراردادی مورد نیاز می باشد لذا جهت کارخانه ای معادل ۱۰ میلیون تن، حداقل ۱۸۰ دیمانه قراردادی مورد نیاز می باشد که این امر باید از سوی وزارت نیرو تأمین گردد با توجه به اینکه بطور متوسط جهت تأمین هر kwh حدود ۱۰۰ دلار به سرمایه گذاری اولیه می باشد (جهت نصب و راه اندازی نیروگاه ها) پس وزارت نیرو جهت تأمین ۱۸۰ MW به ۱۸/۰۰۰/۰۰۰ دلار سرمایه گذاری اولیه نیاز دارد که با توجه به اجرای طرح تولید سیمان مخلوط از این امر اجتناب می گردد.

از سوی دیگر پریور از خرید ۱۶۰ MW دیمانه قراردادی از سوی کارخانجات باعث می گردد از

پرداخت هزینه خرید دیمانه که عبارتست از 10000 Rial/KWh اجتناب می گردد.

$$180 \text{ MW} \times 10000 \text{ Rial/KWh} = 1.8 \times 10^9 \text{ Rial/mon}$$

$$1.8 \times 10^9 \text{ Rial/mon} \times 12 \text{ mon/year} = 21.6 \times 10^9 \text{ Rial/year}$$

بعبارت دیگر از پرداخت $21.6 \times 10^9 \text{ Rial}$ نیز بطور سالانه پرهیز می گردد و این امر در نهایت

منجر به حفظ منافع ملی و پرهیز از مصرف بی رویه مؤلفه های انرژی می گردد.

حال در جدول ذیل به طور خلاصه صرفه جوئیهای به عمل آمده ناشی از تولید ۱۰ میلیون تن

سیمان مخلوط در سال ۱۴۰۰ را مورد بررسی قرار می دهیم :

جدول ۹- کل صرفه جوئی های ناشی از تولید ۱۰ میلیون تن سیمان مخلوط در سال ۱۴۰۰

| بشکه نفت خام | سال / ریال | صرفه جوئی در صنعت سیمان کشور |
|--------------|----------------------|------------------------------|
| ۵,۷۰۱,۶۵۳ | $113/35 \times 10^9$ | سوخت مصرفی |
| ۱,۶۶۷,۰۰۰ | 60×10^9 | انرژی الکتریکی |
| - | 4×10^9 | بهبود مصرف انرژی |

| | | |
|------------------------------------|----------------------|----------|
| هزینه‌های اجتماعی | 9510×10^9 | - |
| سرمایه‌گذاری جدید در صنعت سیمان | 13000×10^9 | - |
| سرمایه‌گذاری جدید در صنعت برق | 180×10^9 | - |
| پرداخت هزینه دیماند | $21/6 \times 10^9$ | - |
| جمع کل | $2/3 \times 10^{12}$ | ۷,۳۶۸۶۵۳ |

حال اگر فرض کنیم میزان تورم سالانه ایران برابر ۱۵٪ باشد میزان صرفه جوئی های به عمل آمده در صنعت سیمان به طور قابل توجهی بهبود می یابد. و به رقم $10^{14} \times 1/85$ ریال می رسد.

نتیجه گیری

هر چند ممکن است چشم انداز بیان شده برای سال ۱۴۰۰ برای تولید سیمان مخلوط در کشور بر اساس ۱۰٪ از کل تولیدات سیمان در کارخانجات سیمان کشور آرمانی به نظر برسد، لیکن تجربه تولید سیمانهای آمیخته در تعدادی از کارخانه های سیمان کشور نشان می دهد این امر قابل دسترسی خواهد بود. تنها لازم است در بخش پژوهشی و مهندسی سرمایه گذاری ویژه (و البته اندک در مقایسه با دیگر هزینه های کارخانجات) صورت پذیرد.

همانطور که به طور مفصل بیان شد تولید و مصرف سیمانهای آمیخته در درجه اول به سبب مزایای کاربردی و در درجه دوم به دلیل مزایای اقتصادی و اجتماعی از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده و لذا ضرورت دارد تولید و توزیع این سیمانها توسط کارخانجات سیمان با ایجاد فضای فرهنگی مناسب در اولویت قرار گیرد. برای انجام اقدامات لازم در این زمینه پیشنهادات ذیل ارائه می گردد.

الف- در حال حاضر با توجه به پتانسیل موجود امکان استفاده از یک یا چند افزودنی از افزودنیهای مختلف شامل سنگ آهک، پوزولان، سرباره و ... در کلیه کارخانجات کشور وجود دارد. لذا پیشنهاد می گردد مطالعه جامعی در مورد هر یک از کارخانه های کشور از دیدگاه توان بکارگیری افزودنیهای بیان شده انجام شود.

ب- لازم است به طور همزمان کارخانه های سیمان کشور از دیدگاه توان فرایندی برای تولید سیمانهای آمیخته مورد بررسی قرار گیرند.

ج- به منظور تداوم تولید، فروش و ترویج فرهنگ مصرف بهینه سیمانهای آمیخته، لازم است سیستم پشتیبانی محصول (مهندسی فروش) در کلیه کارخانه ها تشکیل و به شکل سازماندهی شده فعالیت نماید.

- د- کلیه طرحهای توسعه و کارخانه های جدید طراحی فرایند خود را به گونه ای انجام دهند که امکان تولید و فروش مستمر این سیمانها فراهم گردد.
- ه- هولدینگهای تولید کننده سیمان و وزارت صنایع برای تولید این سیمانها جایگاه ویژه ای را در ارزیابی عملکرد شرکتهای تولید کننده سیمان ایجاد نمایند و شاخصهای مشخصی را برای این ارزیابی تعریف نموده و هر سال بر اساس همین شاخصها عملکرد شرکتهای را بررسی نمایند.

پیشنهادهات:

پیشنهاد می گردد تولید سیمانهای مخلوط به دلایل:

- ۱- کاهش میزان انرژی (حرارتی و الکتریکی) مصرفی
 - ۲- کاهش میزان آلاینده‌گی محیط زیست
 - ۳- دستیابی به تولید بالاتر بدون نیاز به سرمایه گذاری جدید
 - ۴- پاسخگویی به نیاز مشتریان بر اساس کیفیت ویژه محصول نهایی
- بعنوان یک اقدام ملی از سوی کلیه کارخانجات سیمان کشور تلقی گردد و اقدامات لازم در زمینه تولید سیمانهای مخلوط با ملحوظ داشتن روش سیستماتیک زیر اقدام شود.
- پروژه ای مطالعاتی در خصوص طرح امکان پذیری تولید سیمانهای مخلوط در کل کشور برای تک تک کارخانجات سیمان بر مبنای پراکندگی جغرافیائی و دسترسی به مواد افزودنی تعریف و انجام شود. سپس هر کارخانه بر اساس مطالعات فوق الذکر بر اساس روش پیشنهادی زیر نسبت به تولید سیمان مخلوط اقدام نماید.

۱- مطالعات اولیه در زمینه خواص و ویژگی ها ، کارهائی که دیگران نموده اند ،

ضرورت تولید در کشور

۲- طراحی و تولید آزمایشگاهی

۳- طراحی و تولید نیمه صنعتی

۴- همکاری با موسسه استاندارد و تدوین استاندارد ملی ایران

۵- تولید انبوه و ارائه به مصرف کنندگان مورد نظر

۶- انجام تغییرات در خطوط تولید کارخانه به لحاظ تکنولوژیکی

۷- بازار یابی و بازار سازی محصول از طریق مهندسی - پشتیبانی کیفیت

۸- دریافت بازخورد محصولات از بازار و انجام اصلاحات در محصولات

۹- انجام فعالیت های پشتیبانی کیفی و مهندسی بطور مستمر

۱۰- فرهنگ سازی در بین مصرف کنندگان