بسم الله الرحمن الرحیم

ماهنامه علمی تخصصی
فناوری سیمان

■ **سرمقاله** ۲

■ **تحلیل تنش قسمت خروجی کوره‌ی دوار سیمان بهبهان** ۳
دکتر عباس رهی، مهندس ایمان حاجی نژاد، دکتر ابراهیم حاجی دولو، دانشکده مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز

■ **گیربکس‌ها در صنعت سیمان (بخش دوم: ساخت و طراحی چرخ‌دنده‌ها)** ۹
مهندس علیرضا نشاطی، شرکت سیمان تهران

■ **شاخص‌های انتشار گازهای آلوده به غبار** ۲۱
مورد نیاز برای طراحی غبارگیرهای صنعت سیمان
مهندس یاس سامی، کارشناس محیط زیست

■ **تکنولوژی تولید در کارخانه سیمان برای واحدهای خشک** ۳۱
(بخش شانزدهم: احتراق و فرآیندهای انتقال حرارت)
مهندس ابراهیم چشمه‌وزانی، مهندس حسین چهرگانی، شرکت سیمان تهران

■ **گفت و گوی اختصاصی با مهندس کتیبه، مدیر مجتمع شرکت سیمان شرق** ۴۱

■ **نکاتی چند در خصوص نحوه‌ی نگارش مقالات علمی** ۴۹
مهندس سجاد چهرگانی، کارشناسی ارشد نانو تکنولوژی

■ **گزارش جهانی سیمان** (بر اساس ویرایش نهم **Tha Global Cement Report** سال ۲۰۱۰) ۵۱
مهندس محمد نصیری، شرکت سیمان صوفیان

■ **تأثیر خازن بر شبکه‌های توزیع و اثرات آن بر جریان‌های الکتروموتور در صنایع سیمان** (بخش اول) ۵۴
مهندس امیر نظام آذرشب، شرکت سیمان تهران

■ **گزارشی از برگزاری سمینار تخصصی سیستم‌های WHRG، توسط شرکت خدمات مهندسی راهبرد صنعت** ۵۹

■ **کاربرد فراگیر رولرپرسها در صنایع کانی دنیا** ۶۵
مهندس محسن یعقوبی، شرکت سیمان نهاوند، مهندس فریدون رحمانی، شرکت سیمان یاسوج

■ **معرفی رولرپرس هیدرولیکی و نقش آن در کاهش مصرف انرژی** ۷۳
سید هاشم سیدزاده، محمد میامی، سیمان قاین

■ **به‌کارگیری شش سیگما در نظام تعمیرات ونگهداری** ۷۷
دکتر علیرضا شهرکی، عضو هیئت علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان
مهندس امید ستوده، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع

■ **گزارشی از حضور شرکت فوکس لوبریتک آلمان در سمینار فنی-تخصصی کمپانی GEBR.PFEIFFER** ۸۹

■ **مدیریت منابع انسانی** (بخش اول) ۹۳
مهندس نجمه قاسمی‌نژاد، کارشناس مهندسی صنایع، سیمان کنگان

■ **برگزاری اولین دوره آموزشی تخصصی نسوز ایران** ۹۹
شرکت مهندسی و قطعات سیمان ایران

■ **خبرهای صنعت سیمان** ۱۰۲

■ **همایش‌ها و نمایشگاه‌ها** ۱۲۱

■ **وندور لیست** ۱۲۹

- مطالب و مقالات مندرج در نشریه لزوماً نقطه نظر ماهنامه فن‌آوری سیمان محسوب نمی‌شود.
- مقالات چاپ شده در این نشریه مورد داوری قرار می‌گیرد.
- نقل مطلب با ذکر ماخذ آزاد است
- نشریه در اصلاح و کوتاه کردن مطالب و مقالات رسیده و ویرایش آنها مجاز است.
- مقالات رسیده عودت داده نمی‌شود.

سال ششم / شماره ۴۲ / تیرماه ۱۳۹۰

صاحب امتیاز و مدیر مسئول:
حسین چهرگانی

همکاران اجرایی:
شهره نوری
مهدی مریخی فرشباف
سمیرا نوری
ناهید مرادی
شاهین فرخی فرید
غزل نوری

بازرگانی و تبلیغات: ۹۰ - ۸۸۵۳۹۷۸۹
cementtm@hotmail.com

ارتباط مستقیم با مدیر مسئول: ۳۳۴۲۱۲۳۲
E-mail: cement_technology@yahoo.com
web: www.cementechnology.ir

دفتر اجرایی: خیابان بهشتی، خیابان کاووسی‌فر، کوچه آریاوطنی، پلاک ۵، واحد ۱۱
تلفن: ۸۸۵۳۹۷۸۸

سخن آغازین

چاپ کتاب‌های تخصصی در حوزه صنعت سیمان با مشکلات فراوانی همراه است، به گونه‌ای که ناشرین به دلیل وجود مخاطبین خاص و محدود و اقتصادی نبودن تیراژ و فروش این گونه کتاب‌ها، از چاپ آنها امتناع نموده و یا از خود نویسنده درخواست سرمایه گذاری برای چاپ و نشر آن می‌نمایند. یعنی نویسنده نه تنها بابت زحمات خود جهت تألیف یا ترجمه کتاب، مبلغی دریافت نمی‌نماید، بلکه بایستی هزینه‌های تمام یا بخشی از چاپ کتاب را نیز بپردازد! این موضوع انگیزه‌های مهندسین و محققین را برای تألیف یا ترجمه کتاب‌های تخصصی صنعت سیمان از بین خواهد برد که برای صنعتی با این وسعت و عظمت، ناخوشایند خواهد بود. به همین دلیل در صنعت سیمان ایران با قدمتی حدود هشتاد سال و با حضور موثر متخصصین بزرگ در عرصه‌های مختلف آن، به جز تعداد انگشت شماری کتاب تخصصی، انتشار نیافته است. محرک نویسندگان این کتب نیز جز عشق و علاقه وافر، چیز دیگری نبوده است و حتی علاوه بر تقبل تمام زحمات و مرارت‌های آن، در مسیر چاپ دسترنج خود، نیز متحمل ناملایماتی شده و از حمایت درخوری بهره‌مند نشده‌اند.

ماهنامه فناوری سیمان در نظر دارد برای حمایت از نشر دانش فنی و تخصصی در حوزه صنعت سیمان در سال ۱۳۹۰ سرمایه گذاری و اقدامات لازم برای چاپ پنج عنوان کتاب تخصصی را تقبل نماید. امید است با استعانت از خداوند متعال بتوانیم قدم‌های کوچکی در انتشار دانش فنی در حوزه صنعت سیمان برداریم و این مسیر را برای سال‌های آتی نیز به طور مستمر ادامه دهیم.

در این راه، به همیاری و رهنمود همه بزرگان این صنعت نیازمندیم.

حسین چهرگانی
مدیر مسئول

تحلیل تنش قسمت خروجی کوره‌ی دوار سیمان بهبهان

مقاله

تهیه و تنظیم:

- دکتر عباس رهی، استادیار گروه مکانیک، دانشکده‌ی مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز
- مهندس ایمان حاجی نژاد، دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مکانیک، دانشکده‌ی مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز
- دکتر ابراهیم حاجی دولو، دانشیار گروه مکانیک، دانشکده‌ی فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

چکیده:

کوره‌ی دوار سیمان در اثر بارهای اعمالی بر آن تحت تنش‌های مختلفی قرار دارد؛ به نحوی‌که در ناحیه‌ی خروجی دچار ترک و گسیختگی می‌شود. در این تحقیق، پارامترهای مؤثر بر میزان تنش و ایجاد ترک در منطقه‌ی خروجی کوره با استفاده از آنالیز المان محدود مورد بررسی گرفته شده است. از آنجایی‌که عوامل مؤثر بر ایجاد تنش در کوره می‌تواند ناشی از دمای بالای بدنه و همچنین اعمال نیروهای خارجی بر مجموعه باشد، ابتدا اثرات تنش‌های حرارتی بر کل کوره ناشی از انتقال حرارت جابجایی و تشعشع حرارتی در حالت پایدار ارزیابی شده و سپس اثرات نیروهای خارجی ناشی از بارهای وارده مثل کوپل پیچشی، نیروهای تکیه‌گاه، نیروی گرانشی و سرعت دورانی، به‌عنوان بارهای سازه‌ای بر مجموعه مورد بررسی قرار می‌گیرد. ملاحظه‌ی نتایج نشان می‌دهد که تنش در منطقه‌ی خروجی کوره، از تنش تسلیم کمتر می‌باشد، لذا هیچ‌گونه ترکی ایجاد نخواهد شد؛ ولی از آنجایی‌که در این منطقه مواد پخته شده دارای سختی بالایی است، به‌مرور زمان سایش و خوردگی زیادی در لایه‌های آجر نسوز جداره و پوشش آن مشاهده می‌شود. نتایج محاسبات نشان می‌دهد که در اثر کاهش ضخامت لایه‌های نسوز، تنش در قسمت خروجی کوره از مقدار مجاز بیشتر می‌شود که این مسأله سبب ایجاد و رشد ترک در این محل خواهد گردید. این نتایج با آنچه که در واقعیت اتفاق می‌افتد، مطابقت دارد.

کلمات کلیدی: کوره‌ی دوار، تحلیل تنش، انتقال حرارت، مدل‌سازی، منطقه‌ی خروجی کوره‌ی دوار

۱- مقدمه

مهم‌تریـــن بخش فرآیند تولید ســـیمان مربوط به کوره‌های سیمان می‌باشد که عمل پخت و تبدیل مواد خام به کلینکر در آن صورت می‌گیرد. کوره‌های دوار صرفاً یک قطعه لوله‌ی چرخان بر روی چند غلتک نیست؛ بلکه مجموعه‌ای از تجهیزات هستند که با دقت فراوان مونتاژ، تنظیم و تراز شده‌اند. این دستگاه‌ها به‌علت پیچیدگی و حساســیت اجزاء، در برابر تأثیــرات خارجی مانند انحراف پایه‌ها، غلتک‌ها و غیره و تأثیرات داخلی مانند تشــکیل رینگ و کوتینگ و یا داغ شدن زیاد بدنه، بسیار ضربه‌پذیر بوده و این عوامل می‌توانند به خارج شــدن کــوره از حالت تنظیم و تراز[1] منجر شود. در سال ۲۰۰۱، مارتینز[2] و همکارانش از بخش مهندسی شــیمی دانشــگاه فدرالی دی مینازگرایی برزیل روی مدل‌سازی و شبیه‌ســازی کلسینه شدن کک نفتی در کوره‌های دوار تحقیق کردند [۱]. دیاز[3] و همکارانش در سال ۲۰۰۱ طراحی و تجزیه و تحلیل عناصر محدود یک چرخه‌ی ســیمانی مرطوب کوره‌ای چرخان را تحلیل نمودنــد [۲]. ماریز[4] و همکارانش در ســال ۲۰۰۵ مدل‌ســازی عددی کوره‌ی گــردان در فرآیندهای بازیابی آلومینیوم را بررســی نمودند [۳]. شــروع فرآیند رشد ترک در دمای بالا به واســطه‌ی پارامتر Q^* توسط یوکوبوری[5] و سوگیورا[6] در ســال ۲۰۰۶ از دانشگاه توکوهو انجام شد [۴]. پلاک[7] در سال ۲۰۰۵، رشد کوتاه ترک در تنش الاستیک و طول عمر خستگی را تحقیق کرد [۵]. پازند[8] و همکارانش شبیه‌سازی و رفتار مکانیکی کوره‌ی گردان سیمان با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی را در سال ۲۰۰۹ مطالعه و تحقیق نمودند [۶].

کوتینگ عبارت اســت از مقداری کلینکــر یا ذرات غبار داخل کوره که به‌صورت مایع یا خمیر درآمده‌اند و با نزدیک شــدن به بدنه‌ی کوره بر روی آجر می‌چســبد و به‌صورت جامد در می‌آیند.

1-Run out
2- Martins
3- Diaz
4- Marias
5- Yokobori
6- Sugiura
7- Pola´k
8- Pazand

۲- مدل‌سازی کوره‌ی دوار سیمان بهبهان

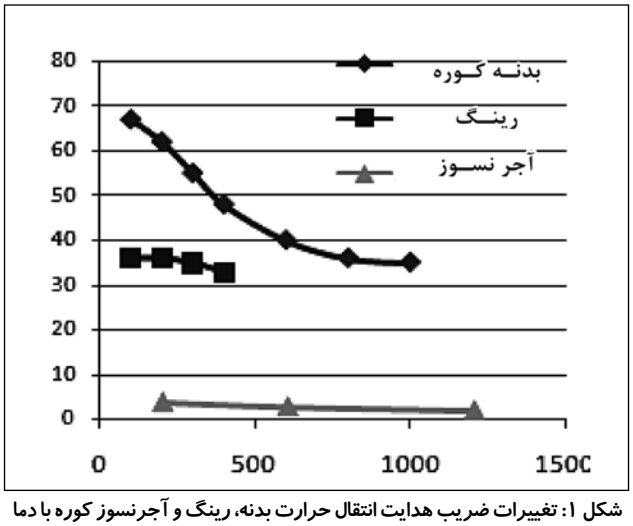
طول کوره‌ی سیمان بهبهان ۶۴ متر می‌باشد و محدوده‌ای که مورد بررسی قرار می‌گیرد ۷/۴ متر از انتهای کوره است و این منطقه دارای ضخامت‌های ۵۰، ۴۰ و ۵۰ میلیمتــر می‌باشد. در این قســمت رینــگ شــماره‌ی یــک کــه روی دو غلتــک با زاویه‌ی ۳۰ درجــه قرار دارد و قطر داخلــی کوره ۴/۲۰ متر، درون کــــوره‌ی آجــر نســــوز به ضخامــت ۰/۲ متر و پس از آن آجــر نســــوز کوتینگ به ضخامت ۰/۳ متر و در این منطقه مشــعــل کــوره به ظرفیت ۴۲۱۳۴ kW قرار گرفته است. شعاع داخلی رینگ ۲/۱۵ متر، شعاع خارجی ۲/۴۷ متر و عرض رینگ ۰/۶۴ متر می‌باشد. جدول ۱ مشخصات کوره‌ی سیمان بهبهان را نشان می‌دهد.

نوع جنس قســمت‌های مختلف متفاوت اســت که حتی با دما نیز تغییر می‌کند. (جدول ۲)

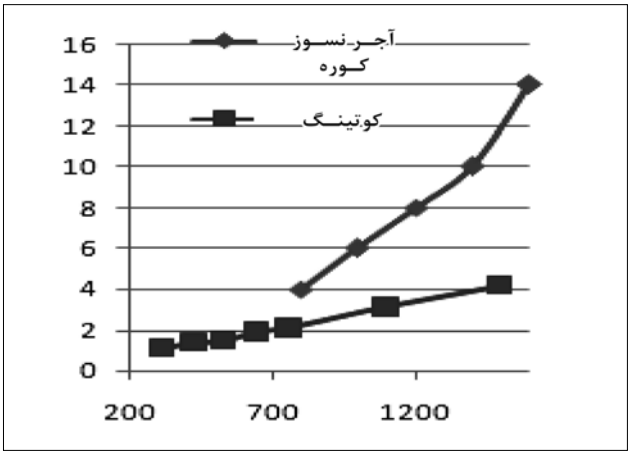
مشخصات حرارتی شامل ضریب هدایت حرارتی و ضریب تغییرات طولی در شکل‌های ۱ و ۲ ملاحظه می‌گردد.

جدول ۱: مشخصات کوره‌ی سیمان بهبهان

اندازه	جمع	واحدها
طول واقعی	۶۴	متر
قطر داخلی	۴/۲	متر
تعداد رینگ‌ها	۳	عدد
شیب	۴	٪



شکل ۱: تغییرات ضریب هدایت انتقال حرارت بدنه، رینگ و آجرنسوز کوره با دما

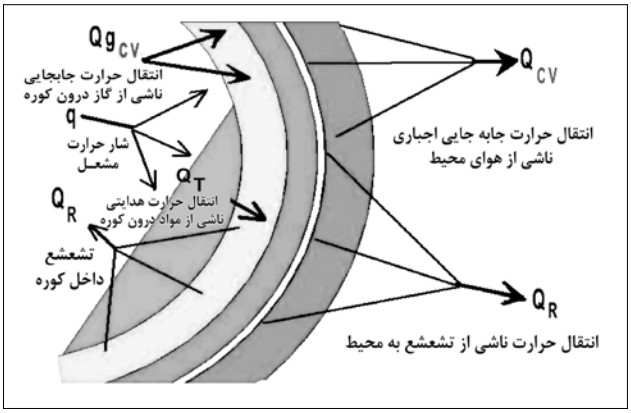


شکل ۲: تغییرات ضریب طولی آجر نسوز و کوتینگ درون کوره با دما

۲-۱- المان‌های حرارتی و سازه‌ای در نرم‌افزار ANSYS شامل Solid structural 95 و Solid thermal 90

این المان یک المان سه‌بعدی ۲۰ گره‌ای بوده که دارای ۸ گره در گوشه‌ها و ۱۲ گره در وسط اضلاع می‌باشد. هر گره از این المان دارای سه درجه آزادی در جهات X، Y و Z است. پس از مشخص نمودن جنس هر لایه، جهت تحلیل حرارتی برای شبکه‌بندی مدل کوره‌ی سیمان از المان Solid Thermal 90 استفاده می‌شود. خصوصیت این المان، تحلیل حرارتی می‌باشد. پس از اعمال شرایط مرزی حرارتی و تعیین نوع تحلیل (پایدار یا گذرا) فایل تحلیل حرارتی ذخیره می‌شود. (شکل ۳)

تحلیل مجموعه‌ی کوره با اعمال شرایط مرزی حرارتی حاصل می‌گردد و شرایط مرزی حرارتی مطابق شکل ۳ مشخص شده است. حال به بررسی کلیه‌ی پارامترها پرداخته می‌شود.



شکل۳: شرایط مرزی حرارتی وارده بر کوره‌ی سیمان

الف- Q_T: حرارت منتقل شده‌ی ناشی از دمای مواد خام پخته شده‌ی موجود در کوره‌ی سیمان که دارای دمای ورودی ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد و دمای خروجی ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد می‌باشد.

ب- Q_{gcv}: از آنجایی‌که جریان گاز با دمای ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد در داخل کوره حرکت می‌کند، یک انتقال حرارت از طریق جابجایی بر مجموعه‌ی داخلی کوره وارد می‌شود. مقدار h (ضریب جابجایی) از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

$$h = 0.46 \frac{Kg}{D_e} Re_D^{0.535} Re_w^{0.104} \eta^{-0.341}$$

ج- q: شار حرارتی مشعل ورودی کوره‌ی سیمان می‌باشد.

د- Q_R: میزان انتقال حرارت از طریق تابش سطح که در داخل کوره و در خارج از کوره اتفاق می‌افتد، می‌باشد که از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$Q = \sigma A \in (T_s^4 - T^4)$$

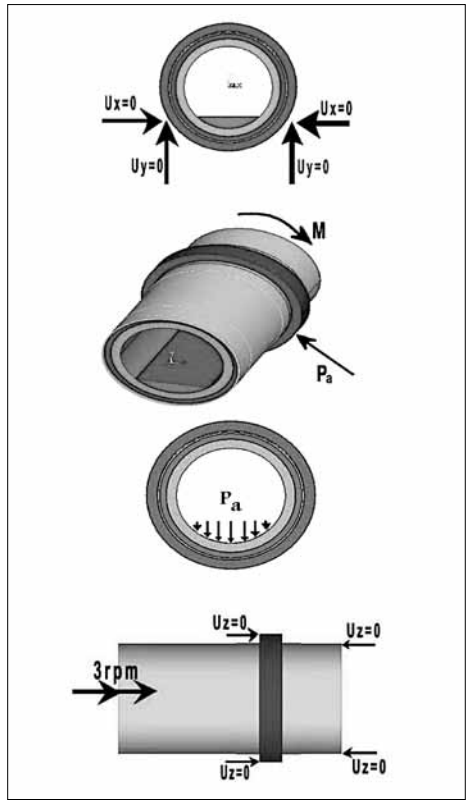
ه - Q_{cv}: انتقال حرارت از طریق جابجایی هوا روی سطح خارجی کوره در شرکت سیمان بهبهان است. این منطقه توسط فن‌هایی با جابجایی اجباری خنک می‌گردد. روابط زیر جهت تعیین مقدار ضریب جابجایی گرمایی به‌صورت تابع به نرم‌افزار داده می‌شود:

$$Q_{cv} = hA(T_e - T_0).$$

$$Nu_m = 0.3 + \frac{0.62 Re_D^{\frac{1}{2}} Pr^{\frac{1}{3}}}{\left[1 + \left(\frac{0.4}{pr}\right)^{\frac{2}{3}}\right]^{\frac{1}{4}}} \left[1 + \left(\frac{Re_D}{28200}\right)^a\right]^b$$

پس از اعمال این‌گونه شرایط مرزی حرارتی به مجموعه‌ی کوره، تحلیل حرارتی از نوع پایدار[1] تابع دمایی مجموعه به‌دست می‌آید که این فایل را حرارتی ذخیره می‌نمائیم. حال نوع المان حرارتی باید به المان سازه تبدیل گردد. پس المان Solid Thermal 90 را به المان Solid structural 95 تبدیل و شرایط مرزی سازه‌ای را به مجموعه اعمال می‌کنیم

1- Steady- state



شکل ۴: شرایط مرزی سازه‌ای وارده بر کوره‌ی سیمان

الف) اولین شـــرایط مرزی مربوط به عـــدم جابجایی رینگ کوره که بـــر روی غلتک‌ها قرار دارد، باعـــث جابجایی در نقاط تکیه‌گاهی در راستای X و Y برابر صفر می‌باشد.

ب) عـــدم جابجایی صفحـــه‌ی ابتدایی کوره (قســـمت مورد تحلیل) در راســـتای $Z = 0$، ضمناً جابجایی خود رینگ نیز نسبت به کوره در این راستا $Z = 0$ است.

ج) از آنجایی‌کـــه مواد خام پختـــه درون کوره وجود دارد و حرارت آن به‌صورت تابع خطی اعمال می‌شـــود، لذا بار حاصل از آن نیـــز به‌صورت بار گســـترده دارای تابـــع زیر به مجموعه اعمال می‌گردد.

$$P_a = 26476.2(1.13 + (2.56 - x^2)^{\frac{1}{2}})$$

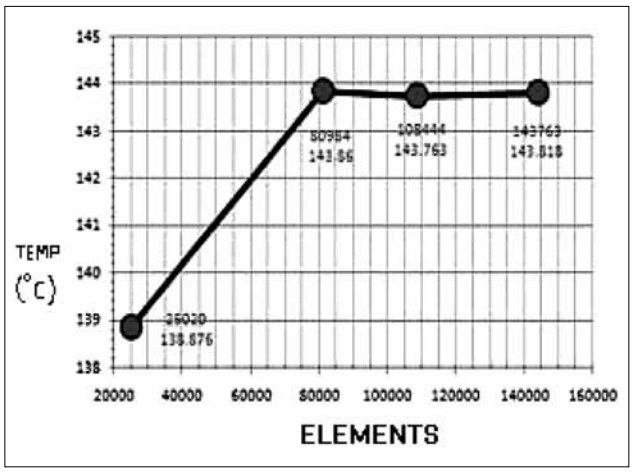
د) محل مجموعه‌ی کوره و رینگ با ســـرعت ۳ rpm در جهت عقربه‌ی ساعت چرخش دارد.

ه) عکس‌العمل تکیه‌گاه‌ها نیز به‌صورت فشـــاری در راستای ۳۰ درجه به مجموعه‌ی کوره وارد می‌شـــود. بر طبق مستندات موجود در نقشه‌ی کوره، بار طراحی شده برابراست با ۳۲۰ تن.

و) کوره توســـط یک موتور و گیربکس و در نتیجه چرخش پینیون و درگیری با چرخ‌دنده‌ی اصلی کوره می‌چرخد.

۲-۲- عدم وابستگی جواب‌های حل عددی به تعداد المان‌ها

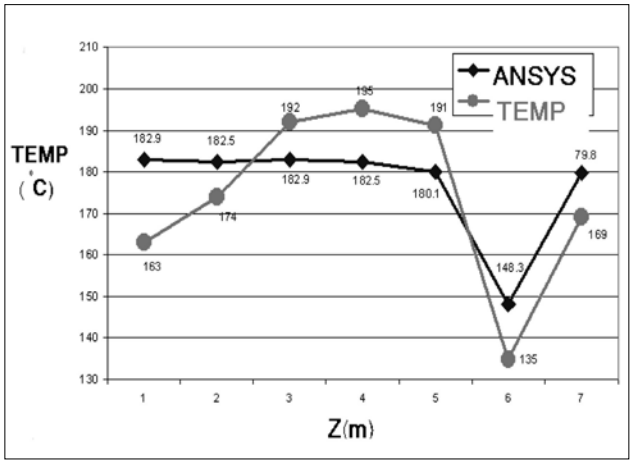
پس از شبکه‌بندی کوره‌ی سیمان توسط نرم‌افزار ANSYS مشـــخص گردید که با افزایش تعداد المان طبـــق نمودار، درجه حـــرارت افزایش یافته و از ۸۰۹۸۴ المـــان به بعد، درجه حرارت تقریباً ثابت می‌ماند. لذا جواب‌ها در این تعداد المان از شبکه‌بندی مستقل است.



شکل ۵: عدم وابستگی جواب‌ها به تعداد المان‌ها

۲-۳- صحـه‌گذاری بر نتایج حـل عددی

پـــس از تحلیل حرارتـــی کوره در حالت پایـــدار، نتایج روی بدنه‌ی کوره در ۷ نقطه در راستای طول کوره را به‌دست آورده و با دمای کوره در ســـیمان بهبهـــان در حالت کاری در محیط، مقایســـه می‌کنند. شـــکل ۶ گواهی بر صحت حل عددی را دارد. میزان خطای به‌دست آمده بین ۵ تا ۱۲ درصد می‌باشد که ناشی از شرایط بهره‌برداری است.



شکل ۶: مقایسه‌ی دمای به‌دست آمده توسط نرم‌افزار و دمای بدنه‌ی کوره درحالت کارکرد

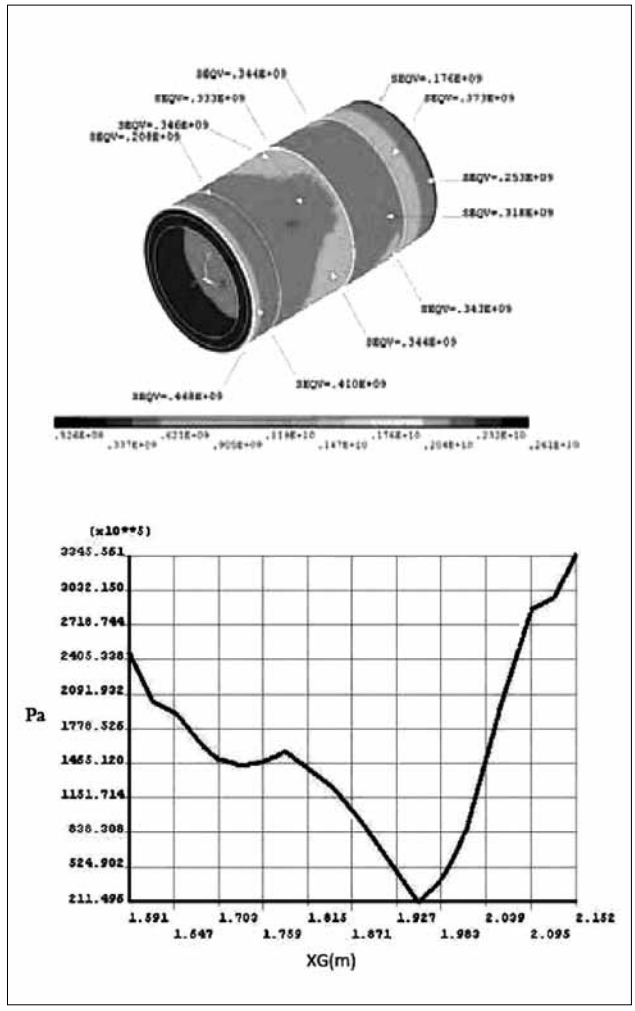
۲-۴- تحلیـل حرارتی توسط نرم‌افـزار ANSYS

به‌طور کلی بررســی تحلیل حرارتی کوره‌ی سیمان در چند حالت توسط نرم‌افزار ANSYS صورت می‌گیرد:

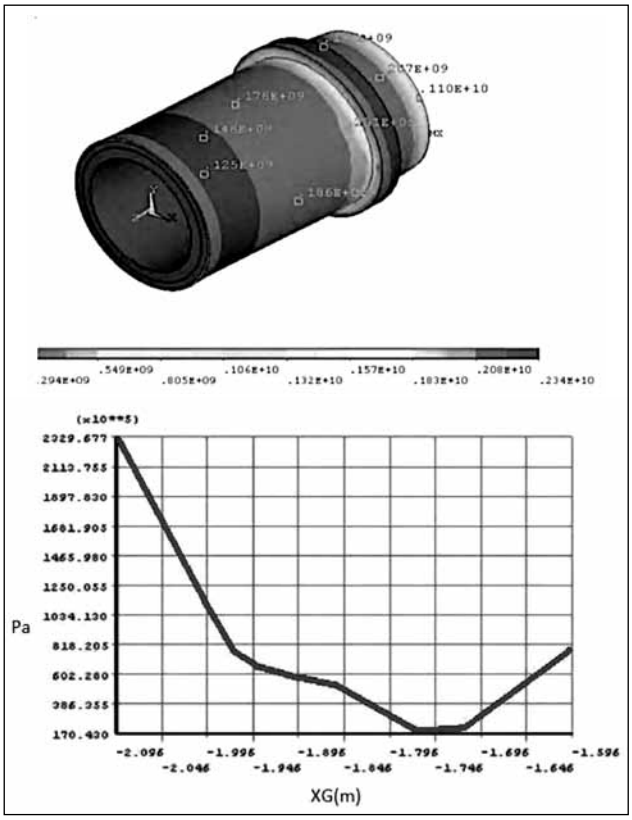
۱- تحلیل حرارتی تنشــی کوره‌ی سیمان بدون رینگ: در این حالت کوره به‌عنوان "تیر یک ســرگیردار" در نظر گرفته شــده اســت و تحلیل حرارتی و ســازه‌ای صورت گرفته است. نتایج به‌صورت شکل ۷ ملاحظه می‌گردد.

۲- تحلیل حرارتی تنشی کوره‌ی سیمان در حالت پایدار: نتایج حاصل در شکل ۸ نشان داده شده است.

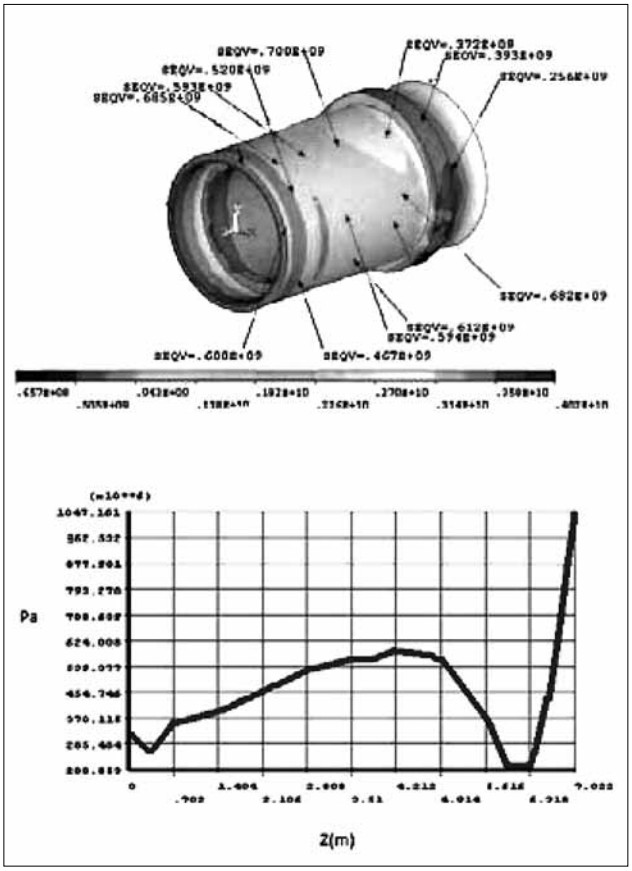
۳- تحلیل حرارتی تنشــی کوره‌ی سیمان در حالت پایدار که در مقطع خروجی به اندازه‌ی یک متر ســایش داشته باشد: نتایج حاصل در شکل ۹ نشان داده شده است.



شکل ۷: تحلیل تنش وان‌مایز کوره سیمان و مقدار تنش وان مایز در راستای قطر در خروجی کوره



شکل ۸: مقدار تنش وان مایز وارده بر کوره و مقدار تنش وان مایز در راستای قطر در خروجی کوره



شکل ۹: تحلیل تنش وان مایز کوره سیمان و نمودار تنش وان مایز در راستای محورZ

۳- نتایج و پیشنهادات

- در حالت پایدار تنش‌های ناشـــی از حرارت نمی‌تواند باعث ایجاد ترک در منطقه خروجی گردد، در ضمن مقدار تنش از ۲۰۰ Mpa (تنش تسلیم فولاد) کمتر می‌باشد.
- در حالـــت پایدار که منطقه‌ی خروجـــی به اندازه‌ی یک متر ســـایش یافته و کوتینگ انتهایی و نصف آجر نســـوز از بین رفته باشـــد، تنش‌های ناشی از دما می‌تواند عامل ایجاد ترک گردد، زیرا مقدار تنش از ۲۰۰ Mpa بیشـــتر اســـت و بدنه‌ی کوره وارد منطقه‌ی پلاستیک شده است.
- در حالـــت پایـــدار تنش ناشـــی از حرارت و ســـایر موارد ســـازه‌ای نظیر نیروهای تکیه‌گاهی، کوپل پیچشی و سرعت دورانی نیز نمی‌تواند عامل ایجاد ترک گردد و مقدار تنش از ۲۰۰ Mpa کمتر می‌باشد.
- در حالتی که دما از مقدار مجاز بیشـــتر می‌گردد، ناشـــی از ســـایش رفتن منطقه‌ی خروجی کوره اســـت و با توجه به این که خود کوتینگ به شرایط بهره‌برداری وابسته می‌باشد، می‌تـــوان ضریب هدایـــت کوتینگ را در آجر نســـوز اعمال نمـــود. یعنی مقاومت حرارتی مربوطه را به مقاومت حرارتی آجر نســـوز اضافه نمود. مقدار ضریب انتقال حرارت آجـر نسـوزی که برای منطقه خروجی استفاده می‌گردد باید برابر ۰/۵۴ W/m˚c باشد.

منابع:

1- Marico A.Martins, Leandro S. Oliveira, Adriana S.Franca, " Modeling and simulation of petroleum coke calcinations in rotary kilns", Department of Chemical Engineering, Universidade Federal de Minas Gerais, R. Espirito Santo, 35-6°- andar, 30160-030 Belo Horizonte, MG, Brazil, 80(2001) 1611-1622

2- J.J.del Coz Diaz; F.Rodriguez Maz'on, P.J.Garcia Nieto, F.J.Su'arez Dominguez," Design and !nite element analysis of a wet cycle cement rotary kiln", Departamento de Construccion e Ingenieria de Fabricacion, Universidad de Oviedo,Edi_cio Dep. de Viesques no 7, 33204 Gijon, Spain Departamento de Matem&aticas, Facultad de Ciencias, C=Calvo Sotelo s=n, Universidad de Oviedo,33007 Oviedo, Spain, 39 (2002) 17–42

3- F.Marias, H.Roustan, A.Pichat, ‘’Modelling ofa rotary kiln for the pyrolysis of aluminium waste’’, Laboratoire Thermique Energétique et Procédés (EA 1932), ENSGTI, Rue Jules Ferry, B.P. 7511, 64075 Pau Cedex, France Centre de Recherches de Voreppe Pechiney, 725, rue Aristide Bergès, BP 27, 38341 Voreppe, Cedex, France, 60 (2005) 4609 – 4622

4- A.T. Yokobori Jr, R. Sugiura, ‘’Effects of component size, geometry, microstructure and aging on the embrittling behavior of creep crack growth correlated by the Q* parameter’’, Graduate School of Engineering, Tohoku University, Aoba 6-6-01, Aramaki, Aoba-ku, Sendai 980-8579, Japan, 74 (2007) 898–911

5- Jaroslav Pola´k, ‘’Plastic strain-controlled short crack growth and fatigue life’’, Institute of Physics of Materials, Academy of Sciences of the Czech Republic, 616 62 Brno, Czech Republic, 27 (2005) 1192–1201

6- K. Pazand , M. Shariat Panahi , M. Pourabdoli , ‘’Simulating the mechanical behavior of a rotary cement kiln using artificial neural networks’’, Department of Mechanical Engineering, University of Tehran, Tehran 14445, Iran Department of Metallurgy and Materials Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran, 30 (2009) 3468–3473

۷- جاهـد مطلـق، حمیدرضـا، "اجـزاء محـدود Ansys"، مؤسسـه‌ی انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۱۳۸۱

۸- جمشـیدی، نیما، "مجموعه کتاب‌های مثلث نارنجی"، نشر آفرنگ، ۱۳۸۴

جدول ۲: مشخصات قسمت‌های مختلف کوره بر حسب دما

ردیف	قسمت	مدول الاستیسیته (E)	ضریب پورسون (n)	ضریب تغییرات طولی $(\frac{1}{^{\circ}C})$ (n)	ضریب انتقال حرارت (k)	چگالی (ρ)	C_P
جنس شماره‌ی ۱	شل و بدنه‌ی کوره (آهن خالص)	۲۰۰ E^9Gpa	۰/۳	۱۱/۷ × $۱۰^{-۶}$	مطابق نمودار	۷۸۶۰	۴۵۲
جنس شماره‌ی ۲	رینگ کوره	۲۰۰ E^9Gpa	۰/۳	۱۱/۷ × $۱۰^{-۶}$	مطابق نمودار	۷۸۶۰	۴۶۰
جنس شماره‌ی ۳	آجر نسوز در بخش $\frac{1}{7}$ کوره	۱۵۰ E^9Gpa	۰/۳	مطابق نمودار	مطابق نمودار	۳۴۹۰	۱۱۳۰
جنس شماره‌ی ۴	کوتینگ در بخش $\frac{1}{7}$ کوره	۱۰۰ E^9Gpa	۰/۳۸	مطابق نمودار	۱/۱۶	۲۷۰۰	۹۶۰

گیربکس‌ها در صنعت سیمان

بخش دوم: ساخت و طراحی چرخ‌دنده‌ها

مقاله

تهیه و تنظیم:
■ مهندس علیرضا نشاطی، کارشناس مهندسی مکانیک، شرکت سیمان تهران

۱- مقدمه

بـرای اتخاذ تصمیم مبنی بر چگونگی سـاخت چرخ‌دنده، به پارامترهای زیر باید توجه نمود:

- اینکه چرخ‌دنده از چه نوعی اسـت و تحـت چه نیروهایی قرار می‌گیرد.
- ابعاد چرخ‌دنده‌ها؛ کوچک، متوسط و بزرگ
- نوع چرخ‌دنده؛ ساده، کونیک، مخروطی، اسپریکال و مرکب و چرخ‌دنده‌ی مخصوص کرانویل پنییون
- موقعیت چرخ‌دنـده از لحاظ مونتاژ و دمونتاژ
- نسـبت انتقـال دور $n = \frac{Z_2}{Z_1}$ و میـزان درگیـری سطـوح (Z تعداد دندانه‌های هر چرخ‌دنده می‌باشد.)
- سطح تماس: منظور از سـطوح درگیری طول دندانه، قطر دندانه و سطح دندانه می‌باشد.
- مـاده‌ی روان‌کاری: روغن، گیربکس، مولیکوت یا سـایر روان‌سازها
- نقش گیربکس مربوطه در خط تولید
- اهمیت چرخ‌دنده‌ها نسبت به‌هم در گیربکس
- تجهیزات جانبی گیربکس

هر یک از مسـائل بالا در مشخصات فنی قطعات چرخ‌دنده و سایر قطعات مؤثر می‌باشد.

براسـاس اطلاعات فوق سـازندگان تصمیـم می‌گیرند که برنامه‌ی مراحل ساخت چرخ‌دنده‌ها را مشخص نمایند. به‌فرض سعی می‌نمایند چرخ‌دنده‌هایی که کوچک و متوسط و با وزن کم و توپر هسـتند، از مواد فولادی آماده با هر نوع متریال که نیاز باشد سـاخته شود. چرخ‌دنده‌هایی که محور کوپل داشته باشند از این روش سـاخته می‌شـوند. اما در چرخ‌دنده‌های سنگین و بزرگ که قطر آن‌ها حتی به چند متر می‌رسد و بالاتر از یک متر هسـتند و تناژ بالایی دارند، سـعی می‌شود برای آن‌ها از روش ریخته‌گری اسـتفاده شـود. چون مواد فولادی میله‌ای در بازار یافت نمی‌شـود، ضمناً ماشـین‌کاری آن‌ها زیاد است و همچنین وزن تمام شـده‌ی قطعه بالا می‌رود. روی این اصل اولاً سـعی می‌شود طراحی چرخ‌د نده را تغییر داده و با استفاده از امکانات

موجود در حوزه‌ی ریخته‌گری، فرم قطعه را توخالی و با اینرسی مقاوم‌تر و وزن کمتر طراحی نمایند و حتی برای صرفه‌جویی در هزینه‌های مدل و قالب و ... به‌صورت دو تکه یا چند تکه ساخته می‌شود. چرخ‌دنده‌های کوره، آسیاب و مشابه آن‌ها از این روش و به‌صورت دو تکه ساخته می‌شوند و با اتصالات پیچ و مهره، مونتاژ می‌شوند و این مسأله برنامه‌ی دمونتاژ قطعه را نیز آسان می‌نماید.

به‌عنوان مثال چرخ‌دنده‌های آسیا و کوره که Gear ring هستند به‌صورت یک تکه‌ی قابل مونتاژ و دمونتاژ نمی‌باشد. این مثال یک نمونه از تأثیرات عوامل موقعیت چرخ‌دنده‌ها و تأثیرات موقعیت در طراحی و ساخت آن‌ها است. چرخ‌دنده‌ی کوره در حرارت مجاورت کوره قرار دارد و همواره هم مستقیماً وهم غیرمستقیم از آن متأثر است. یعنی انبساط چرخ‌دنده و کلرنس چرخ‌دنده همواره در تغییر است. پس متریال خاصی خواهد داشت و تلرانس انبساطی منظور خواهد شد.

برای ساخت چرخ‌دنده تکنیک‌ها و تکنولوژی شناخته شده و بسیار دقیق وجود دارد که اکثراً استاندارد شده است. در ساخت چرخ‌دنده چند مشخصه‌ی مهم دخالت دارد و معمولاً سازندگان گیربکس با توجه به کاربرد و قدرت گیربکس، محاسبات کلی را انجام می‌دهند. به‌طور مثال اگر نیرویی که الکتروموتور دستگاه به شافت اصلی گیربکس منتقل می‌کند و به‌عبارتی میزان تورک[1] یا گشتاور چرخشی محور متحرک گیربکس در مراحل استارت معلوم باشد، این گشتاور مستقیم به چرخ‌دنده‌ی شماره‌ی یک دستگاه که بر روی این محور قرار دارد منتقل می‌شود و از آن، روی دنده‌های پینیون تقسیم می‌گردد. بنابراین بزرگترین فشار وارده از لحاظ قدرت و تحمل بار بر روی این چرخ‌دنده مقابل آن می‌باشد و بعد از آن نیرو به محورهای بعدی چرخ‌دنده‌های مربوطه منتقل می‌شود. محاسبات دقیق چرخ‌دنده‌ها با در نظر گرفتن موقعیت چرخ‌دنده‌ها و نیروی وارده با یکدیگر متفاوت است و هر یک از چرخ‌دهنده‌ها از لحاظ تحمل نیروهای دینامیکی و مکانیکی حالت خاص خود را دارا است.

در محاسبات چرخ‌دنده دو حالت مهم دیده می‌شود. اول وارد شدن نیروی ضربه و سایش به دنده‌های مربوطه، دوم انبساط محورها و چرخ‌دنده‌ها. مقاومت‌های مکانیکی مورد نیاز مانند مقاومت در برابر لهیدگی و انبساط طولی، شکستگی و ترکیدن، تمرکز نیرو و تنظیمات در مورد گیربکس‌ها و چرخ‌دنده‌ها. روی این اصل در انتخاب تکنولوژی و ساخت چرخ‌دنده‌ها باید به مطالب اساسی زیر توجه داشت:

مواد اولیه (جنس دنده‌ها)، عملیات حرارتی و سنگ‌زنی

الف- مواد اولیه: اهمیت مواد اولیه و انتخاب آن در این است که چون فرآیند ماشین‌کاری بسیار گران و زمان‌بر است، اگر انتخاب مواد اولیه صحیح صورت نگرفته باشد، باید قطعه را دور انداخت. در این خصوص چند نکته حائز اهمیت است:

- مواد اولیه‌ی ساخت چرخ‌دنده‌ها فولاد است؛ فولاد آلیاژ آهن - کربن و سایر عناصر آلیاژی می‌باشد.
- درصد کربن بالا در فولاد خواص و استحکام مکانیکی را بالا می‌برد.
- چرخ‌دنده‌ها در حین کار در معرض تنش‌های خمشی، فرسایشی، شوک و ضربه قرار می‌گیرند. بنابراین لازم است که سطح آن‌ها بسیار سخت و مغز آن‌ها بسیار انعطاف‌پذیر باشند.
- اگر انتخاب اولیه‌ی فولاد از نوع فولاد با درصد کربن بالا باشد، کار تراشکاری و دنده‌زنی به دشواری و در زمان طولانی انجام خواهد شد که این موضوع هزینه‌ی خرید ابزار برشی را افزایش می‌دهد و هزینه‌ی ساخت بالا خواهد رفت.
- خانواده‌ی فولادهای سمانته این خاصیت را دارند که به‌دلیل پائین بودن درصد کربن اولیه، ماشین‌کاری و دنده‌زنی به‌راحتی بر روی آن انجام می‌شود و در مرحله‌ی بعد که عملیات حرارتی می‌باشد، به خواص مطلوب می‌رسد.
- هر عنصر شیمیایی می‌تواند خواصی را تشدید یا تضعیف نماید.
- عناصر نیکل و کروم، سختی‌پذیری فولاد را افزایش می‌دهد. همچنین خاصیت چقرمگی را هم بالا می‌برد. حدود ۲ درصد از هر یک از عناصر بالا بهترین آلیاژ را جهت چرخ‌دنده‌ها ضمانت خواهد نمود.

1-Tourqe

- منگنز در مواردی که ســایش در دنده‌ها عامل مهم باشد، عنصر مفید خواهد بود.

به‌عبارت دیگر به‌علت وجود ضربه در چرخ‌دنده و ســایش شــدید در رویه‌ی آن‌ها لازم است مواد چرخ‌دنده طوری انتخاب شود که:

۱- مغز چرخ‌دنده نرم باشد.

۲- رویــه‌ی چرخ‌دنده ســخت و مقاوم در برابــر ضربه و ســایش باشد. بدین جهت معمولاً جنس چرخ‌دنده‌های فولادی را از نوع فولادهایی مانند جنس زیر انتخاب می‌کنند:

18 Cr Ni8 DIN: ECN 200

16 Mn Cr5

که این متریال قابلیت سخت‌کاری موضعی و سطحی[1] با مغز نرم مقاوم به برش و ضربه را داراست.

ب- عملیات حرارتی: کلیه‌ی چرخ‌دنده‌ها پس از تراشکاری بــه کارگاه عملیات حرارتی ارســال می‌گردند. ســیکل عملیات حرارتی بر مبنای جنــس دنده‌ها به‌صورت کامل انجام می‌گردد و پارامترهای میزان ســختی و عمق نفوذ ســختی و ســاختار مولکولی با میکروسکوپی در این مرحله باید کنترل گردد. از این خصوص نکات زیر بایستی در نظر قرار گیرد:

- فولادها تحت دماهای مختلف ســاختار بلوریشان عوض می‌گردند (FCC و BCC)
- با بالا بردن ســختی فولادها می‌تــوان به آن‌ها تنش‌های بیشــتر اعمال نمــود، بنابرایــن لزوم عملیــات حرارتی ضروری می‌گردد.
- میــزان عمق نفوذ ســخت‌کاری بدین دلیل مهم اســت که در پروســه‌ی سنگ‌زنی یک بخشی از سطح دنده توسط سنگ‌زنی برداشته می‌شود. چنانچه عمق نفوذ کم باشد، بعد از سنگ‌زنی، قطعه عمر کوتاهی خواهد داشت.
- نــوع عملیات حرارتــی در چرخ‌دنده‌ها سمانتاســیون و نیتروراسیون می‌باشد.

سمانتاسیون: ابتدا قطعه در مجــاورت کربن (جامد، گاز، مایــع) قرار گرفته که در این کار بر حســب نوع مدول و نقشــه قطعــه، زمان آن مشــخص می‌گردد تا عمق نفــوذ کربن‌دهی به حد کافی برســد (کوره‌ی عملیات حرارتــی). در مرحله‌ی بعدی که هدف بالا بردن ســختی قطعه است، قطعه در داخل کوره گرم گردیده و ســپس یک‌مرتبه خنک می‌گردد. این عمل باعث سخت شدن قطعه می‌گردد.

نکات مهم در عملیات حرارتی به شرح زیر است:

- میزان سختی ســطحی قطعه توسط دستگاه سختی‌سنج (راکول C) مشخص می‌گردد.
- ساختار متالوژیکی قطعه بعد از عملیات حرارتی (ماتنزیت، پرلیت) کنترل و اصلاح می‌گردد.
- نــوع دانه‌بندی مغز فولاد و جــداره‌ی خارجی آن دارای اهمیت می‌باشد. دانه‌بندی ریز بسیار مطلوب‌تر می‌باشد.
- عمق نفوذ میزان سختی

چون بعد از عملیات حرارتی امکان تخریب میسر نیست، یک نمونه به‌همراه هر دنده آب‌کاری می‌گردد و تست‌های مخرب بر روی نمونه انجام می‌شود.

در ایــن قطعات ابتدا چرخ‌دنده توســط عملیــات نیتروژنه کردن و یا کوربوریزه یا شیلوه کردن تا عمق چند میلیمتری در ســطوح درگیری چرخ‌دنده‌ها نیتروژن و کربن نشانده می‌شود که باعث افزایش ســختی چرخ‌دنده‌ها می‌گردد و سپس عملیات آب‌کاری و برگشــت[2]، سخت‌کاری و سپس عملیات حرارتی[3] یا نرمالیزه کردن[4] صورت می‌گیرد و در نهایت پس از آب‌کاری، ســنگ‌زنی قســمت‌های مهم انجام می‌شــود که صافی سطوح دنده‌ها بالا رفته و از اصطکاک کاسته می‌شود. در ادامه جدول ۱ شامل اطلاعات کاربردی در مورد عملیات سخت‌کاری سطح چرخ‌دنده‌ها توســط یک شرکت گیربکس‌ساز معتبر آمده است.

پ- سنگ‌زنی: پس از هر عملیــات حرارتــی در اثر اعمال تنش‌هــای حرارتی به قطعات، تغییراتــی در ابعاد قطعات ایجاد می‌گردد. جهت بالا بردن صافی ســطح (کــه نهایتاً صد در صد ســطوحی که طراح در محاســبات اولیه محاســبه نموده با هم درگیر خواهد شد) و حذف این دفرمگی و پیچیدگی‌ها، ضرورت ســنگ‌زنی را هویــدا خواهــد کرد. بدیهی اســت کــه پیش‌بینی

1- Surface hardening

2- tempering
3- Heat treatment
4-Normalizing

جدول ۱

MODULE Mn	CASE DEPTH AS PER DRAWING mm	G.A. / FLANK + DISTORTION mm	SIZE FACTOR mm	PROGRAMME CASE DEPTH ON SPY TEST PIECE mm
02.00	0.35 + 0.20	0.15	-	0.50 + 0.20
02.25	0.35 + 0.20	0.15	-	0.50 + 0.20
02.50	0.40 + 0.20	0.15	-	0.55 + 0.20
02.75	0.45 + 0.20	0.15	-	0.60 + 0.20
03.00	0.50 + 0.20	0.15	-	0.65 + 0.20
03.25	0.55 + 0.20	0.15	-	0.70 + 0.20
03.50	0.60 + 0.20	0.15	-	0.75 + 0.20
03.75	0.65 + 0.20	0.15	-	0.80 + 0.20
04.00	0.70 + 0.20	0.15	-	0.85 + 0.20
04.50	0.80 + 0.20	0.15	-	0.95 + 0.30
05.00	0.90 + 0.20	0.15	-	1.05 + 0.30
05.50	0.95 + 0.20	0.20	0.05	1.20 + 0.30
06.00	1.00 + 0.30	0.20	0.05	1.25 + 0.30
06.50	1.05 + 0.30	0.20	0.05	1.30 + 0.30
07.00	1.10 + 0.30	0.20	0.10	1.40 + 0.30
08.00	1.20 + 0.30	0.20	0.10	1.50 + 0.40
09.00	1.30 + 0.30	0.20	0.15	1.65 + 0.40
10.00	1.35 + 0.40	0.20	0.20	1.75 + 0.40
11.00	1.40 + 0.40	0.25	0.25	1.90 + 0.40
12.00	1.45 + 0.40	0.25	0.25	1.95 + 0.40
13.00	1.60 + 0.40	0.25	0.30	2.15 + 0.40
14.00	1.70 + 0.40	0.25	0.30	2.25 + 0.50
16.00	1.90 + 0.50	0.25	0.45	2.60 + 0.50
18.00	2.20 + 0.50	0.25	0.55	3.00 + 0.50
20.00	2.40 + 0.50	0.25	0.55	3.20 + 0.50
22.00	2.60 + 0.50	0.25	0.55	3.40 + 0.50

میـــزان این دفرمگی‌ها بر عهده‌ی طراح می‌باشـــد. طبعاً هرچه از تکنولوژی و دانش بالاتری اســـتفاده شده باشد، این تغییرات به حداقل خواهد رسید.

طراح باید ابعاد ماشـــین‌کاری‌های اولیه را طوری محاســـبه نماید که پس از عملیات سنگ‌زنی به هندسه‌ی دقیق دست یابد.

- ✓ رســـیدن به هندســـه دقیق چرخ‌دنده‌ها و پروفیل صحیح اینولوت کـــه تأمین‌کننـــده‌ی حرکت نـــرم و غلتش آرام چرخ‌دنده‌ها می‌باشد، فقط و فقط با دستگاه‌های سنگ‌زنی پیشرفته و مدرن CNC میسر خواهد بود.
- ✓ ســـنگ‌زنی پروفیـــل دندانه‌هـــا یک پروســـه‌ی حرارت‌زا می‌باشـــد. لـــذا جهت عدم انتقـــال این حرارت به ســـطح دندانه‌ها باید از مایعات خنک‌کننده‌ی اســـتاندارد استفاده گردد.
- ✓ ســـرعت خطی حرکت ســـنگ بر روی قطعه، عامل مهم در کیفیـــت صافی ســـطح خواهد بود که این ســـرعت فقط با ماشین‌آلات پیشـــرفته با سرعت بالا امکان‌پذیر خواهد بود.
- ✓ شرایط محیطی سالن سنگ‌زنی در کیفیت کار تأثیر دارد.

مراحل سنگ‌زنی شامل دو قسمت است:

۱- **سنگ‌زنی محـوری** شامل سنگ‌زنی شـــافت دنده‌ها در جاهایی که بلبرینگ‌ها، دنده‌ها و یا کوپلینگ‌ها می‌نشینند. این کار توسط دستگاه‌های سنگ محوری اجراء می‌گردد.

۲- **سنگ‌زنی پروفیل اینولوت دنده‌ها** جهت صافی سطوح دنده‌هـــا، از بین بردن دفرمگی‌های ناشـــی از عملیات حرارتی و رسیدن به هندسه‌ی نهایی دنده‌ها.

در ادامـــه مراحـــل طراحـــی چرخ‌دنده‌های یـــک گیربکس به صورت عملی (البته تا حد امکان ساده شده) ارائه می‌گردد.

۲- مبانی طراحی گیربکس

برای طراحی گیربکس‌ها باید مراحل زیر را انجام دهیم:

۱- بار و نیروی وارده را بدانیم.

۲- با توجه به این نیرو، نیروی مماسی و گشتاور خمشی و پیچشی وارد به چرخ‌دنده‌ی انتهای گیربکس را بیابیم.

۳- بـا توجه بـه قطر و تعداد دنده‌های چرخ‌دنده و گشـتاور وارده، چرخ‌دنده‌های قبلی (تعداد دندانه و قطر) را طراحی می‌کنیم.

* این چرخ‌دنده‌هـا می‌توانند با یکدیگر درگیر باشـند یا بر روی یک محور سوار شده باشند.

۴- نیروهای مماسی و گشتاور وارده بر چرخ‌دنده‌ها را بیابیم.

۵- تنش ایجاد شده در دندانه‌ها را بیابیم.

۶- ضریب اطمینان اجزای ماشین را محاسبه کنیم.

۷- با توجه کوپل و گشـتاور وارد بر شافت‌ها، تنش برشی در شافت‌ها را بیابیم.

۸- بـرای اجزائی که تحت نیروهای متناسـب و دچار اثرات تمرکز تنش هستند، تنش کارکرد[1] را بیابیم.

۹- عمر بلبرینگ‌ها را به‌عنوان اجزاء تکیه‌گاهی محاسبه کنیم.

در این راسـتا مطالبی در مورد چرخ‌دنده‌ها و انواع آن‌ها در ادامه می‌آید.

۲-۱- محاسبه‌ی چرخ‌دنده‌ها

پارامترهای محاسبه‌ی چرخ‌دنده‌ها به‌صورت زیر می‌باشد:

m = مدول

P = گام

d = قطر دایره گام

d_a = قطر دایره سر

d_f = قطر دایره پا

Z = قطر دندانه

h_z = ارتفاع سر دندانه

h_f = ارتفاع پای دندانه

h = ارتفاع اصلی دندانه

C = لقی سر دنده

a = فاصله‌ی مرکزی محورها

روابط مربوط عبارتست از:

$$m = \frac{P}{\pi} = \frac{d}{Z} \rightarrow P = \pi m$$

$$Z = \frac{d}{m} = \frac{d_a - 2m}{m}$$

غالباً:

$$C = 0.1\,m \text{ الی } 0.3\text{m} \rightarrow \text{C} = 0.167\text{m}$$

$$h_a = m$$

$$d = m.z = \frac{Z \times P}{\pi}$$

$$d_a = d + 2m = m(Z + 2)$$

رابطه‌ی اصلی:

$$d_a = m(Z + 2)$$

$$d_f = m(Z - 2)$$

$$h = 2m + c$$

$$h_a = m$$

فاصله‌ی محورهای چرخ‌دنده‌ی خارجی:

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m(Z_1 + Z_2)}{2}$$

فاصله‌ی محورهای چرخ‌دنده‌ی داخلی:

$$a = \frac{d_2 - d_1}{2} = \frac{m(Z_1 - Z_2)}{2}$$

۲-۱-۱- روابط برای چرخ‌دنده‌های مایل ساده

که در آن:

m_1 = مدول پیشانی

a =فاصله‌ی محور

d = دایره‌ی گام

Z = تعداد دندانه

m_a =مدول نرمال

p_a =گام نرمال

d_a =قطر دایره‌ی سر

p_t =گام پیشانی

1- Working Stress

روابط مربوط عبارتست از:

$$m_1 = \frac{mZ}{\cos B} = \frac{P_1}{\pi}$$

$$P_t = \frac{P_a}{\cos B} = \frac{R.m_a}{\cos B}$$

$$d = m_1.Z = \frac{Z.m_a}{\cos B}$$

$$Z = \frac{d}{m_1} = \frac{\pi.d}{p_1}$$

$$m_a = \frac{P_a}{\pi} = \frac{\pi.d}{P_1}$$

$$P_a = \pi m_a = P_1 \cos B$$

$$d_a = d + 2_{ma}$$

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

۲-۱-۲- روابط چرخ‌دنده‌های مخروطی با زاویه‌ی ۹۰ درجه

قطر دایره‌ی گام:

$$d_2 = mZ_2 \quad و \quad d_1 = mZ_1$$

$$d_1 = d_1 + 2m\cos\delta_1$$

$$d_2 = d_2 + 2m\cos\delta_2$$

زاویه‌ی مخروط:

$$\tan\delta_1 = \frac{Z_1 + 2\cos\delta_1}{Z_2 - 2\sin\delta_1}$$

$$\tan\delta_2 = \frac{Z_2 + 2\cos\delta_2}{Z_1 - 2\sin\delta_1}$$

$$\tan\delta_1 = \frac{Z_2 + 2\cos\delta_1}{Z_2 - 2\sin\delta_1}$$

$$\tan\delta_1 = \frac{d_1}{d_2} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{I}{i}$$

$$\cot\delta_2 = \frac{d_2}{d_1} = \frac{Z_2}{Z_1} = i$$

زاویه‌ی محورها:

$$\tan\delta - \sum = \delta_1 - \delta_2$$

بقیه‌ی مشخصات مانند چرخ‌دنده ساده است.

فرمول‌های ذکر شده در بالا تماماً جهت طراحی دنده‌ها از لحاظ تعداد دنده و قطرها و مدول‌های آن است. اما طراحی گیربکس علاوه بر این محاسبات، احتیاج به محاسبه‌ی نیروها و تنش‌ها و گشتاورهای وارد بر دندانه‌ها و شافت‌ها و حتی پیچ‌های بدنه‌ی گیربکس نیز دارد. از آنجا که محاسبات دنده‌ها توسط تمام مهندسین مکانیک در طول دوران تحصیل انجام شده است، نیاز به بازگویی دوباره ندارد. تنها به اشاره‌ی روابط آن‌ها بسنده می‌کنیم. اما آنچه به نظر جذاب‌تر و جدیدتر می‌آید همان محاسبه‌ی نیروها، تنش ها، گشتاورها و عمر بیرینگ‌ها می‌باشد که در اینجا سعی شده اشاره‌ی مختصری به آن صورت گیرد.

۲-۲- طراحی گیربکس

الف: فرمول های مورد استفاده به شرح زیر است:

۱- قطر متوسط چرخ‌دنده:

$$d = M.N$$

M مدول و N تعداد دنده است.

۲- قطر بیرونی چرخ‌دنده:

$$d_{max} = M\,(N+2)$$

۳- نیروی مماس وارد به چرخ‌دنده: (C کوپل شافت است)

$$F_b = \frac{2C}{\varphi}$$

۴- تنش ایجاد شده در دنده‌ها:

$$\delta = \frac{F_b}{\pi bMY}$$

y ضریب ارتیسی (صفحه‌ی ۳۶۶، کتاب اسپات) تمام دنده‌ها بر اساس $\varphi = 20^0$ و full depth است.

۵- نیروی کششی در طرف تسمه‌ها

$$\frac{F_2}{F_1} = e^{\mu.\theta}$$

θ بـر حسـب رادیان زاویـه گردش تسـمه دور پولی و μ ضریب اصطکاک است.

۶- ضریب اطمینان اجزاء ماشین

$$FS = \frac{S_{YP}}{S} = \frac{1}{2}\frac{S_{YP}}{S_S}$$

S_{YP} تنش حد تسلیم و S تنش عمودی و S_S تنش برشی است.

۷- تنش برشی ایجاد شده در شافت‌ها:

$$S_S = \frac{16}{\pi d^3}\sqrt{(C_m.\mu)^2 + (C_T.T)^2}$$

d قطر شتافت، M گشتاور ناشی از نیروی عمود بر محور و T گشتاور عمودی است.

C_m و C_T ضریب مربوط به تمرکز تنشـی و خسـتگی در فلزات اسـت کـه مطابق جـدول صفحه‌ی ۱۱۲ کتاب اسـپات استفاده می‌شود.

۸- عمر بلبرینگ

$$N = (\frac{C}{P})^3 \times 10^6$$

C نیـروی وارده به بلبرینگ برای اینکه بـا یک میلیون دور زدن دچار خرابی شود و P نیروی واقعی وارد بر بلبرینگ است. N تعداد دورهایی است که موجب از بین رفتن بلبرینگ می‌شود.

۹- تنش‌هـای کار کـردن[1] برای اجزائی کـه تحت نیروهای متناوب و دچار اثرات تمرکز تنشی هستند:

$$S = S_{av} + K\frac{S_{YP}}{S_e}.S_r$$

S_e حد خستگی بلند[2] و k ضریب تمرکز تنشی است. S_{av} و S_r در شکل نشان داده شده است.

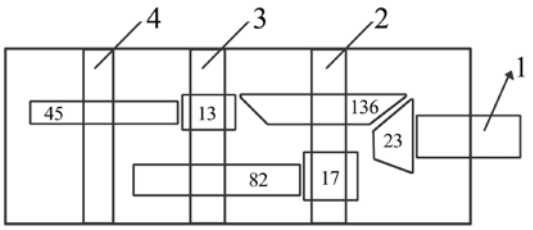
قبل از حل مسـئله‌ای در مورد طراحی گیربکس‌ها و انتخاب نسـبت دنده‌ها بر اسـاس نوع دنده‌ها، جدول ۲ راهنمای بسیار مناسبی است.

جدول ۲: نسبت‌های متداول دنده‌ها

Type of Gearset	Min . Ratio	Max . Ratio
External spur gear	1:1	5:1
Internal spur gear	1/5:1	7:1
External helical gear	1:1	10:1
Internal helical gear	1/5:1	10:1
Cylindrical worm	3:1	100:1
Straight bevel gear	1:1	8:1
Spiral bevel gear	1:1	8:1
Epicyclic planetary	3:1	12:1
Epicyclic star	2:1	11:1
Epicyclic solar	1/2: 1	1/7:1

مثـال: گیربکسـی طراحی نمایید که بتواند گشتاوری جهت چرخاندن دیسـکی به قطـر ۵ متر و دور در دقیقـه‌ی n = ۷ با نیروی ۸ KN ایجاد نماید:

جهت طراحی فرض می‌کنیم گیربکس مذکور دارای ۳ مرحله تغییر دور اسـت. یعنی ۳ شـافت موازی و یک پینیون عمود بر شافت اول که این فرض با تعداد مرحله‌های زیاد به‌دلیل نرم کار کردن گیربکس در اثر تعدد تغییر دورها می‌باشد.



شکل ۱: نمای کلی چرخ‌دنده‌های گیربکس با فرض سه مرحله‌ای بودن تغییر دور

با این توضیحات و با فرض اینکه توان منتقل شـده توسـط گیربکس (با اغماض) بدون اتلاف می‌باشـد، مراحل طراحی زیر را طی می‌کنیم:

الف- محاسبه‌ی توان گیربکس (محاسبات اولیه):

$$P = C.\omega$$

توجه: لازم به ذکر است در انتهای محاسبات اولیه می‌بایست دوباره کوپل‌های لازم جهت هر شافت و دنده را مجدداً محاسبه کرد.

C: کوپل لازم جهت حرکت دادن دیسک $C = F \times r$

1- Working strees
2- Erdurance limit

F: نیروی لازم جهت ایجاد کوپل

r: شعاع دیسک

$$C=8\times10^{3}\times\frac{5}{2}=20000\ \text{N.m}$$

$$C=2000\ kgf.m$$

$$\omega=\frac{2\pi n}{60}\rightarrow\omega=\frac{2\pi\times7}{60}=0.733\ \frac{Rad}{Sec}$$

$$P=C.\omega\rightarrow P=2000\times0.733\rightarrow$$

$$P=1466\rightarrow P=14660\ W\rightarrow P=14.66\ kW$$

این توان، توانی است که شافت انتهایی (متصل به دیسک) می‌بایست جهت دوران دیسک منتقل نماید. حال برای طراحی اصلی گیربکس و رعایت حد بالاتر توان موتور محرک گیربکس، توان گیربکس را P = ۱۵Kw در نظر می‌گیریم و با این شرایط مجدداً آن‌را طراحی می‌کنیم. همان‌طور که گفته شد موتور با توان۱۵Kwدر نظر گرفته می‌شود و جهت سهولت در امر طراحی دور موتور و دور ورودی به گیربکس را ۷۰۰ rpm در نظر می‌گیریم. با این تفاصیل نسبت دور گیربکس $i=\frac{700}{7}=100$ می‌باشد. این عدد نشان می‌دهد که ما در ۳ مرحله می‌بایست تعداد دندانه‌ها را طوری در نظر بگیریم که دور موتور و ورودی گیربکس از ۷۰۰ rpm به ۷ rpm کاهش یابد.

حال اگر به‌طور مثال تعداد دندانه‌های پینیون را ۲۳ = Z در نظر بگیریم و مدول ۰/۳ را برای پینیون لحاظ کنیم، طبق فرمول $M=\frac{d}{Z}$ قطر دایره‌ی گام به‌صورت زیر دیده می‌شود:

d =۲۳×۰/۳ =۶/۹ cm

همچنین با توجه به هم‌مدول بودن دو دندانه‌ی درگیر، مدول کرانویل نیز ۰/۳ می‌باشد و اگر تعداد دندانه کرانویل را Z=۱۳۶ در نظر بگیریم، قطر کرانویل (قطر دایره‌ی گام) ۴۰/۸ cm می‌شود.

در این شرایط بدیهی است کوپل وارد شده به شافت پینیون اول، با کوپل وارد شده به شافت کرانویل با نسبت دندانه‌های آن‌ها نسبت مستقیم دارد. یعنی:

$$\frac{C_1}{C_2}=\frac{Z_1}{Z_2}$$

Z_1 = تعداد دندانه‌های پینیون

Z_1 = تعداد دندانه‌های کرانویل

C_2 = کوپل وارد به شافت پینیون

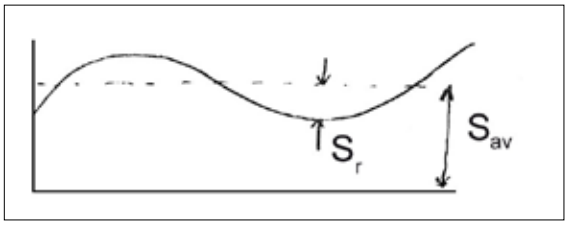
C_2 = کوپل وارد به شافت کرانویل

با این تفاصیل و در نظر داشتن این‌که می‌بایست نسبت کل گیربکس i=۱۰۰ باشد، تعداد دندانه‌های چرخ‌دنده‌های درگیر را به نحوی انتخاب می‌کنیم که این نسبت به وجود آید و علاوه برآن تعداد دندانه‌ها استاندارد باشد.

حال برای گیربکس با توان ۱۵Kw و نسبت دور i=۱۰۰ محاسبات زیر را خواهیم داشت:

میزان S_e ارتباط با تعداد دفعات نیروی وارده دارد و می‌توان با اطمینان آن‌را $S_{e=}\frac{1}{2}Sult$ فرض کرد. حد Sult، حد گسیختگی فلز است.

در این حال هم رابطه‌ی $F.S=\frac{S_{YP}}{S}$ صادق است.



شکل ۲

به‌طور کلی از واحدهای kgf و cm در این محاسبات استفاده شده است.

ب- مشخصات اصلی گیربکس:

$$K=\frac{136}{23}\times\frac{82}{17}\times\frac{45}{13}=98.73\cong100$$

$$\text{P}=15\ \text{kW}=15000\ \frac{\text{NW}}{\text{sec}}=1529\ \frac{\text{KgM}}{\text{Sec}}$$

$$W_1=\frac{2\pi n}{60}=\frac{2\pi\times700}{60}=73.3\ \frac{\text{Rad}}{\text{Sec}}$$

سرعت زاویه‌ای شافت اول

کوپل شافت اول:

$$\text{C}_1=\frac{\text{P}}{\text{W}}=\frac{1529}{73.3}=20.86\ \text{Kg.M}$$

کوپل شافت دوم:

$$C_2 = 20.86 \times \frac{136}{23} = 123.34 \ \text{Kg.M}$$

کوپل شافت سوم:

$$C_3 = 123.34 \times \frac{82}{17} = 524.94 \ \text{Kg.M}$$

کوپل شافت چهارم:

$$C_4 = 594.94 \times \frac{45}{13} = 2059 \ \text{Kg.M}$$

ج- محاسبات دنده‌ها: ذره‌های بزرگ احتیاج به محاسبه ندارد و محاسبه‌ی دنده پنیون‌ها کافی است. عرض دنده‌ها همان عرض دنده‌ی بزرگ‌تر فرض می‌شود. (جدول۳)

جدول ۳: محاسبات دنده‌های مثال طرح شده

شماره	N	M (Cm)	φ (cm)	C (Kg.cm)	Fb (Kg)	b (Cm)	y	S=Fb/πbmg kg/cm²
۱	۲۳	۰/۳	۶/۹	۲۰۸۶	۶۰۵	۳	۰/۱۰۶	ST 60 ST 80 ۲۰۱۸
۳	۱۷	۰/۶	۱۰/۲	۱۳۳۳۴	۲۶۱۴	۶	۰/۰۹۶	ST 60 ST 80 ۲۴۰۷
۵	۱۳	۱/۱	۱۴/۳	۵۹۴۹۴	۸۳۲۱	۱۱	۰/۰۸۳	ST 60 ST80 ۲۶۳۷

محاسبات شافت‌ها:

برای اینکه نکات مختلف طراحی مرور گردد فرض می‌کنیم نیروی وارد به گیربکس از طریق یک پولی به قطر ۲۰۰ mm وارد می‌شود. فاصله‌ی پولی تا قطر ضعیف شافت ۸ cm است.

$$C = 2086 \ \ \text{kgf.cm}^2$$

$$F_2 - F_1 = \frac{C}{\frac{D}{2}} = \frac{2086}{\frac{20}{2}} = 208 \ \text{kgf}$$

$$\frac{F_2}{F_1} = e^{\mu.\theta}$$

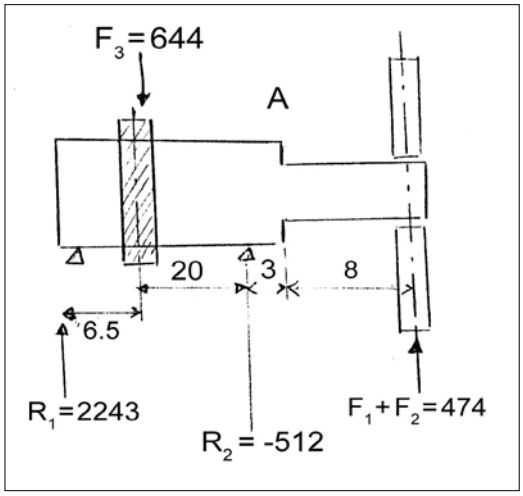
$$\theta = \pi^{\text{Rad}}$$

$$\mu = 0.3$$

$$F_1 = 133 \, kgf$$

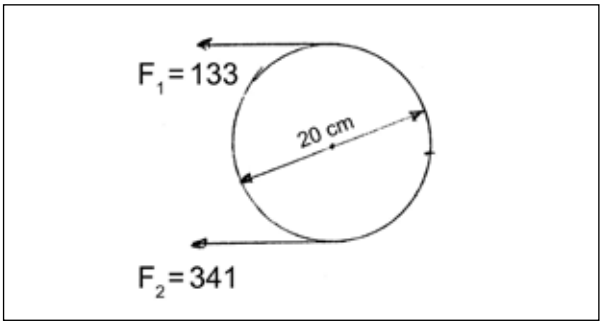
$$F_2 = 341 \, kgf$$

نقطه‌ی ضعف شافت، محل نقطه‌ی A است.



شکل ۳: نمونه‌ای از طراحی شامل تغییر قطر شافت و تکیه‌گاه‌ها و محل قرارگیری چرخ‌دنده

توجه شود که $F_3 = \frac{F_b}{cos\ 20} = 544$ و نیروی پایه از طریق زیر به‌دست می‌آید:



شکل ۴: نیروهای F_1 و F_2 وارده بر پولی محرک دیسک‌های روتر آسیاب

❖ **محاسبه‌ی شافت اول:**

$$644 \times 20 + 474 \times 11 = R_1 \times 26.5 \rightarrow \text{R}_1 = 682$$

$$R_2 = 682 - 644 + 474 = 512$$

با فرض $C_{\text{M=1.5}}$ و $C_{\text{T=1.5}}$ و با توجه به قطر شافت:

$$d \ = 4.5 \ cm$$

$$S_{S=\frac{16}{\pi d^3}\sqrt{(\text{C}_\text{M}.\mu)^2 + (\text{C}_\text{T}\text{T})^2}} =$$

$$\frac{16}{\pi(4.5)^2}\sqrt{-(1.5 \times 3792)^2 + (1.5 \times 2086)^2} = 362 \frac{kg}{cm^2}$$

یعنی فولاد ST 80 جواب می‌دهد.

❖ **محاسبه‌ی شافت دوم:**

$$F_1 = \frac{F_b}{\cos 20} = \frac{605}{\cos 20} = 644$$

$$F_2 = \frac{F_b}{\cos 20} = \frac{2614}{\cos 20} = 2782$$

$$R_1 + R_2 = 644 + 2782 = 3426$$

$$2782 \times 6 + 644 \times 20 = R_2 \times 25$$

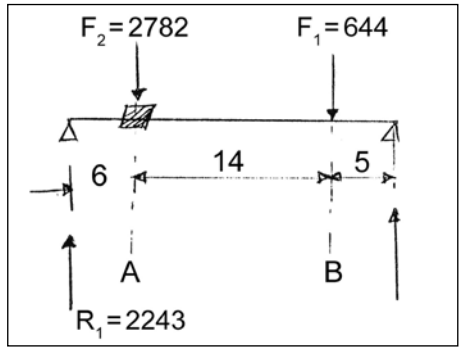
$$R_1 = 2243$$

$$R_2 = 1182$$

محاسبه برای دو نقطه‌ی مشکوک A و B صورت می‌گیرد:

$$M_A = 2243 \times 6 = 13458 \quad kg.cm$$

$$M_B = 1182 \times 2 = 2364 \quad kg.cm$$



شکل ۵: شافت دوم، دو نقطه تغییر شافت A و B دارد

با فرض $C_M = C_R = ۱/۵$ و با توجه به $d_A = ۸/۵$ و $d_E = ۶$ و $T_E = ۰$ و $T_A = ۱۳۳۳۴$، نتیجه می‌شود:

$$S_{SA} = \frac{16}{\pi d^3}\sqrt{(C_M.\mu)^2 + (C_T T)^2}$$

$$= \frac{16}{\pi(8.5)^3}\sqrt{(1.5 \times 13458)^2 + (1.5 \times 13334)^2} = 236 \frac{kg}{cm^2}$$

یعنی فولاد ST 80 جواب می‌دهد.

❖ **محاسبه‌ی شافت سوم:**

$$F_1 = \frac{F_b}{\cos 20} = \frac{2614}{\cos 20} = 2782$$

$$F_2 = \frac{F_b}{\cos 20} = \frac{8331}{\cos 20} = 8855$$

$$R_1 + R_2 = 8855 + 2782 = 11637$$

$$2782 \times 5.5 + 8855 \times 15.5 = R_2 \times 25.5$$

$$R_1 = 5655 \text{ kg}$$

$$R_2 = 5982 \text{ kg}$$

محاسبه برای دو نقطه‌ی مشکوک A و B صورت می‌گیرد:

$$M_A = 5982 \times 10 = 59820 \quad kg.cm$$

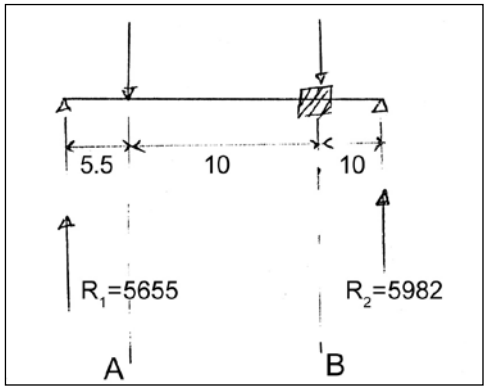
$$M_B = 5655 \times 5.5 = 31102 \quad kg.cm$$

با توجه به $C_M = C_T = ۱/۵$ و $d_A = ۹$ و $d_B = ۱۰$ و $T_B = ۵۹۴۹۴$ و $T_A = ۰$، نتیجه می‌شود:

$$S_{SA} = \frac{16}{\pi d^3}.C_M.M_A = \frac{16}{\pi \times 9^3} \times 1.5 \times 59820 = 621 \frac{kg}{cm^2}$$

$$S_{SB} = \frac{16}{\pi \times 10^3}\sqrt{(1.5 \times 59494)^2 + (1.5 \times 31102)^2} = 513 \frac{kg}{cm^2}$$

یعنی فولاد ST 80 جواب می‌دهد.



شکل ۶: در نقاط A و B تغییر قطر شافت صورت گرفته است

❖ **محاسبه‌ی شافت چهارم:** در انتهای شافت، چرخ دنده پینیون آسیاب سنگ با مشخصات زیر نصب شده است:

$$N = 17$$

$$M = 2\ cm$$

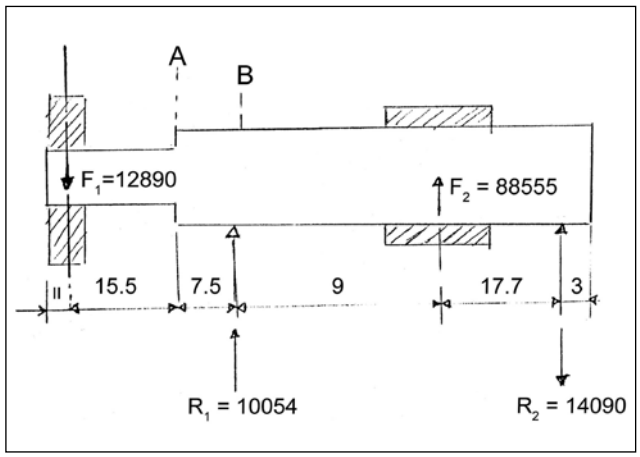
$$h = 22\ cm$$

$$\emptyset = 17 \times 2 = 34\ cm$$

$$F_b = \frac{C}{\frac{\varphi}{2}} = \frac{205900}{\frac{34}{2}} = 12112 \text{ kg}$$

$$F_1 = \frac{F_b}{\cos 20} = \frac{12112}{\cos 20} = 12890$$

$$F_2 = \frac{F_b}{\cos 20} = \frac{8321}{\cos 20} = 8855$$



شکل ۷

$$R_1 + R_2 = 12890 - 8855 = 4035$$

$$12890 \times 23 + 8855 \times 9 = R_2 \times 26.7$$

$$R_1 = 10054$$

$$R_2 = 14090$$

نقاط مشکوک A و B به‌صورت زیر هستند:

$$M_A = 12890 \times 23 = 296470 \quad kg.cm$$

$$M_B = 12890 \times 15.5 = 199800 \quad kg.cm$$

با توجه به $C_M = C_R = ۱/۵$ و $d_A = ۱۲$ و $d_B = ۱۱/۸$ و $T_A = T_B = ۲۰۵۹۰۰$، نتیجه می‌شود:

$$S_{SA} = \frac{16}{\pi \times 12^3}\sqrt{(1.5 \times 205900)^2 + (1.5 \times 296470)^2} = 1596 \frac{kg}{cm^2}$$

یعنی فولاد ST 120 جواب می‌دهد.

$$S_{SB} = \frac{16}{\pi \times (11.8)^3}\sqrt{(1.5 \times 205900)^2 + (1.5 \times 199800)^2} = 1334 \frac{kg}{cm^2}$$

٤- محاسبه‌ی عمر بلبرینگ‌ها

❖ **بلبرینگ شافت اول**: بلبرینگ مورد استفاده ۲۲۲۱۰ می‌باشد، بنابراین:

$C = 7084 \text{ kgf}$

$P = 682 \quad kgf$

$$N = (\frac{C}{P})^3 \times 10^6 = (\frac{7084}{682})^3 \times 10^6 = 1.12 \times 10^9$$

اگر ساعت کار آسیاب را روزی ۱۰ ساعت و سالی ۳۳۰ روز فرض کنیم، با توجه به تعداد سال‌های عمر بلبرینگ برابر است با:

$$K = \frac{1.12 \times 10^9}{700 \times 10 \times 60 \times 330} = 8 \text{ سال}$$

❖ **بلبرینگ شافت دوم**: اگر بلبرینگ مورد استفاده ۲۱۳۱۲ باشد، بنابراین:

$C = 14000 \text{ N}$

$N = 14271 \quad kgf \qquad P = 2243 \quad kgf$

$$N = (\frac{14271}{2243})^3 \times 10^6 = 257.5 \times 10^6$$

$$n = 700 \times \frac{23}{136} = 118.4 \, rpm$$

$$K = \frac{257.5 \times 10^6}{118.4 \times 60 \times 10 \times 330} = 11 \text{ سال}$$

❖ **بلبرینگ شافت سوم**: اگر بلبرینگ مورد استفاده ۲۱۶۱۰ باشد، بنابراین:

$C = 212000 \text{ N}$

$N = 21610 \quad kgf \qquad P = 5982 \quad kgf$

$$N = (\frac{21610}{5982})^3 \times 10^6 = 47.14 \times 10^6$$

$$n = 118.4 \times \frac{17}{82} = 24.5 \, rpm$$

$$k = \frac{47.14 \times 10^6}{25.4 \times 60 \times 10 \times 330} = 9.7 \text{ سال}$$

❖ **بلبرینگ شافت چهارم:** اگر از بلبرینگ ۲۴۰۲۴ استفاده شود:

$C = 325000\ N$

$N = 33130\ kgf \qquad P = 14090\ kgf$

$$N = (\frac{33130}{14090})^3 \times 10^6 = 13 \times 10^6$$

$$n = 7\ rpm$$

$$k = \frac{13 \times 10^6}{7 \times 60 \times 10 \times 330} = 9.4 \text{ سال}$$

محاسبه‌ی پیچ‌های بدنه‌ی گیربکس:

شـــدیدترین نیروهای کنشـــی که پیچ‌ها تحمـــل می‌کنند، در شافت چهارم است.

N نیروهای وارد بر بلبرینگ ۱۴۰۹۰ kgf است. فرض می‌شود که این نیرو فقط به دو پیچ در دو طرف یاتاقان وارد شود.

نیروی خالص هر پیچ برابر است با:

$$F = \frac{14090}{2} = 7045$$

این پیچ‌ها قبلاً با تورک مناســـبی ســـفت شده و برای این دو پیچ لازم اســـت از پیچ آلن M_{20} استفاده شود. برای سایر ســـیم‌ها می‌توان از پیچ آلن M_{18} اســـتفاده کرد. حد گسیختگی پیـــچ آلـــن برابـــر S_{ult}=۱۰۰۰۰، S_{yp} = ۸۵۰۰ و S_e = ۵۰۰۰ فرض می‌شود.

همچنیـــن فرض می‌شـــود که تورک ســـفت کـــردن پیچ‌ها نیـــروی اولیه‌ی ۱۰۰۰ kgf به آن وارد کند و نیروی کششـــی پیچ به‌طور متناوب بین ۴۰۰۰ تا ۷۰۴۵ kgf تغییر کند، ســـطح مقطع پیچ برابر اســـت با:

$$A = (2 - 0.3)^2 \frac{\pi}{4} = 2.27\ cm^2$$

$$F_{av} = 1000 + \frac{7045 + 4000}{2} = 6522$$

$$S_{av=} \frac{6522}{2.27} = 2873\ \ kgf/cm^2$$

$$F_r = \frac{7045 - 4000}{2} = 1522\ \ kgf$$

$$S_r = \frac{1522}{\frac{2}{27}} = 670\ \ \frac{kgf}{cm^2}$$

اگر ضریب تمرکز تنشی در پیچ را برابر ۳ فرض کنیم:

$K = 3$

$$S = S_{av} + K\frac{S_{YP}}{S_e} S_r = 2873 + 3 \times \frac{8500}{5000} \times 670 = 6290$$

$$S_F = \frac{S_{YP}}{S} = \frac{8500}{6290} = 1.35$$

این عدد مورد قبول است.

اگر برای سایر پیچ‌ها بخواهیم از پیچ M_{18} با همین مشخصات استفاده کنیم و نیروی وارده به پیچ به‌صورت تناوب بین ۲۰۰۰ تـــا ۳۰۰۰ kgf و نیروی ســـفت کردن آن ۸۰۰ KJ فرض شـــود، ضریب اطمینان به ترتیب زیر به‌دست می‌آید:

$$A = (1.8 - 0.3)^2 \frac{\pi}{4} = 1.77\ cm^2$$

$$F_{av} = 800 + \frac{3000 + 2000}{2} = 3300$$

$$S_{av=} \frac{3300}{1.77} = 1867\ \ \frac{kgf}{cm^2}$$

$$F_r = 500\ \ kgf$$

$$S_r = \frac{500}{1.77} = 283\ \ \frac{kgf}{cm^2}$$

$K = 3$ ضریب تمرکز تنشی

$$S = S_{av} + K\frac{S_{YP}}{S_e} S_r = 1867 + 3 \times \frac{8500}{5000} \times 283 = 3310$$

$$S.F = \frac{S_{YP}}{S} = \frac{8500}{3310} = 2.56$$

این عدد مورد قبول است.

منبع:

۱- کتاب اسپات (طراحی اجزاء مکانیکی)

۲- کتاب شیگلی (طراحی اجزا مکانیکی)

۳- کاتالوگ شرکت‌های Elecon و Flender

شاخص‌های انتشار گازهای آلوده به غبار مورد نیاز برای طراحی غبارگیرهای صنعت سیمان

مقاله

تهیه و تنظیم:
■ مهندس یاس سامی، کارشناس محیط زیست

۱- مقدمه

مهم‌ترین آلاینده‌ی منتشره در صنعت سیمان، گرد و غبار می‌باشد که در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی صرف رفع یا کاهش انتشار آن شده است. حاصل این اقدامات، دستیابی به موفقیت‌های چشمگیر در مورد کنترل ورود غبار به عرصه‌های زیست محیطی می‌باشد. عمده‌ترین تجهیزات غبارگیری از گازهای آلوده به غبار متداول در صنعت سیمان، سیکلون و مالتی سیکلون، فیلتر شنی، الکتروفیلتر و فیلتر کیسه‌ای می‌باشند. هرچند در این نوشتار درصدد تشریح روش‌ها و تکنولوژی غبارگیری در صنعت سیمان نمی‌باشیم، لیکن لازم به ذکر است که با استفاده از تکنولوژی پیشرفته‌ی غبارگیری، انتشار ذرات معلق به کمتر از $۱۰ mgr/Nm^3$ نیز رسیده است. با این وجود به لحاظ ضعف تکنولوژیکی و علمی در برخی موارد موضوع انتشار غبار در کارخانه‌های سیمان ایران هنوز به‌عنوان یک معضل اساسی مطرح می‌باشد. دلیل این مشکل را علاوه بر موضوع سرمایه‌گذاری برای خرید تجهیزات پیشرفته و غبارگیرهای جدید، بایستی در ارزیابی حجم گازهای آلوده به غبار تولید شده و میزان انتشار از هر نقطه و مشخصات آن‌ها دانست. چراکه اگر بهترین سیستم غبارگیری بدون لحاظ پارامتر میزان گازهای آلوده به غبار تولیدی انتخاب و نصب گردد، نتیجه‌ی مطلوبی را در پی نخواهد داشت. در این نوشتار سعی شده است به‌طور مختصر اطلاعات و شاخص‌های موجود بر اساس منابع معتبر جمع‌آوری و ارائه گردد.

۲- منابع گرد و غبار در صنعت سیمان

فرآیند تولید سیمان به‌طور اجتناب‌ناپذیری همراه با ایجاد گرد و غبار بوده و غبار حاصل دارای دانه‌بندی ریز و در زمره‌ی ذرات موسوم به نرم[1] قرار دارد. در یک کارخانه‌ی تولید سیمان در اثر سایش، خردایش، تخلیه، جابه‌جایی، پخت مواد در کوره و حرکت در درون آن و ... غبار تولید می‌شود. غبار حاصل از فرآیندهای فوق ویژگی‌های خاص خود را دارند. منابع تولید غبار به صورت زیر تشریح می‌گردد:

1- Fine

- **توسط مواد اولیه:** معدن‌کاری، حمل و نقل، جداسازی و ذخیره کردن، که به‌عنوان مراحلی جهت آماده‌سازی مواد اولیه‌ی همگن مطرح هستند. برای کنترل غبار در این مرحله، بیشتر از سیستم‌های پاشش آب، کف با آب و فیلتراسیون استفاده می‌شود.

- **آسیاب کردن و خشک کردن مواد:** در این قسمت تغذیه‌کننده‌ها و ذخیره‌سازی، سیستم‌های تخلیه‌ی مواد و حمل و نقل (همچون تسمه نقاله‌ها، بالابرهای سطلی[1] و ...) منابع اصلی تولید و انتشار غبار هستند. همچنین به‌لحاظ جریان هوا در درون آسیاب و انتقال پودر توسط آن، غبار فراوانی تولید می‌شود. پودرسازی بیش از حد مورد نیاز مواد در آسیاب‌های مواد خام، سبب افزایش غبار کوره و اختلال در جریان گازهای احتراق می‌گردد.

- **غبار حاصل از منطقه‌ی پخت و پیش‌گرمکن:** بخش اعظمی از آلودگی را تشکیل می‌دهد و مربوط به جریان گازهای خروجی از کوره می‌باشد. جریان گازهای که به صورت معکوس با جهت حرکت مواد جریان دارد، به‌سمت ابتدای کوره و سپس پیش‌گرمکن هدایت شده و نهایتاً پس از خنک شدن غبارگیری می‌شود. این غبار به دلیل حضور مواد قلیایی و فرار (ناشی از مواد خام و احیاناً سوخت)، فراریت بالایی دارد و ممکن است با سرد شدن، در قسمت‌هایی از فرآیند پخت رسوب یافته و پدیده‌های گرفتگی و سیکل درونی را سبب شود. بنابراین برای تنظیم مقدار آلکالی موجود در آن، می‌توان از یک مسیر کنارگذر[2]، مقداری از این گازها را خارج کرده و تصفیه نمود. این مسیر فرعی معمولاً بین ۳ تا ۱۰ درصد حجمی از گازهای خروجی انتخاب می گردد.

- **غبار خنک‌کن کلینکر:** دمای گاز خروجی از این قسمت ۱۵۰ تا ۳۰۰ ^{o}C می‌باشد. غبار آن زبر است و کمتر از ۱۵ درصد آن دانه‌بندی کمتر از ۱۰ μm دارد. طبق ضوابط و مقررات جاری، حد مجاز بار غبار در گازهای خروجی از خنک‌کن کلینکر معادل ۵۰ گرم به ازاء هر تن از کلینکر در فرآیند خشک می‌باشد.

- **غبار حمل و نقل و انباشت کلینکر:** در همهٔ سیستم‌های حمل و نقل، غبار در یک سری از مواضع انتشار می‌یابد که لازم است گازهای آلوده جمع‌آوری و به فیلترها هدایت شوند. سیستم جمع‌آوری شامل بر هودها، کانال‌های انتقال، فن‌ها و فیلترهای مناسب می‌باشد. غالباً ریزش آزاد کلینکر به هنگام انباشت آن، غبار زیادی را منتشر می‌کند که می‌توان با تعبیه‌ی سیستم‌های تخلیهٔ مکانیکی مناسب، تا حد زیادی از ایجاد و انتشار گرد و غبار جلوگیری کرد.

- **غبار حمل و نقل، بارگیری و بسته‌بندی سیمان:** این غبار توسط بخش‌هایی مثل تسمه نقاله، الواتورها، نقاله‌ی مارپیچی، دریچه‌ی سیلوها (محل تهویه) و سیستم انتقال پنوماتیکی تولید می‌شود. همچنین باید هنگام بارگیری فله‌ای سیمان نیز از سیستم‌های مکش غبار و فیلتر کردن آن استفاده نمود.

به لحاظ فرآیندی منابع انتشار غبار به دو دستهٔ زیر تقسیم می‌شوند:

الف- نقطه‌ای: مثل دودکش‌ها و تهویه‌ها، که در آن غبار از میان محیط محصور می‌تواند به‌سمت تجهیزات غبارگیری هدایت گردد.

ب- نفوذی: مثل معادن و سیستم‌های انتقال، که در آن غبار در محیط باز اطراف خود منتشر می‌شود. در این حالت کاهش انتشار غبار توسط افزایش رطوبت مواد کنترل می‌گردد. پس این موضوع در آب و هوای خشک، اهمیت بیشتری دارد. این نوع انتشار، محیط کارخانه را تحت تأثیر قرار داده و بر سلامتی کارگران نیز مؤثر است.

۳- اعداد مبنا برای حجم گازهای آلوده به غبار تولید شده

تعیین و تخمین حجم گازهای آلوده منتشر شونده از نقاط مختلف خط تولید سیمان به منظور پیش‌بینی اقداماتی برای تصفیه و فیلتر کردن آن‌ها، الزامی است. بنابراین شاخص‌های زیر معرفی می‌گردند:

۱- باکت الواتور

2- by-pass

۳-۱- سنگ شکن

برای هر متر مربع از دهانه‌ی هود نصب شـده بر روی قیف تغذیه، میزان مکش ۶۰ m^3/min در نظر گرفته می‌شـود. هرچند مقدار هـوای آلوده به غبار به میزان رطوبت مواد نیز وابسـته است. انتشار غبار تا رطوبت دو درصد ایجاد می‌شود. با وجود چهار درصد رطوبت، مقدار انتشـار غبار به میزان قابل توجهی کاهـش می‌یابـد و در رطوبت هفت درصد، میـزان گرد و غبار ایجاد شـده تقریباً صفر است. به‌همین لحاظ در این بخش برای جلوگیری از انتشـار غبار، عمدتاً از پاشش آب (تا چهار درصد) استفاده می‌شود.

۳-۲- سرندهای لرزشی

مقدار هوای تهویه شـونده ۱۵ m^3/min به ازای هر متر مربع از سـطح سرند می‌باشد و اگر در محفظه‌ی سرند جهت تخلیه یا به هر دلیل دیگر فضای بازی وجود داشته باشد، به‌ازای هر متر مربع آن ۳۰ m^3/min افزوده می‌شود.

۳-۳- مخازن و بونکرها

۷۵ m^3/min به‌ازای هر متر مربع از سطح مقطع آن

۳-٤- محل‌های ذخیره‌ی روباز

در حالـت ذخیره در میان شـبکه، مقدار مکـش لازم برابر ۶۰ m^3/min برای هر متر مربع از سطح شبکه می‌باشد.

۳-۵- واگن‌هایی که روی ریل حرکت می‌کنند

هنگام تخلیه‌ی مواد ریز و خشک، باید حدود ۲۵ m^3 از هوای آلـوده به ازای تخلیه‌ی هر واگن بـا ظرفیت حدود ۳۰ تا ۵۰ تن، جمع‌آوری گردد. بـرای کاهش حجم هوای آلوده می‌توان مقدار رطوبت را افزایش داد.

۳-۶- خشک‌کن‌های مواد خام

۰/۸ تا ۲ Nm^3 به‌ازای هر کیلوگرم مواد

۳-۷- آسیاب مواد

برای آسیاب‌های با تخلیه‌ی وزنی، مقدار هوای آلوده معادل ۴ برابر حجم آسیاب برای هر دقیقه در نظر گرفته می‌شود. برای آسیاب‌های هوا جاروبی این مقدار برابر ۲ تا ۲/۵ Nm^3 برای هر کیلوگرم از مواد سائیده شده می‌باشد.

۳-۸- آسـیاب‌های غلتکـی مثـل لوشـه[1]، رایموند[2]، پلیزیوس[3]، فایفر و ...

در محـدودهٔ ۱/۵ تـا ۲/۵ Nm^3 برای هر کیلوگـرم از مواد سائیده شده می‌باشد.

۳-۹- گازهای خروجی از کوره‌ی دوار

- بـرای کوره‌های تر ۲/۸ تـا ۳/۵ Nm^3 به‌ازای هر کیلوگرم کلینکر

- برای کوره‌های خشک ۱/۴ تا ۲/۳ Nm^3 به‌ازای هر کیلوگرم کلینکر

۳-۱۰- گریت کولر سیستم پخت

کل هـوای ورودی به گریت کولر برابر ۳/۴ Nm^3 به‌ازای هر کیلوگرم کلینکر می‌باشـد که از این مقـدار ۰/۹ Nm^3 به‌ازای هر کیلوگرم کلینکر بعنوان هوای ثانویه به کوره برگردانده می‌شود و ۲/۵ Nm^3 بـه‌ازای هـر کیلوگـرم کلینکر آن بایـد غبارگیری شود. اگر قسـمتی از این گازها جهت خشک کردن مواد اولیه یا زغال‌سـنگ مصرف گردد، حجم هوای آلوده‌ای که باید تصفیه شود، کاهش می‌یابد.

۳-۱۱- آسیاب سیمان (سایش نهایی)

مقدار هوایی که باید غبارگیری شـود ۴ برابر حجم آسـیاب در دقیقه می‌باشد.

۳-۱۲- جداکننده‌های مکانیکی

عمل جداسـازی در جداکننده‌های سـاده تا حدودی توسط هوای در گردش آن انجام می‌گیرد، اما اگر خنک کردن سـیمان یا خشـک کردن مواد خام نیز در آن انجـام گیرد، حجم هوایی که لازم اسـت غبارگیری شود برابر ۰/۸۵ تا ۱ Nm^3 به ازای هر کیلوگرم محصول جداکننده خواهد بود.

1- Loesche
2- Raymond
3- Polysius

۳-۱۳- بالابرهای سطلی یا الواتورها

بـــه ازای هر متر مربع از ســـطح مقطع الواتـــور ۳۰ m^3/min می‌باشد که برای الواتورهای با ارتفاع بیش از ۱۰ متر، دو لوله‌ی مکش پیشنهاد می‌گردد.

۳-۱۴- باندهای نقاله برای انتقال مواد خشک

مقدار مکش بـــرای هر متر مربع از فضای ســـطح محصور (کاور) برابر ۶۰ m^3/min می‌باشـــد و ملاحظـــات زیر را باید در نظر داشت:

– اگر ســـرعت باند برابر یا کمتر از ۱ m/s باشد، به ازای هر متر عرض باند ۳۰ m^3/min اضافه می‌شود.

– اگر سرعت باند بیش از ۱ m/s باشد، به‌ازای هر متر عرض باند ۶۰ m^3/min اضافه می‌شود.

۳-۱۵- مکـش از لوله‌هـای انتقـال با هوای فشـرده، سیسـتم‌های اختـلاط مواد خـام و سیسـتم هوادهی سیلوهای سیمان و مواد خام

مقـدار مکـش لازم برابر حجم هوای دمیده شـده توسـط بلوورها ضرب در ۱/۲ می‌باشد.

۳-۱۶- بارگیری سیمان فله

حجم مکش در هر دقیقه ۳ برابر حجم بونکری (مخزن) است که از سیمان پر می‌شود.

۳-۱۷- بارگیری کیسه‌ای (با سیستم تراکم توربینی)

حجم مکش برای هر شـــیر کیســـه پرکنی برابر ۳۵ m^3/min برای کیســـه پرکن‌های ردیفی با ۲ تا ۶ شـــیر و کیسه پرکن‌های گردان تا ۱۵ شـــیر می‌باشـــد و مقدار ۳ m^3/min جهت نوســـان مخزن برای هر استفاده‌کننده اضافه می‌شود.

۴- ارزیابی حجم گازهای آلوده به غبار حاصل در یک واحد تولید سیمان

میزان حجم گازهای آلوده به غبار جهت غبارگیری در یک واحد تولید سیمان با ظرفیت ۲۰۰۰ تن در روز به شرح زیر می‌باشد:

– آسیاب سنگ: ۶۰۰ m^3/min

– خشک کن مواد (خاک): ۱۲۰۰ m^3/min

– سایش مواد با فرآیند خشک کردن و اختلاط: ۳۴۰۰ m^3/min

– کوره‌ی دوار و خنک‌کن کلینکر: ۱۳۳۰۰ m^3/min

– آسیاب سیمان با سپراتور: ۴۷۰۰ m^3/min

– سیلوهای سیمان و بارگیری (با ۴ دستگاه بارگیری کیسه و فله): ۲۰۰۰ m^3/min

مجموع: ۲۵۲۰۰ m^3/min

در این واحد ۱۳۸۹ کیلوگرم در دقیقه سیمان تولید می‌شود، در حالی‌که حدود ۲۵۲۰۰ متر مکعب در دقیقه، گاز آلوده به غبار منتشر می‌شود که باید غبارگیری گردد. یعنی ۱۸/۱۴ متر مکعب به‌ازای هر کیلوگرم سیمان یا :

$$۱۸/۱۴ \times ۱/۲۹ = ۲۳/۴۰ \ kg_{Air\&gas}/kg_{cem}$$

ایـــن اعداد عظمت و اهمیت فرآیند غبارگیری را در واحدهای تولید سیمان نشـــان می‌دهد. برای جلوگیری از انتشار غبار در فرآیند تولید ســـیمان، لازم است تا تجهیزات مربوطه در شرایط فشـــار منفـــی (مکش) کار کنند. بـــه همین منظور با اســـتفاده از مکنده‌های مناسب (فن‌ها) این حجم عظیم گازهای آلوده به غبار به تجهیزات غبارگیری هدایت می‌شوند.

۵- ویژگی فیزیکی و شیمیایی غبارهای صنعت سیمان

مشـــخصات غبار تولیـــدی به‌طور قابل توجهـــی بر رفتار و طراحـــی غبارگیرها تأثیر می‌گذارد. همچنیـــن اثر غبار بر محیط زیست توسط پارامترهای زیر مشخص می‌شود:

- اندازه
- شکل
- سفتی
- ترکیب شیمیایی
- ساختمان مینرالی
- مقاومت الکتریکی
- جرم مخصوص
- زاویه‌ی ته‌نشینی

از لحاظ نوع غبار دو شـــکل کلی برای آن در نظر می‌گیرند: یکی مربـــوط به مراحل قبل از پخـــت بوده و بیشـــتر از جنس مواد اولیه و خام می‌باشـــد و دیگری مربـــوط به مرحله‌ی پخت و بعد از آن اســـت و ترکیـــب متفاوتی با مواد اولیـــه دارد. ترکیب شـــیمیایی غبارهای تولیدی بـــه جز غبار کوره‌ی ســـیمان، نزدیک به مواد موجود در منطقه‌ی غبارگیری اســـت. البته آنچه که مشـــخص است، به‌دلیل دانه‌بندی کوچکتر غبار نســـبت به خود مـــواد، در مورد فرآیندهای فیزیکی و شـــیمیایی اثرات ویژه‌ای می‌تواند داشته باشد.

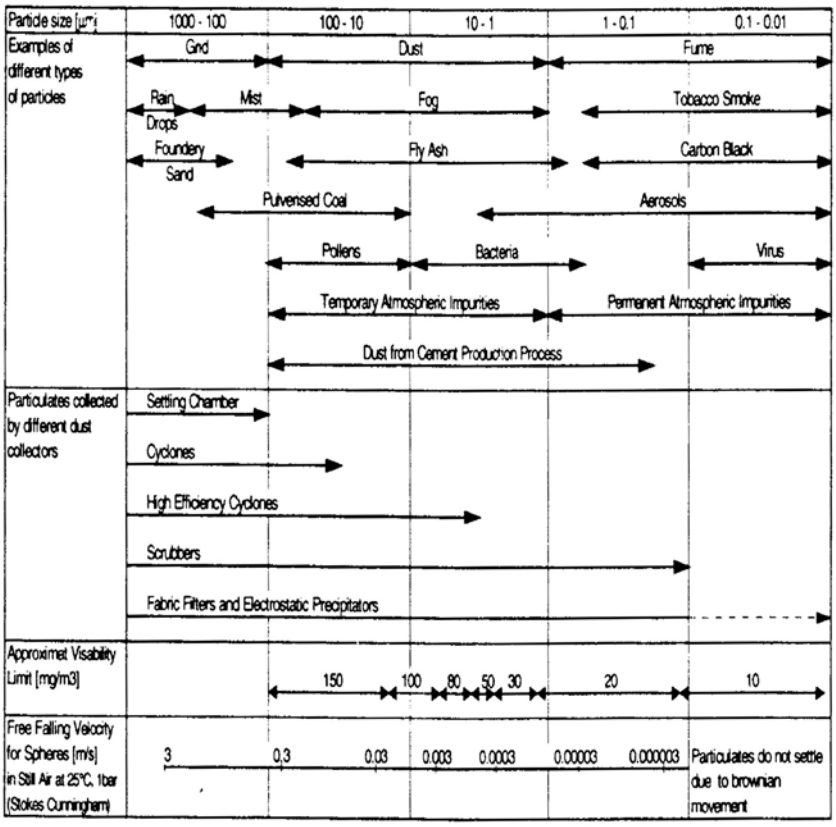
۵-۱- مقدار بار غبار

در جدول ۱ مقـــدار بار غبار یا ذرات جامد همراه جریـــان گازهای آلوده در قســـمت‌های مختلف یـــک واحد تولید ســـیمان بیان گردیده اســـت. با توجه به ویژگی‌های غبار تولیدی در بخش‌هـــای مختلف، بـــه جز غبار کوره‌ی ســـیمان را می‌توان به فرآیند تولید برگرداند. هرچند با توجه به مشخصه‌های این مواد، می‌توان اســـتفاده‌های خاص و بهینه از آن داشـــت. اما در مورد غبـــار گازهای کوره به‌دلیـــل حضور مقادیر زیاد مـــواد قلیایی، برگرداندن مجدد آن به فرآیند تولید ســـبب تشـــدید ســـیکل‌های قلیایی شـــده و بروز مشکلاتی همچون گرفتگی، تغییر در میزان ضریب اشباع آهک (LSF) و آسیب به نسوزها را به همراه دارد. مقدار این غبار بر حســـب نوع مواد، شـــرایط بهره‌برداری و نوع فرآیند بین ۳ تا ۲۰ درصد از محصول می‌باشد.

۵-۲- مشخصات فیزیکی و دانه‌بندی غبار

دانه‌بندی غبار منتشر شـــونده بر اساس مناطق مختلف یک خـــط تولید ســـیمان متفاوت اســـت و در جـــدول ۴ می‌توان این موضوع را ملاحظه نمود. همچنین در شکل ۱ مقایسه‌ی بین ابعاد و خواص فیزیکی غبار مناطق مختلف نشان داده شده است.

مشـــخصات غبارها توسط منشـــأ و منابع مختلف تولید آن



شکل ۱: مقایسه‌ی اندازه و خواص فیزیکی غبارهای مختلف

همانند خردایش، اختلاط، جداسازی و پخت تعیین می‌شود. غبار حاصل از گازهای پیش‌گرمکن نرم‌تر (دارای دانه‌بندی ریزتر) از غبار خنک‌کن کلینکر است و به همین دلیل جداسازی آن مشکل‌تر می‌باشد. شکل ۲ توزیع اندازهٔ ذرات برخی از انواع غبار تولیدی سیستم پخت سیمان را نمایش می‌دهد.

جدول ۱: مقدار غبار تولیدی در بخش‌های مختلف تولید سیمان

تجهیزات	مقدار غبار (gr/Nm^3)
کراشر	۵ تا ۱۵
آسیاب چکشی: با اندازه‌ی خروجی۲ تا ۵mm	۱۵ تا ۲۰
آسیاب چکشی: برای محصولات پودر شکل	۲۰ تا۴۰
انبارهای رو باز	تا ۵
سرند ویبره	۱۵ تا۲۰
خشک‌کن دوار مواد	۴۰ تا۹۰
خشک‌کن‌های سریع با پارویی	۵۰ تا ۲۵۰
آسیاب مواد خروجی با جاذبه	۲۰ تا ۸۰
آسیاب مواد هواجاروبی	۳۰۰ تا ۵۰۰

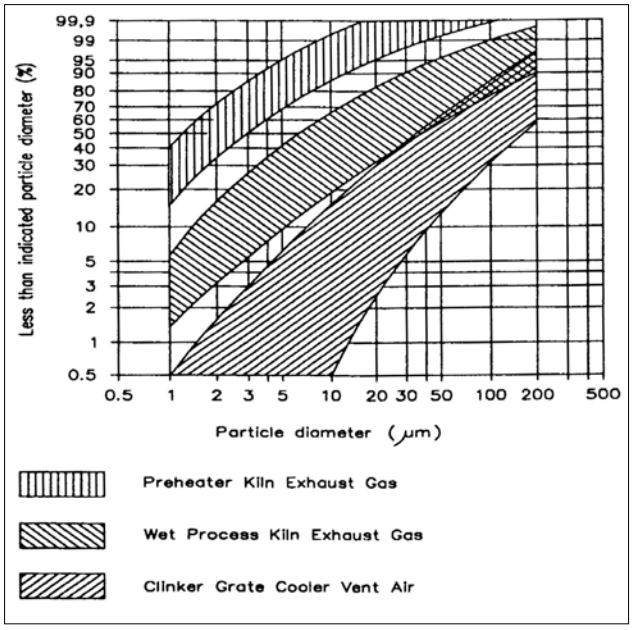
آسیاب غلتکی	۶۵۰
کوره‌ی بلندتر	تا ۱۵
کوره‌ی بلند خشک	تا ۳۰
کوره‌ی خشک کوتاه	تا ۶۰
کوره‌ی با پیش‌گرمکن	۵۰ تا ۷۵
مخازن (بین‌ها)	۵ تا ۱۵
دامپرهای ریل‌دار گردان	۱۰ تا ۲۰
هوای گریت کولر	۱۰ تا ۱۵
آسیاب‌های خردایش نهایی	۲۰ تا ۸۰
سپراتورهای مکانیکی	۸۰ تا ۱۲۰
بالابرهای مواد خام	۲۰ تا ۳۰
بالابرهای کلینکر	تا ۱۰
محل‌های انتقال تسمه نقاله‌ها در مواد خشک	۱۵ تا ۲۰
سیستم‌های انتقال پنوماتیکی	۳۰ تا ۲۰۰
بسته‌بندی	۲۰ تا ۳۰

توزیع دانه‌بندی غبار کنارگذر یک کوره‌ی نمونه تولید سیمان به این صورت است که ذرات کوچکتر از µm ۴۵ حدود ۸۰/۹ درصد و ذرات کوچکتر از µm ۴۰ مقدار ۳۰ درصد از کل غبار کوره را تشکیل می‌دهند. بدیهی است هر چه ذرات غبار ریزتر باشند، سطح تماس بیشتر می‌شود که در کاربردهای آن می‌تواند مؤثر باشد.

۵-۳- ترکیب شیمیایی غبار

آنالیز شیمیایی غبار حاصل از گازهای کوره، به‌طور متوسط برای ۵ واحد نشان می‌دهد که ترکیب غبار با دانه‌بندی تغییر می‌کند. مثلاً SiO_2 در ذرات درشت بیشتر و برعکس در مورد مواد آلکالی، مقدار آن در دانه‌بندی درشت خیلی کمتر از مواد ریز است.

لازم به ذکر است که بر حسب نوع مواد اولیه و سیستم تولید سیمان، آنالیز غبار کوره نیز تفاوت می‌کند و بهتر است در هر واحد به‌طور خاص بررسی گردد. در جدول ۲ آنالیز شیمیایی مواد اولیه‌ی استفاده شده به همراه غبار کنارگذر کوره در زمان مزبور، به صورت مقایسه‌ای نشان داده شده است. همچنین در جدول ۳ با نمونه‌برداری از مواد و غبار تولید شده در همان محل، برای یک خط تولید سیمان نشان داده شده است



شکل۲: توزیع اندازه‌ی ذرات برخی از انواع غبار تولیدی سیستم پخت سیمان

که جنس غبار تولیدی در همه‌ی نقاط مشابه با مواد موجود در همان منطقه است، الا در مورد غبار کوره که تفاوت‌ها چشمگیر می‌باشد.

شاخص‌های مختلف مورد نیاز برای طراحی سیستم‌های غبارگیر در قسمت‌های مختلف یک کارخانه‌ی سیمان اعم از مقدار گازهای آلوده به غبار جهت تهویه و بار غبار موجود در آن و توزیع اندازه‌ی ذرات غبار در جداول ۴ و ۵ ارائه شده است.

جدول ۲: ترکیب شیمیایی مخلوط مواد خام و غبار کوره‌ی دوار برحسب درصد

اکسید	مخلوط مواد خام	غبار کورهٔ دوار
SiO_2	۱۱/۳۹	۱۵/۹۰
Al_2O_3	۵/۳۱	۳/۷۸
Fe_2O_3	۱/۸۱	۲/۵۸
CaO	۴۳/۵۲	۳۴/۴۰
MgO	۰/۹۸	۰/۷۸
SO_3	۰/۷۲	۷/۷۴
K_2O	۱/۲۵	۱۱/۰۶
Na_2O	۰/۰۹	۰/۴۱
L.O.I	۳۵/۴۳	۲۳/۹۵

جدول ۳: مقایسه‌ی آنالیز شیمیایی کلینکر و غبار کوره‌ی دوار برحسب درصد

اکسید	کلینکر	غبار الکتروفیلتر کوره‌ی دوار
SiO_2	۲۱/۶۷	۷/۸۵
$Al2O_3$	۵/۴۸	۳/۱۰
Fe_2O_3	۳/۹۹	۱/۴۵
CaO	۶۴/۶۳	۴۸/۴۵
MgO	۱/۶۶	۰/۸۰
SO_3	۰/۹۹	–
K_2O	۰/۲۹	۰/۲۰
Na_2O	۰/۳۲	۰/۹۱
L.O.I	۰/۵۳	۳۷/۱۶

منابع:

۱- حسین چهرگانی، "مهندسی محیط زیست در صنعت سیمان"، انتشارات حاذق و انرژی، ۱۳۸۳

2- S. P. Deolalkar, «Handbook for designing cement plants», BSP Publications, 2008

3- W. H. Duda, «Cement data book - Dust Collection», Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin, 1985

4- HOLDER BANK CEMINAR, «Process technology, dedusting», World Seminar, 2000

۵- حسین چهرگانی و همکاران، "بهینه‌سازی فیلترهای کیسه‌ای در یک کارخانه‌ی تولید سیمان به‌منظور افزایش راندمان غبارگیری"، اولین کنگره‌ی کشوری آلودگی هوا، مهرماه ۱۳۸۲، دانشگاه شهید بهشتی

جدول ۴: توزیع اندازه‌ی ذرات غبار

ردیف	محل خروج گاز		بر اساس کتاب Duda					براساس کتاب Otto Labhan
۱	سنگ شکن	اندازه‌ی ذرات (میکرون)		۰ –۲۰	۲۰–۶۰	۶۰ –۱۰۰		۰ –۱۰
		%		۲۰–۲۵	۱۰–۱۵	۵۰–۶۰		۵ –۲۰
۲	خشک‌کن دوار	اندازه‌ی ذرات (میکرون)	۰ –۱۰	۱۰ –۳۰			۳۰ –۲۰۰	۰ –۱۰
	سنگ آهک	%	۲۰ –۳۰	۴۰ –۵۰			۱۰ –۲۰	۴۰–۷۰
۳	خشک‌کن سریع پدلی	اندازه‌ی ذرات (میکرون)	۰ –۱۰			۱۰–۱۰۰		۰ –۱۰
		%	۵۰–۷۰			۳۰ –۵۰		۵۰–۷۰
۴	خشک‌کن زغال سنگ	اندازه‌ی ذرات (میکرون)		۰ –۳۰		۳۰ –۱۰۰		۰ –۱۰
		%		۵۰ –۷۵		۲۵ –۵۰		
۵	آسیاب زغال سنگ	اندازه‌ی ذرات (میکرون)	۰ –۲۰			۲۰–۱۰۰		۰–۱۰
		%	۵۰–۹۵			۵ –۵۰		۴۰–۸۰
۶	آسیاب مواد خام	اندازه‌ی ذرات (میکرون)	۰ –۲۰			۲۰–۱۰۰		۰ –۱۰
		%	۷۰ –۸۰			۲۰–۳۰		۴۰–۹۰
۷ (الف)	کوره‌ی دوار بلند تر	اندازه‌ی ذرات (میکرون)	۰–۲۰	۲۰ –۶۰		۶۰–۱۰۰		
		%	۳۵ –۴۰	۲۰ –۴۰		۱۵ –۲۰		
۷ (ب)	کوره‌ی دوار بلند خشک	اندازه‌ی ذرات (میکرون)	۰ –۱۰	۱۰ –۳۰		۳۰–۱۰۰		
		%	۴۰–۶۰	۲۰–۳۰		۵ –۱۰		

۷ (ج)	کوره‌ی دوار خشک مجهز به پیش گرمگن	اندازه‌ی ذرات (میکرون)	۰ –۱۰			۱۰۰–۱۰		۰ –۱۰
		%	۹۵–۹۰			۱۰–۵		۹۹٫۵–۸۵
۸	آسیاب سیمان	اندازه‌ی ذرات (میکرون)	۱۰–۰	۴۰–۱۰	۸۰–۴۰	۱۰۰–۸۰		۱۰–۰
		%	۲۰–۱۰	۴۰–۳۰	۳۵–۲۵	۵–۲		۸۰–۴۰
۹	تجهیزات انتقال و جابجایی	اندازه‌ی ذرات (میکرون)	۱۰– ۰	۴۰–۱۰	۸۰–۴۰	۱۰۰ –۸۰		۱۰–۰
		%	۲۰–۱۵	۵۵–۴۰	۱۸–۱۰	۷–۳		۵۰–۱۰
۱۰	گریت کولر	اندازه‌ی ذرات (میکرون)						۱۰–۰
		%						۱۵–۰

جدول ۵: مقدار گازهای آلوده به غبار مورد نظر جهت تهویه و بار غبار موجود در آن (داده‌های جمع‌آوری شده از منابع)

ردیف	تجهیز/محل	نوع	از کتاب تهویه صنعتی		از کتاب Duda		از کتاب اتولابان		دما
			مقدار تهویه (m^3/hr)	بار غبار gms/nm^3	مقدار تهویه m^3/hr	بار غبار gms/nm^3	مقدار تهویه m^3/hr	بار غبار gms/nm^3	^oC
۱	سنگ شکن	کراشر فکی		۴۵–۲۵		۲۵–۱۵			
						۲۰–۱۵ محصول	۱۰۰–۸۰ به ازای هر تن محصول	۱۵–۵	
		تغذیه از انتها	۲۷۰۰ به ازای هر متر مربع از سطح باز هود باز		۳۶۰۰	۵–۲			
		تخلیه از انتها	برای جریان تند عدد بالا در ۱/۵ ضرب شود			پودر ۴۰–۲۰			
		سنگ‌شکن ژیراتوری					۲۰۰–۱۵۰ به ازای هر تن محصول	۲۰–۱۰	
		غلتکی و غلتک و رینگ					۸۰–۶۰ به ازای هر تن محصول	۲–۰/۵	
۲	آسیاب‌های سایش	هوا جاروبی			۲۰۰–۱۲۰ به ازای هر کیلوگرم مواد حاصل	۵۰۰–۳۰۰	۱/۵–۰/۸ به ازای هر کیلوگرم	۸۰۰–۳۰ گرم	۱۵۰ تا ۷۰
		آسیاب مواد خام خروجی با جاذبه	۸/۵ به ازای هر اسب بخار توان موتور		۲۴۰ ضربدر حجم آسیاب	۸۰–۲۰			
		آسیاب زغال سنگ		۵۰–۳۰	۹۰–۱۲۰ nm^3 بر کیلوگرم مواد حاصل	۱۲۰–۱۰۰	۱/۵ تا ۰/۸ به ازای هر کیلوگرم محصول	۸۰۰–۳۰ گرم	
		آسیاب سیمان مدار باز	۱۳ به ازای هر اسب توان موتور	۲۵۰–۱۵۰	۲۴۰ ضربدر حجم آسیاب	۸۰–۲۰	۰/۲ تا ۰/۸ به ازای هر کیلوگرم محصول	۴۰۰–۳۰ گرم	۱۲۰–۶۰
		آسیاب سیمان مدار بسته		۴۰۰–۲۰۰					
		آسیاب غلتکی			۹۰–۱۵۰ nm^3 بر کیلوگرم مواد اولیه	۶۵۰			
		آسیاب رینگ و گلوله	۰/۵ تا ۰/۶ بر متر بر ثانیه از سطح مقطع آسیاب (مقدار بیشتر را در نظر بگیرید)						
		موارد جانبی		۳۰–۲۰					

۳	خشک‌کن‌ها	دوار		۰/۸ -۲ nm^3 به ازای هر کیلوگرم‌مواد خشک	دوار ۹۰- ۴۰	۰/۸-۲	۲۰-۶۰ گرم	۷۰ تا ۱۵۰
		بستر سیال			سریع ۵۰-۲۵۰	۰/۵-۱/۵ سریع	۲۰-۱۵۰ گرم	۷۰ تا ۱۵۰
۴	سپراتورهای هوایی	مرسوم	۲۸۰ -۱۵۰	۰/۸۵-۱ nm^3 بر کیلوگرم	۸۰-۱۲۰			
		۴/۳۳ قطر		۳۱۳۰۰				
		۴/۸۷ قطر		۴۴۰۰۰				
		۵/۴۹ قطر		۵۹۵۰۰				
		۶/۱ قطر		۷۴۰۰۰				
		۶/۷ قطر		۸۳۳۰۰				
		۷/۳ قطر		۹۲۷۰۰				
۵	انتقال دهنده‌ها	نوار نقاله لاستیکی		۳۶۰۰ به ازای هر متر مربع سطح باز	۱۸۰۰ به ازای هر متر عرض نوار	۱۵۰۰ تا ۲۴۰۰ برای نوار ۶۰۰ تا ۸۰۰ میلیمتر عرض	۵ تا ۲۰ گرم	
		سرعت کمتر از ۱ متر بر ثانیه		۱۹۵۰ به ازای هر متر عرض نوار	۳۶۰۰ به ازای هر متر عرض نوار	۲۱۰۰ تا ۳۰۰۰ برای نوار ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ میلیمتر عرض		
		سرعت بیشتر از ۱ متر بر ثانیه		۱۹۵۰ به ازای هر متر عرض نوار		۲۴۰۰ تا ۳۶۰۰ برای نوار ۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰ میلیمتر عرض		
		برای خیلی کمتر از ۱ متر		۱۲۰۰ برای نوار عرض کمتر از ۱ متر		۲۴۰۰ تا ۳۶۰۰ برای نوار ۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰ میلی‌متر عرض		
		الواتور سطلی		۱۸۰۰ به ازای هر m^2 سطح مقطع کاور	۱۸۰۰ به ازای هر m^2 سطح کاور ۲۰ تا ۳۰ گرم برای مواد خام مخلوط کمتر از ۱۰ برای کلینکر	۲۰۰۰ به ازای هر متر مربع برای سرعت ۱ m/s	۵ تا ۳۰ گرم	
				برای ارتفاع بالای ۱۰ متر	۲ بار تهویه		۵ تا ۳۰ گرم	
		مارپیچ		۱۹۵۰ به ازای هر متر قطر مارپیچ مناسب برای تهویه از پایین‌دست تغذیه				
		پمپهای پنوماتیکی و انتقال دهنده‌های هوایی		برای فاصله‌ی کمتر از ۱۵۰ متر ۱/۵ برابر معادل هوای آزاد				
				برای فاصله‌ی بیشتر از ۱۵۰ متر ۱/۷۵ و ۱/۵برابر معادل هوای آزاد				
				فاز فشرده		۲ تا ۴ برابر معادل هوای آزاد	۱۵۰ تا ۲۰۰	
				ایرلیفت		۲ برابر معادل هوای آزاد	۱۵۰ تا ۲۰۰	
				ایراسلاید ۱ برابر معادل هوای آزاد	۱/۲ برابر معادل هوای آزاد	۱۲۰ به ازای هر m^2 ۲۰+ درصد برای مواد سرد و ۳۵+ درصد برای مواد گرم	۳۰ تا ۵۰	

۶	سرندها	ویبره	۳۶۰۰ به ازای هر مترمربع هود با حداقل بازشدگی			۱۵ تا ۲۰	۵۰۰ تا ۱۲۰۰ به ازای هر متر مربع	۵ تا ۲۰	
			۹۰۰ به ازای هر مترمربع سطح سرند		۹۰۰ تا ۱۸۰۰ به ازای هر متر مربع فاصله بازشدگی				
		دوار	۱۸۰۰ به ازای هر متر مربع سطح دوار						
۷	تغذیه‌ی کوره		حداقل ۷۲۰۰ به ازای هر مترمربع میزان بازشدگی	۳۰ تا ۶۰					
۸	کوره‌ها	تر							
		نیمه خشک							
		خشک		۴۵ تا ۷۰ برای مستقیم	۱/۴–۲/۳ nm^3 به ازای هر کیلوگرم	کوره‌ی بلند خشک تا ۳۰	۱/۵–۱/۸ nm^3 به‌ازای کیلوگرم	۱۵ تا ۴۰ گرم	۲۵۰ تا ۳۶۰
				۹۰ تا ۱۵۰ غیرمستقیم برای آسیاب مواد خام		مجهز به پیش‌گرمکن ۵۰ تا ۷۵			
۹	خنک‌کن کلینکر	دوار							
		سیاره‌ای							
		گریت		۱۵ تا ۲۵	۲/۵ nm^3 به‌ازای هر کیلوگرم	۱۰ تا ۱۵	۰/۷ تا ۱/۸	۰/۷ تا ۱۰ گرم	۲۰۰ تا ۴۰۰
۱۰	سیلوها	هوادهی	۱ برابر معادل هوای آزاد		۱/۲ برابر معادل هوای آزاد	۳۰ تا ۵۰			
		اختلاط	۱ برابر معادل هوای آزاد	۳۵ تا ۶۰	۱/۲ برابر معادل هوای آزاد	۳۰ تا ۵۰	۱ برابر معادل هوای آزاد		
		سیمان		۳۵ تا ۶۰					
		تغذیه					۳/۵ برابر معادل هوای آزاد		
۱۱	بین‌ها	بالای آن بسته باشد	x k حجم مواد ورودی به بین در دقیقه ۳۶۰۰ به ازای هر مترمربع سطح بازشدگی بین (k برابر ۱برای بین بزرگ و ۵۰ برای کوچک)		۴۵۰۰ به ازای هر متر مربع سطح مقطع بین	۵ تا ۱۵			
۱۲	تجهیزات کیسه پرکنی	۶۰ تن در ساعت ۱۰۰ تن در ساعت ۲۰۰ تن در ساعت	۸۱۰۰	۲۰ تا ۳۰	۲۱۰۰ به ازای هر شیر به علاوه ۱۸۰ در هر شیر برای بین				
۱۳	انتقال فله				۱۸۰ ضربدر حجم محفظه بارگیری یا بونکر	۴۰ تا ۶۰			
۱۴	بارگیری	دامپر							
		دامپر با ذخیره‌ی باز				تا ۵			
		واگن ریلی			۹۰۰۰۰ برای واگن گودالی شکل با ظرفیت ۳۰ تا ۵۰ تن	۱۰ تا ۲۰ گرم	۳۵۰۰		۱۰ تا ۶۰ گرم

تکنولوژی تولید در کارخانه سیمان برای واحدهای خشک

(بخش شانزدهم: احتراق و فرآیندهای انتقال حرارت)

مقاله

ترجمه:

- مهندس ابراهیم چشمه‌وزانی، شرکت سیمان تهران
- مهندس حسین چهرگانی، شرکت سیمان تهران

۱- مقدمه

در موقع احتراق سوخت در کوره و کلسباینر، اپراتورهای کوره با مسائل مختلفی مواجه هستند. مسائلی که در حیطه‌ی کنترل آنهاست عبارتند از:

- نوع سوخت
- انتقال سوخت
- انتقال حرارت
- مومنتوم مشعل
- هوای اضافی
- انتشار گرد و غبار و گاز و سایر آلاینده‌ها

سایر مسائلی که غالباً از کنترل اپراتورهای کوره خارج هستند و می‌توانند اثرات زیادی بر احتراق بگذارند، عبارتند از:

- مومنتوم هوای ثانویه
- مومنتوم هوای ثالثیه
- آئرودینامیک کوره
- آئرودینامیک کلسباینر

همه‌ی این موارد متأسفانه در یک سیستم جمع شده‌اند. به‌طوریکه بررسی یک مورد به‌صورت مستقل از موارد دیگر مشکل است. تلاش شده است که در بخش احتراق موضوع احتراق و چگونگی به‌کارگیری آن در تولید سیمان تشریح شود.

۲- تاریخچه‌ی احتراق به‌عنوان یک علم

اگرچه احتراق تاریخ طولانی (مربوط به دوره زمانی پرومته‌اوس[1] که آتش را از خدایان دزدید) و از اهمیت فنی و اقتصادی زیادی برخوردار است، ولی بررسی‌های علمی آن، ریشه در سال‌های نسبتاً اخیر دارد.

می‌توان علم احتراق را به‌صورت علم واکنش‌های شیمیایی اگزوترمیک به‌همراه انتقال جرم و حرارت تعریف کرد. همچنین مسائل دیگری مثل ترمودینامیک، انرژی شیمیایی، مکانیک سیالات و فرآیندهای انتقال در این موضوع دخیل هستند. پایه‌گذاری دومین و آخرین مبحث احتراق در اواسط قرن نوزدهم انجام شد، ولی بعد از آن موضوع احتراق به‌عنوان

1- Prometheus

یک علم تا اوایل قرن بیستم مطرح نگردید. در سال‌های اخیر جهت درک فرآیندهای احتراق با کمک کامپیوترهای پیشرفته، روش‌های آزمایشگاهی در کنار استفاده از ریاضیات کاربردی، پیشرفت‌های بزرگی فراهم آمده است. غالباً توسعه‌ی فناوری در یک زمینه، ظهور علم دیگری را به‌دنبال دارد. امروزه به نظر می‌رسد که این موضوع در مورد احتراق و یا در خیلی موارد دیگر صدق می‌کند.

۳- شیمی احتراق

احتراق گروه خاصی از واکنش‌های شیمیایی است که طی آن سوخت و اکسیژن در فشار مناسب با یکدیگر ترکیب می‌شوند تا گرما و سایر محصولات احتراق تولید شود. سوخت می‌تواند به‌صورت گاز (مانند H_2 یا گاز طبیعی)، مایع (مثل الکل یا مایعات نفتی) یا به‌صورت جامد (مثل سدیم، کربن خالص یا زغال‌سنگ) باشد. احتراق از تجزیه‌ی بطئی و تدریجی تا انفجار ناگهانی می‌تواند اتفاق افتد. هدف مهندس احتراق و اپراتور کارخانه رسیدن به حالتی است که در آن حالت آزاد شدن گرما در حد مورد نیاز و به‌صورت یکنواخت باشد. بسیاری از سوخت‌های صنعتی، هیدروکربن‌ها هستند که به‌علت وجود عناصر هیدروژن و کربن به این نام نامیده می‌شوند و در زمان احتراق باید با اکسیژن ترکیب شوند تا گرما آزاد کنند.

فرآیند شیمیایی اکسیداسیون یک واکنش زنجیره‌ای پیچیده است. به‌هرحال به‌منظور دستیابی به هدف مورد نظر، ترکیب شیمیایی سوخت به چهار واکنش اصلی ساده می‌شود:

الف- اکسیداسیون کامل کربن:

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 + 394\ kj/mole\ (94\ kcal/mole)$$

ب- اکسیداسیون کامل هیدروژن:

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O \{$$

$$\rightarrow \begin{cases} +572\ kj/mole\ (137kcal/mole) & \text{آب متراکم } (GCV) \\ +484\ kj/mole\ (116\ kcal/mole) & \text{آب بصورت بخار } (NCV) \end{cases}$$

بعد از اکسیداسیون هیدروژن تفاوت حالت فیزیکی آب تولید شده به‌علت پیچیده بودن ارزش حرارتی ناخالص(GCV) و خالص (NCV) در سوخت‌های هیدروکربن‌دار است. گرمای ناخالص، گرمای آزاد شده‌ای است که در موقع اکسیداسیون هیدروژن و وجود آب متراکم آزاد می‌شود. در صورتی‌که ارزش حرارتی خالص، گرمای آزاد شده‌ای است که آب به‌صورت بخار باقی بماند. به‌حالت اول ارزش حرارتی بالا (HHV) و به‌حالت دوم ارزش حرارتی پایین (LHV) گفته می‌شود.

ج- اکسیداسیون ناقص کربن:

در زمان احتراق ناقص، تمام کربن موجود در سوخت با اکسیژن ترکیب نشده و به دی اکسید کربن تبدیل نمی‌شود، بلکه تنها بخشی از کربن با اکسیژن ترکیب شده و منوکسیدکربن تولید می‌شود. کاهش حرارت آزاد شده از سوخت مهم‌ترین تأثیر ایجاد منوکسیدکربن می‌باشد:

$$2C + O_2 \rightarrow 2CO + 221\ kj/mole\ (53\ kcal/mole)$$

می‌توان دید که در زمان تولید منوکسیدکربن تنها حدود نیمی از گرما در مقایسه با احتراق کامل کربن، آزاد می‌شود. بنابراین مشعلی که به‌علت اختلاط بد سوخت و هوا، منواکسید کربن تولید کند؛ کارآیی احتراق آن خیلی پائین می‌آید. به همین جهت در کلیه سیستم‌های احتراق، جلوگیری از تولید منوکسیدکربن زیاد، ضرورت کامل دارد.

د- اکسیداسیون منواکسیدکربن:

منوکسیدکربن تجمع ناخواسته‌ی انرژی قابل ملاحظه‌ی احتراق است که به‌واسطه‌ی ناکارآمدی دستگاه‌های سوزاندن سوخت حاصل می‌شود و همچنین آلوده‌کننده‌ی اصلی هوا و در غلظت‌های بالا، یک گاز بسیار سمی محسوب می‌شود. واکنش‌های اکسیداسیون در بسیاری از موارد که هیدروکربن‌ها سوزانده می‌شوند به‌سرعت به نقطه‌ای می‌رسند که CO تشکیل می‌شود و سپس این واکنش به اندازه‌ی قابل ملاحظه‌ای کند می‌شود تا سوختن CO انجام پذیرد. سپس منوکسید کربن می‌تواند با اکسیژن ترکیب شده تا مطابق با واکنش برگشت‌پذیر زیر به دی‌اکسیدکربن تبدیل گردد:

$$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2 + 173\ kj/mole\ (4\ kcal/mole)$$

احتراق منوکسید کربن خشک خیلی کند صورت می‌گیرد و در صورتی‌که در شعله رادیکال‌های هیدروژن وجود داشته باشد، سرعت احتراق منواکسید کربن (مرطوب) به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد.

٤- سوخت‌ها

ممکن است سوخت‌های هیدروکربنی به‌صورت جامد، مایع و گاز باشند. گازها یا به‌صورت طبیعی یا تولید شده هستند که عموماً از نفت یا زغال‌سنگ به‌دست می‌آیند. سوخت‌های طبیعی و تولید شده به لحاظ ترکیب شیمیایی و مشخصات فیزیکی بسیار گسترده هستند. هر یک از این سوخت‌ها در زیر مورد توجه قرار گرفته‌اند:

۴-۱ - گازها

سال‌هاست که گاز طبیعی شناخته شده و در قرن حاضر از آن زیاد استفاده می‌شود. مشخصات بعضی از این گازها در بخش ب ۶-۳ نشان داده شده است. می‌توان مشاهده کرد که پایه‌ی اصلی همه‌ی این گازها را متان تشکیل می‌دهد و حضور دیگر گازها در ارزش حرارتی و دانسیته‌ی گاز مؤثر است. قابلیت اشتعال گاز متان محدود است؛ ولی وجود هیدروکربن‌های بالاتر این محدودیت را کاهش داده و به ثبات شعله کمک می‌کند. قابلیت انتشار شعله در مشعل‌های مرسوم که از گاز طبیعی با کربن کم استفاده می‌کنند، پائین است. این نوع شعله بر انتقال حرارت تابشی اثر زیان‌آوری داشته و به‌طور جدی بر کارآیی واحد اثر سوء می‌گذارد. بالا بودن میزان کربن به این معناست که گاز طبیعی نسبت به سوخت‌های دیگر برای هر کیلو ژول حرارت آزاد شده به هوای احتراق بیشتری نیاز دارد و اگرچه نسبت CO_2 در آنها کمتر است، اما مقدار گاز خروجی حاصل از آن بیشتر می‌باشد.

۴-۲- سوخت‌های نفتی

سوخت‌های نفتی هم از پالایش نفت خام و هم از زغال‌سنگ به‌دست می‌آیند. اخیراً از روغن‌های روانکاری ضایعاتی به‌عنوان سوخت مکمل در بعضی از کارخانه‌ها استفاده می‌شود، ولی مقدار آن محدود است. سوخت‌های نفتی در طبقه‌بندی سوخت‌های تقطیری قرار دارند. مانند نفت و گازوئیل و یا سوخت‌های پسماند. البته سوخت‌های پسماند محدوده‌ای از ویسکوزیته را شامل می‌شوند و در هر کشوری به‌صورت‌های مختلف طبقه‌بندی می‌شوند. ویژگی کلی سوخت‌های نفتی در بخش ب ۶-۲ ارائه شده است. سوخت‌های پسماند برای این‌که قابل پمپاژ شدن پیدا کنند و برای این‌که ویسکوزیته‌ی آن‌ها کاهش یابد تا بتوانند به‌صورت پودر درآیند، باید گرم شوند. هرچه سوخت سنگین‌تر باشد، باید بیشتر گرم شود. از آنجایی‌که این نوع سوخت‌ها در موقع سرد شدن به سفت شدن تمایل دارند، باید در طراحی سیستم‌های انتقال سوخت‌های نفتی تمهیدات بیشتری را فراهم کرد تا مشکل «سکون در حرکت» پیش نیاید. چون تولید سوخت‌های نفتی «سفید» ارزش بیشتری نسبت به انواع «سیاه» دارد، لذا پالایشگاه‌ها فرآورده‌های سبک را بیشتر تولید می‌کنند. به‌همین جهت پالایشگاه‌ها به تولید سوخت‌های جدید سنگین‌تر که حاوی مقدار بیشتری آسفالت[1] (رسوبات سنگین نفت) است، روی آورده‌اند. این فرآیندهای اضافی پالایشی شامل کراکینگ[2] (شکستن بعضی از پیوندهای مواد نفتی) نفت و تولید مواد نفتی سیاه است که ویژگی‌های دیگری را نسبت به پسماند نفتی مذکور دارد. این سوخت‌های شکسته شده مبتنی بر منبع نفت خام و فرآیند پالایشی که بر روی آنها انجام شده، ویژگی‌های متفاوت دارند و الزاماً مشابه یکدیگر نیستند. تحت این شرایط، سوخت‌های نفتی که از منابع مختلف به‌دست می‌آیند در داخل مخازن ذخیره به‌صورت ماده‌ی ژلاتینی و چسبناک «ژل» درمی‌آیند و در سیستم‌های انتقال سوخت مشکل به‌وجود می‌آورند.

بنابراین همواره سوخت‌های پیشنهاد شده باید قبل از خرید، با سوخت‌های موجود مقایسه شوند و یکسان بودن آنها آزمایش شود. همچنین پودری شدن سوخت‌های نفتی مهم است. زیرا اندازه‌ی قطرات اولیه، تعیین‌کننده‌ی کروی شدن و در نتیجه مدت زمان سوختن سوخت هستند. انتشار اکسیژن بستگی به مساحت سطح ذرات سوخت دارد. حال آنکه مقدار اکسیژن مورد نیاز بستگی به جرم ذرات دارد و به‌علت اینکه

1- Asphaltenes
2- Cracking

مساحت سطح بستگی به قطر و جرم بستگی به قطر ذره دارد، بنابراین هرچه قطر بزرگ‌تر باشد، مدت زمان بیشتری برای سوختن لازم است. معمولاً اندازه‌ی هر قطره بر حسب میکرون اندازه‌گیری می‌شود و هر میکرون معادل 10^{-6} متر است. این بدین معنی است که یک قطره ۱۰۰ میکرونی ۰/۱ میلیمتر و یک قطره ۱۰۰۰ میکرونی ۱ میلیمتر قطر دارد. اکثر تجهیزات پودرکننده‌ی مایعات، قطر ذرات را از کوچک‌ترین مقدار، یعنی تنها چند میکرون تا بزرگ‌ترین قطر یعنی حدود ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرون و حتی بالاتر درمی‌آورند. حدود نیم ثانیه طول می‌کشد تا یک قطره‌ی کوچک ۱۰۰ میکرونی در یک شعله به‌وجود آمده از تجهیزات صنعتی بسوزد، بنابراین یک قطره‌ای که ۵۰۰ میکرون قطر دارد، ۵ برابر بیشتر برای سوختن زمان نیاز دارد و به‌همین شکل یک قطره ۱۰۰۰ میکرونی به ۱۰ برابر زمان بیشتر نیاز دارد تا بسوزد. معمولاً از آنجا که زمان قرار گرفتن یک قطره در داخل شعله یک ثانیه و یا کمتر است، بنابراین قطره‌های درشت‌تر از قطر ۲۰۰ میکرون در قسمت انتهای شعله به‌طور کامل سوزانده نمی‌شوند و به‌صورت سوخت ناقص روی محصول می‌ریزند و یا در تجهیزات غبارزدائی انباشته می‌شوند. آن‌هایی که محصولی به‌رنگ روشن تولید می‌کنند ولی غبار تغییر رنگ یافته به خاکستری تیره یا سیاه را مشاهده می‌کنند، دارای همین مشکل هستند. بهتر است جهت کارآیی بهینه‌ی احتراق از یک دستگاه اسپری‌کننده‌ی سوخت مازوت با قابلیت ایجاد قطره‌هایی با اندازه‌های متفاوت استفاده نمود. قطرات کوچک‌تر سوخت اشتعال و تشکیل شعله را تسهیل می‌کنند و قطرات درشت‌تر سوخت میزان پخت را به‌طور کنترل شده، حفظ می‌کنند. به‌هر حال بنا به دلایل مذکور در مقدار ذرات درشت‌تر سوخت محدودیت وجود دارد و بر اساس طراحی آن دستگاه خاص، حد بالای آن باید بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ میکرون باشد تا خطر سوختن ناقص قطرات سوخت در قسمت انتهایی شعله به‌وجود نیاید. زاویه‌ی پاشش به همان اندازه قطرات سوخت اهمیت دارد. اساساً اکثر اسپری‌کننده‌ها به‌صورت مخروطی هستند و دو نوع آن که بیشتر از بقیه رایج می‌باشند مخروط توخالی و مخروط توپر هستند. معمولاً اسپری‌کننده‌های مخروطی توخالی ارجحیت دارند، چراکه هوا می‌تواند با سوخت به‌صورت بهتری مخلوط شود. مقدار اندکی هم از قطرات سوخت در مخروط‌های توخالی، محفظه‌ی کوچکی از سیرکولاسیون داخلی سوخت را در داخل آن به‌وجود می‌آورند که همین موضوع به پایداری شعله کمک می‌کند. باید اکثر مشعل‌ها بتوانند به‌صورتی عمل کنند که میزان آزادسازی گرما و در نتیجه مقدار جریان سوخت در آن‌ها یکسان نبوده و محدوده‌ای را شامل گردد. به‌ویژه این نکته مهم است که عملکرد پودرکننده‌های سوخت در تمام این محدوده‌ی کاری مطلوب باشد، زیرا کارخانه‌های سیمان همواره با حداکثر ظرفیت کار نمی‌کنند. در انواع زیادی از پودرکننده‌های سوخت با کاهش سرعت جریان سوخت، اندازه‌ی قطرات به‌سرعت افزایش می‌یابد و این موضوع مشکلات خاصی را در راهبری کارخانه به‌وجود می‌آورد. افت کارآیی در انواع مختلف پودرکننده‌ها یکسان نیست و در هنگام انتخاب مشعل برای یک کاربرد خاص، این نکته مهم است.

۴-۳- زغال‌سنگ‌ها

جهت نقل و انتقال و سوزاندن زغال‌سنگ دقت بیشتری نیاز است، برای اینکه احتمال و خطر آتش گرفتن، سوختن و انفجار به‌طور همزمان وجود دارد. درنتیجه طراحی و راهبری سیستم‌های سوزاندن زغال‌سنگ به نسبت سیستم‌های سوزاندان سوخت‌های نفت و گاز نیازمند دانش و تخصص بیشتری است. حتی مشخصات زغال‌سنگ‌ها از سایر سوخت‌ها به‌صورت گسترده‌تری متغیر است. از آنتراسیت‌ها گرفته که دارای ارزش حرارتی بالا و فراریت و میزان رطوبت پائین هستند تا لیگنیتها[1] با رطوبت و فراریت تا ۶۰ درصد. مشخصات کلی بعضی از زغال‌سنگ‌های رایج تجاری در بخش ب۱۰-۶ نشان داده شده است. مشخصه‌های زغال‌سنگ و خاکستر آن تأثیر فراوانی بر عملکرد و تعمیر و نگهداری کارخانه‌ای که زغال در آنجا سوزانده می‌شود، دارد. خواص مربوط به زغال‌سنگ عبارتند از:

- مقدار مواد فرار
- خصوصیات پف‌شدگی
- مقدار رطوبت
- مقدار خاکستر
- شاخص‌های سختی و سایش

1- Lignites

۵- فیزیک احتراق

تا وقتی اکسیژن هوا در تماس با گاز قرار نگیرد، هیچ‌گونه واکنش شیمیایی صورت نمی‌گیرد. بنابراین همه فرآیندهای احتراق شامل مراحل زیر است:

اختلاط ← شعله‌ور شدن ← واکنش شیمیایی ← انتشار محصولات

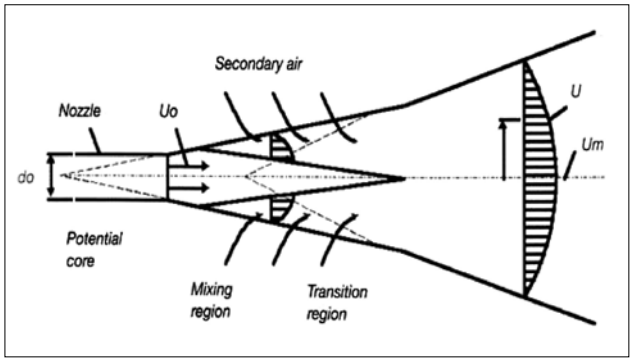
سرعت احتراق به کندترین مرحله از مراحل بالا بستگی دارد. در بسیاری از سیستم‌های احتراق صنعتی، عمل اختلاط با کندی صورت گرفته، ولی سایر مراحل با سرعت انجام می‌شود. بنابراین می‌توان با کنترل سرعت و تکمیل شدن مرحله اختلاط سوخت و هوا، سرعت و تکمیل شدن فرآیند احتراق را کنترل نمود. اختلاط ناکافی سوخت و هوا در جریان گازهای احتراق منواکسیدکربن (CO) تولید نموده و باعث اتلاف پتانسیل انرژی سوخت می‌شود. در یک احتراق خوب، باید از وجود هوای کافی برای اختلاط کامل اطمینان حاصل نمود و اینکه مشعل طوری طراحی شده باشد که عمل اختلاط جریان هوا و سوخت به‌طور مؤثر و مناسب صورت گیرد. سرعت و تکمیل احتراق با سرعت تکمیل شدن اختلاط سوخت و هوا کنترل می‌شود و به‌همین جهت ضرب‌المثل مهندسین احتراق این است:

«اگر مخلوط شد، می‌سوزد».

۵-۱- اختلاط سوخت / هوا

اختلاط سوخت و هوا در بسیاری از مشعل‌ها پس از کشیده شدن آن‌ها به داخل جت صورت می‌گیرد. در شکل ۹-۱ پدیده جت آزاد[1] با زاویه متوسط از یک نازل نشان داده شده است.

میان مرز جت و اطراف آن اصطکاک به‌وجود آمده و باعث می‌شود سیالی که آن را احاطه کرده، به‌طور موضعی به‌همان اندازه‌ی سرعت جت شتاب بگیرد. سپس هوا شتاب گرفته و به داخل جت کشیده می‌شود و آن را از هم باز می‌کند. این فرآیند از نظر شتاب حرکتی کنترل شده و همچنان ادامه می‌یابد تا سرعت جت با سرعت آن‌چه که آن را احاطه کرده است، مساوی شود. هرچه سرعت جت بیشتر شود، مقدار سیال اطراف که به داخل آن کشیده خواهد شد، بیشتر می‌شود. در جت آزاد، سیالی که اطراف آن احاطه شده است، می‌تواند تا آنجایی‌که ظرفیت جت اجازه می‌دهد، به داخل آن کشیده شده و به مقدار نامحدود سبب باز شدن آن گردد.



شکل ۹-۱: ورود هوای ثانویه به داخل جت آزاد

در جت محدود، مانند شعله‌ی کوره‌ی دوار، جت به دو طریق محدود می‌شود: اول مقدار کمی سیال احاطه‌کننده‌ی جت به کوره وارد می‌شود. یعنی هوای ثانویه که کنترل شده و محدود است و دوم فیزیک بدنه‌ی کوره است که باز شدن جت را محدود می‌کند. در جت محدود اگر سرعت حرکت بیش از حد مورد نیاز کشیده شدن برای تکمیل ورود هوای ثانویه باشد، پدیده‌ی سیرکولاسیون مجدد[2] به‌وجود می‌آید. جریان هوای ثانویه ابتدا همان طور که در بالا درباره جت آزاد شده ذکر شد، به داخل جت کشیده می شود. سپس به نقطه‌ای می‌رسد که همه‌ی هوای موجود به داخل شعله کشیده می‌شود. در این مرحله جت، گازهای احتراق را مکش کرده و آن‌ها را به داخل شعله می‌فرستد تا بر این شتاب حرکتی اضافی فائق آید. این پدیده سیرکولاسیون مجدد بیرونی نامیده شده و در شکل ۹-۲ نشان داده شده است.

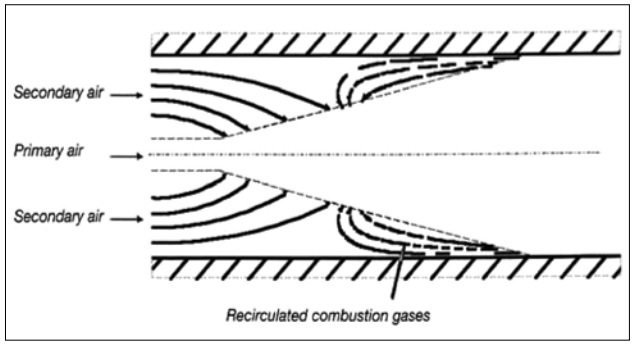
۵-۲- نقش هوای اولیه

هوای اولیه در مشعل‌ها دو نقش عمده دارد:

- سرعت اختلاط سوخت / هوا را کنترل می‌کند.
- به ثبات شعله کمک می‌کند.

1- Freejet

2- Recirculation



شکل ۹-۲: سیرکولاسیون مجدد ایده‌آل شده یک جت محدود

۵-۳- تأثیر هوای اولیه بر اختلاط سوخت / هوا

در قسمت نازل هوای اولیه خیلی سریع با سوخت مخلوط می‌شود. ولی هوای ثانویه همان‌طور که در بالا ذکر شد، باید به داخل جت هوای اولیه و سوخت وارد شود. سرعت ورود این هوا بستگی به نسبت سرعت بین جت هوای اولیه ترکیب شده با سوخت و سرعت هوای ثانویه دارد. بنابراین هرچه شدت و سرعت جریان هوای اولیه بیشتر شود، اختلاط سوخت / هوا سریع‌تر می‌گردد. ویژگی‌های شعله به‌کمک همین نسبت سرعت و مشعل‌هایی تعیین می‌شود که برای ایجاد مشخصه‌های خاص از شعله و به‌کمک استفاده از مدل‌سازی احتراق طراحی شده‌اند.

وجود یا عدم وجود سیرکولاسیون مجدد، نشانه‌ی مثبتی از کامل شدن اختلاط سوخت/ هوا می‌باشد. درحالی‌که عدم وجود آن نشانه‌ی روشنی است از این که همه‌ی هوای ثانویه به داخل جت هوای اولیه کشیده نشده است. معمولاً در چنین حالتی مقدار قابل توجهی منوکسیدکربن تولید می‌شود. به‌علاوه اینکه عدم وجود سیرکولاسیون مجدد نشان‌دهنده‌ی تمایل شعله به باز شدن تا حدی است که به آجرهای کوره برخورد نماید. پس از آن گازهای داغ در تماس مستقیم با آجرهای نسوز قرار خواهند گرفت و نتیجه‌ی آن از بین رفتن سطوح آجر و نهایتاً ریزش آن‌ها می‌باشد. گازهای سیرکوله‌ی مجدد شعله که سرعت بالائی داشته باشند، لایه‌ای از گازهای خنثی در داخل خنک‌کن را به‌وجود می‌آورند که از برخورد مستقیم شعله با آجرهای نسوز کوره جلوگیری می‌کنند. در مشعل‌هایی‌که سرعت سیرکولاسیون مجدد آن‌ها بالاست، شعله‌ای تولید می‌شود که با ثبات‌تر بوده و بیشتر پاسخگوی نیاز ماست. ضمن اینکه بیشتر نیز قابل کنترل است و به‌همین جهت راهبری واحد پخت و کارخانه را آسان‌تر می‌نماید. ویژگی‌های شعله‌ی کوره با و بدون سیرکولاسیون مجدد در جدول ۹-۱ ملاحظه می‌گردد.

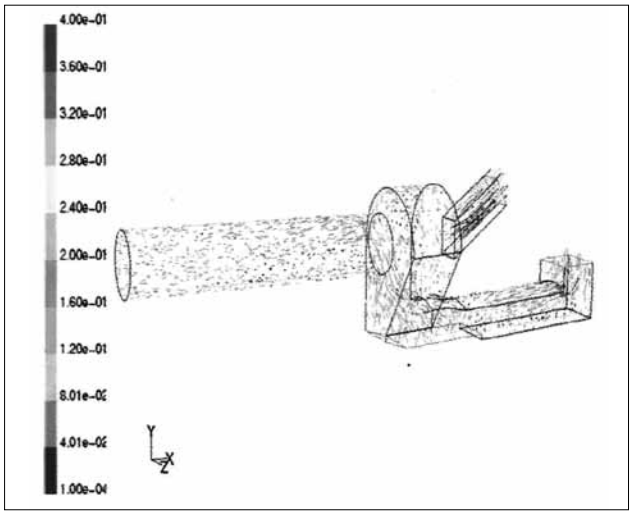
جدول ۹-۱: مشخصات شعله‌ها با و بدون سیرکولاسیون مجدد بیرونی

	شعله با سیرکولاسیون مجدد	شعله بدون سیرکولاسیون مجدد
اختلاط سوخت و هوا	خوب	ضعیف
شرایط احیاء/ اکسیداسیون	در شعله شرایط اکسیداسیون وجود دارد. این شرایط در جاهای دیگر نیز موجود است.	شرایط احیای شدید در قسمت‌هایی از شعله که غنی از سوخت است.
برخورد شعله با جداره داخلی	برخوردی ندارد. گازهای سیرکولاسیون، شعله را از تماس با کلینکر و آجرهای نسوز محافظت می‌کند.	جائیکه جت در داخل کوره باز می‌شود، شعله یا کلینکر و آجر نسوز برخورد می‌نماید (۱۱°). برخورد شعله با جداره در جایی‌که نسبت هوای اولیه/ هوای ثانویه پائین است، اتفاق می‌افتد.
سطح منواکسید کربن	CO تنها در زمانی تولید می‌شود که سطح اکسیژن پایین‌تر از ۰/۵ باشد.	CO به اندازه اکسیژن، به مقدار ۴-۲ درصد تولید می‌شود.
الگوی آزاد شدن حرارت	اختلاط سریع، درجه حرارت شعله را در نزدیکی نازل افزایش و طول منطقه پخت را کوتاه می‌کند.	اختلاط ضعیف، سبب آزادسازی تدریجی حرارت و تولید شعله بلند می‌شود.
پایداری شعله	شکل شعله خوب است و الگوی آزاد شدن حرارت ثابت و یکنواخت است.	الگوی آزاد شدن حرارت بطور چشمگیری تحت تأثیر تغییرات درجه حرارت هوای ثانویه، هوای اضافی، کیفیت سوخت و غیره است.

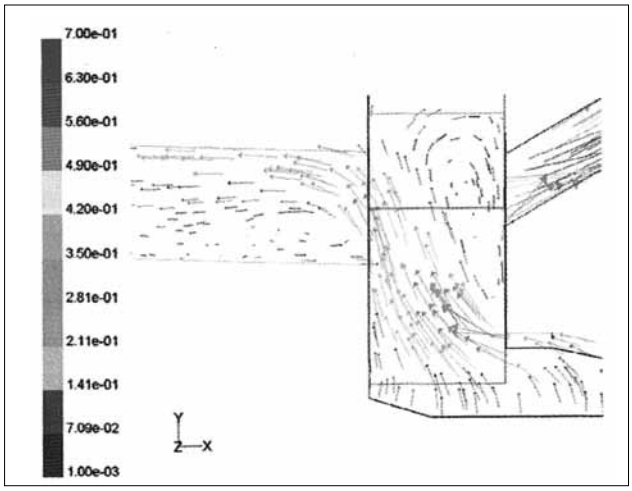
۵-۴- آئرودینامیک هوای ثانویه

از آن‌جایی‌که باید هوای ثانویه به داخل جت سوخت و هوای اولیه کشیده شود، لذا وضعیت آئرودینامیکی هوای ثانویه تأثیر زیادی بر اختلاط سوخت / هوا دارد. الگوهای جریان هوای ثانویه به‌صورت قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر کانال ورودی قرار دارد. در کوره‌های دوار جریان تا حد زیادی توسط طراحی قسمت ابتدایی خنک‌کن کلینکر که هوای ثالثیه به‌سمت کوره می‌رود و سیستم هود خنک‌کن (محفظه سر کوره) و در مورد خنک‌کن‌های سیاره‌ای توسط زانوهای خنک‌کن طراحی می‌شود. ضروری است جهت رسیدن به بهترین عملکرد کوره، وضعیت آئرودینامیکی کوره در موقع طراحی مشعل کاملاً لحاظ شود. آزمایش‌های مختلف پرهزینه‌ای جهت بررسی وضعیت آئرودینامیکی کوره با استفاده از روش‌های مدل‌سازی آب / ذرات معلق، محاسبات دینامیکی سیال و بررسی‌هایی در مقیاس واقعی، انجام شده است. در شکل ۹-۳ و ۹-۴ یک نمونه از وضعیت آئرودینامیکی خنک‌کن گریت مشاهده می‌شود.

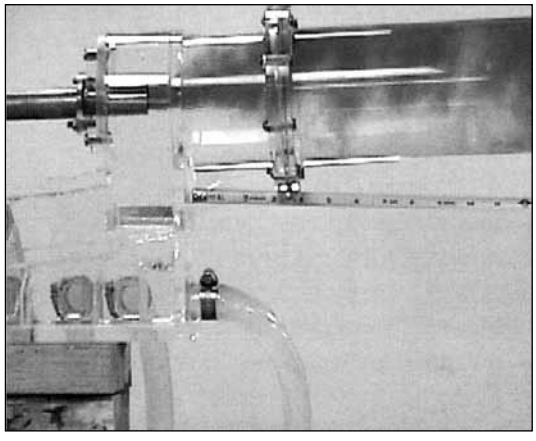
الگوی ناهمگون جریان هوا به‌خوبی مشهود است. مشعل در بسیاری از موارد طراحی نمی‌تواند بر الگوهای خاص جریان هوا فائق آید. به همین جهت غالباً باید شکل هندسی تجهیزات اصلاح شود. برای مثال در شکل ۹-۳ و ۹-۴ باید قسمت هدایت کننده‌ی هوای ثالثیه در قسمت پشت هود کوره از نظر مکانی تغییر شکل یابد تا مشکل آئرودینامیکی ضعیف آن برطرف گردد. با این حال در بعضی موارد، راه‌حل آسان این است که محل مشعل را (در داخل کوره) مانند شکل ۹-۵ و ۹-۶ جابجا کرد. همین اثرات مشابه در کانال بالابرنده (رایزر داکت) و فلاش کلساینرها مشاهده گردید (شکل‌های ۹-۷ و ۹-۸). زاویه‌ی تند ورودی کوره به رایزر داکت باعث جریان نامناسب و اختلاط ضعیف سوخت/ هوا شده و در یک طرف سیرکوله‌ی شدیدی ایجاد کرده است. در شکل ۹-۹ مشاهده می‌شود که چگونه سرعت گازهای خروجی از کوره بر توزیع ذرات وارد شده به رایزر داکت غلبه می‌کند. این پیش‌بینی را اندازه‌گیری درجه حرارت و CO تأیید می‌کند. شکل ۹-۱۰ نشان می‌دهد که چگونه این شکل با تنظیم تزریق سوخت در منطقه‌ای که آئرودینامیک مناسب دارد، اصلاح می‌شود. وجود توزیع یکنواخت سوخت در سراسر مقطع طولی کوره جهت احتراق کامل و انتقال یکنواخت حرارت، ضروری است. فنون مدل‌سازی مشابه آنچه که در بالا نشان داده شد، یکی از ابزارهای مهم صنعت سیمان جهت بهینه‌سازی فرآیند است.



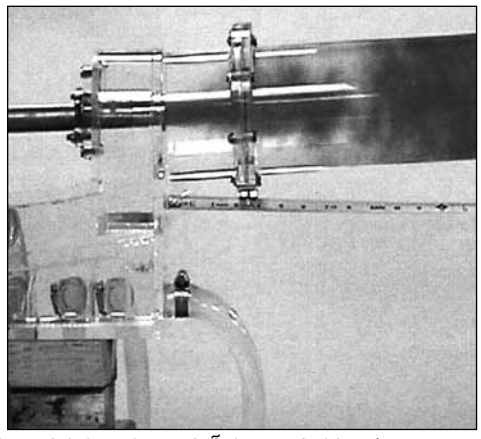
شکل ۹-۳: نمونه‌ای از وضعیت آئرودینامیکی گریت کولر



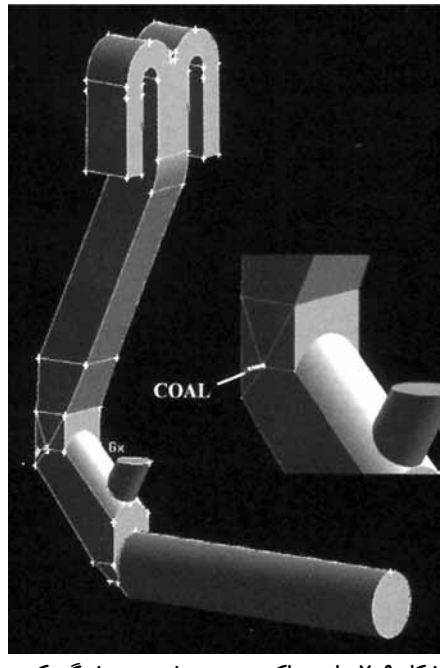
شکل ۹-۴: نمائی بزرگتر از آئرودینامیکی منطقه پخت



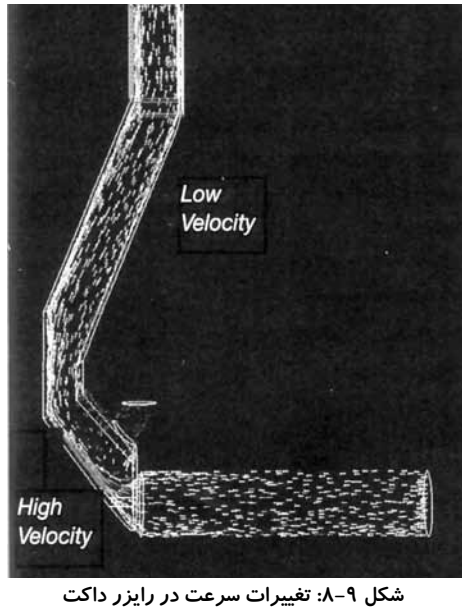
شکل ۹-۵: مدل فیزیکی هوای ثانویه که شعله را به‌سمت بالای کوره می‌راند.



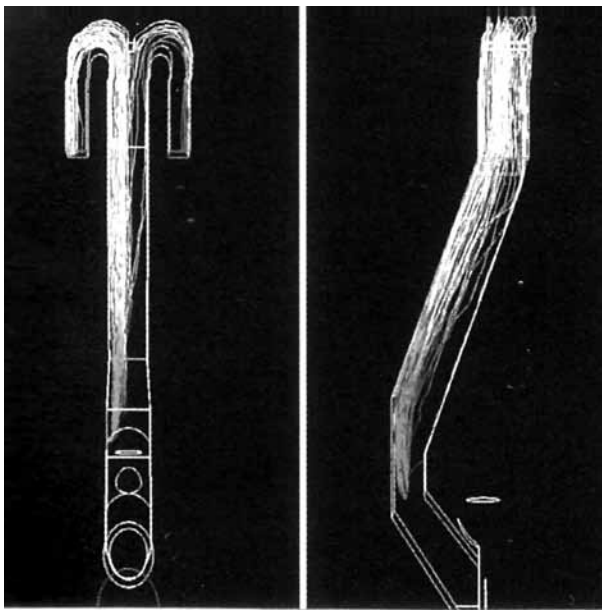
شکل ۹-۶: سیستم مشابه شکل ۹-۵ بعد از آن‌که مشعل به داخل کوره رانده شد



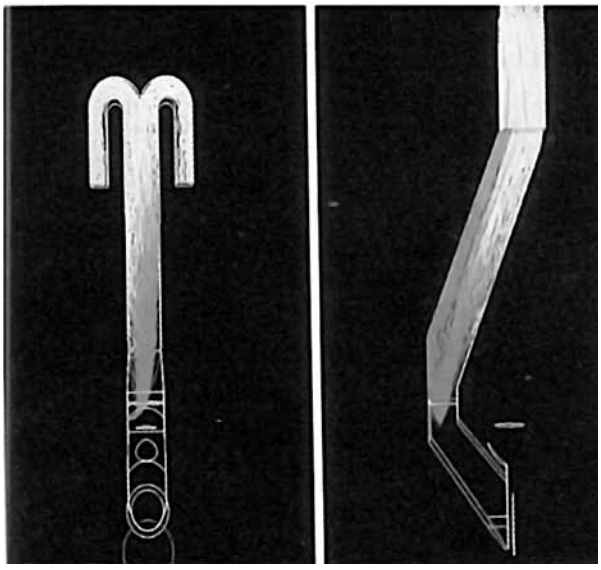
شکل ۹-۷: رایزر داکت سیستم پخت در پیش‌گرمکن



شکل ۹-۸: تغییرات سرعت در رایزر داکت



شکل ۹-۹: مسیر حرکت ذرات نشان‌دهنده‌ی توزیع غیریکنواخت است



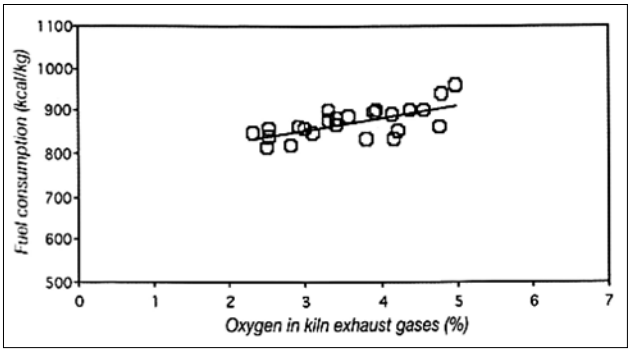
شکل ۹-۱۰: مسیر حرکت ذرات نشان‌دهنده‌ی توزیع یکنواخت است

۵-۵- تأثیر هوای اضافی بر مصرف سوخت

اگر چه سال‌هاست که تأثیر هوای اضافی بر کارآیی کلی فرآیندهای حرارتی بر همگان روشن شده است. اما جای تعجب این‌جاست که چرا حتی امروزه نیز به این مسئله توجه چندانی نشده است. افت کارآیی که با افزایش مقدار اکسیژن به‌وجود می‌آید، به‌علت نیاز به حرارت دادن اکسیژن و نیتروژن اضافی است که در درون سیستم جریان دارد. این موضوع در جهت رسیدن به درجه حرارت شعله و سرانجام جهت رسیدن به درجه حرارت گاز خروجی می‌باشد.

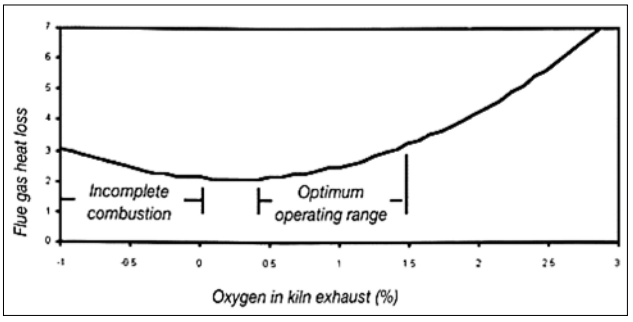
در کارخانه‌های سیمان، جریان هوای اضافی در خنک‌کن‌ها سبب کاهش درجه حرارت هوای ثانویه شده و درنتیجه درجه حرارت شعله کاهش می‌یابد. بنابراین در این‌صورت جهت تأمین درجه حرارت مورد نیاز فرآیند به سوخت بیشتری نیاز است. افزایش کلی مصرف سوخت بیشتر از مقدار سوخت مورد نیاز جهت گرم کردن هوای اضافی حتی به اندازه‌ی درجه حرارت انتهای عقب کوره است.

تأثیر هوای اضافی بر بازدهی حرارتی کوره خیلی قابل ملاحظه است. در شکل ۹-۱۱ رابطه‌ی میان مقدار اکسیژن و مصرف سوخت اندازه‌گیری شده در کوره دیده می‌شود. شیب این خط کاملاً روشن است و اگر مقدار اکسیژن در کوره از ۱ درصد به ۵ درصد افزایش یابد، باعث می‌شود مصرف سوخت بیشتر از ۱۰ درصد افزایش یابد.



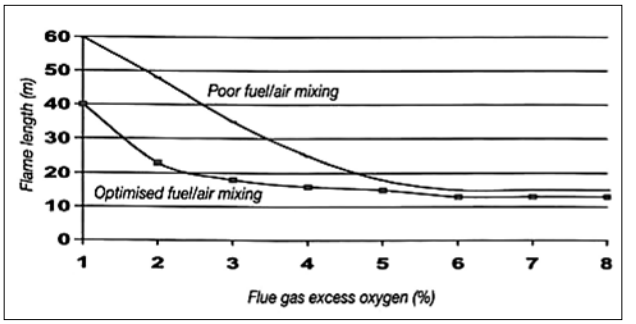
شکل ۹-۱۱: تأثیر هوای اضافی بر مصرف سوخت

حال اگر مقدار هوای اضافی در شعله از مقدار معینی کمتر شود، منواکسیدکربن تولید می‌شود. این گاز به نوبه خود افزایش مصرف سوخت را به دنبال دارد که ناشی از اکسیداسیون ناقص کربن است (شکل ۹-۱۲). هرچه اختلاط سوخت/ هوا بهتر انجام شود، مقدار هوای اضافی که این انتشار گاز را به دنبال دارد، کمتر می‌شود.



شکل ۹-۱۲: تأثیر اکسیژن کوره بر افت حرارتی جریان گاز دودکش

همچنین هوای اضافی تأثیر زیادی بر طول شعله و توزیع (پروفیل) حرارتی کوره دارد. بسیاری از کوره‌پزها بر این عقیده هستند که هر چه مکش فن افزایش یابد، طول شعله بلندتر می‌شود و عکس این حالت نیز صادق است. در شکل ۹-۱۳ رابطه‌ی طول شعله و هوای اضافی در یک کوره با اختلاط خوب سوخت/ هوا و در یک کوره‌ی دیگر با اختلاط ضعیف سوخت/ هوا مشاهده می‌گردد.



شکل ۹-۱۳: طول شعله بر حسب هوای اضافی

دو ویژگی مهم مشخص شده در شکل ۹-۱۳ عبارت است از:

- بلندتر شدن طول شعله در مقابل هوای اضافی
- واکنش‌پذیری شعله در مقابل هوای اضافی

طول یک شعله‌ی خوب با ۱/۵ درصد اکسیژن اضافی می‌تواند ۳۰ متر باشد، در صورتی‌که در یک شعله ضعیف جهت رسیدن به همین طول به ۳/۵ درصد اکسیژن اضافی نیاز است. ضمناً واکنش‌پذیری شعله خوب به اپراتور این امکان را می‌دهد تا با تنظیم اندک هوای اضافی، طول شعله را با دقت بیشتری تنظیم کند، حال آنکه در شعله‌ی ضعیف به مقدار بیشتری هوای اضافی نیاز است.

ادامه دارد...

در شماره آتی ادامه‌ی مبحث احتراق و فرآیندهای انتقال حرارت، شامل طراحی مشعل‌ها و انتقال حرارت و آلاینده‌های ناشی از احتراق ارائه می گردد.

منبع:

- Philip A Alsop, Hung Chen and Herman Tseng, «The Cement Plant Operation Handbook», International Cement Review, 2007

نکاتی چند در خصوص نحوه‌ی نگارش مقالات علمی

■ مهندس سجاد چهرگانی، کارشناسی ارشد نانو تکنولوژی

مقاله

۱- مقدمه

به‌منظور ارتقاء سطح مقالات و ارتباط صحیح و مؤثر ماهنامه‌ی علمی تخصصی فن‌آوری سیمان با مخاطبین خود، لازم است نکاتی مختصر و مفید از نحوه‌ی نوشتن مقالات علمی را متذکر شویم و نویسندگان محترم مقالات را به رعایت این موارد توصیه نماییم. چه بسا مطالب و تحقیقات پرباری به‌دلیل نگارش ضعیف و غیراستاندارد، مورد بی‌توجهی قرار گرفته و از محل مراجعه و فهم درخوری برخوردار نشده است. در شماره‌ی ۲۲ ماهنامه‌ی فن‌آوری سیمان، استاد محترم جناب آقای دکتر «عباس طائب» که افتخار همکاری با ایشان را در هیئت تحریریه‌ی این ماهنامه داشته‌ایم، طی مقاله‌ای تحت عنوان «اصول نوشتن یک مقاله‌ی علمی»، به ظرایف نگارش یک مقاله‌ی علمی به‌طور کامل پرداخته‌اند که مجدداً علاقه‌مندان را به مطالعه‌ی آن دعوت می‌نماییم. با این حال در این نوشتار به‌طور مختصر برخی از نکاتی که بایستی در نوشتن مقالات علمی مورد رعایت نویسندگان محترم قرار گیرد؛ همچنین توصیه‌هایی که از طرف ماهنامه‌ی علمی تخصصی فن‌آوری سیمان در این خصوص وجود دارد، ذکر می‌گردد.

هر چند تعداد زیادی از نویسندگان مقالات ماهنامه‌ی فن‌آوری سیمان با توجه به تکرار این فعالیت، حرفه‌ای و از تجربه‌ی قابل ملاحظه‌ای برخوردار شده‌اند؛ اما شاید این نکات در ایجاد ساختار مناسب مقاله‌نویسی و رعایت اصول، توسط تعدادی از دوستان عزیز که آشنایی کمتری با این مقوله دارند، مفید باشد. ضمن اینکه با رعایت اصول مقاله‌نویسی خواننده‌ی مقاله نیز با زحمت کمتر، بهره‌ی بیشتری از مطالب ارائه شده خواهد برد.

۲- ساختار اصلی و محتوای مقاله

نکات مهم مربوط به ساختار و محتوای مقاله به‌شرح زیر است:

- ✓ عنوان مقاله بایستی جامع و کامل باشد و حتی‌الامکان خلاصه، به‌طوریکه بتوان با ملاحظه‌ی آن به موضوع مقاله پی برد.
- ✓ نام نویسنده به‌طور کامل با سطح تحصیلات و محل اشتغال ذکر شود. ارائه‌ی آدرس، تلفن تماس و پست الکترونیک برای

انجام ارتباط و تبادل اطلاعات ضروری، لازم است.

- ✓ چکیده یا خلاصه‌ی مطالب این فرصت را به خواننده می‌دهد که در زمان کوتاهی از فشرده‌ی اطلاعات و تحقیقات مندرج در مقاله مطلع گردد. چکیده‌ی مزبور بایستی بعد از تحریر مقاله نوشته شود. کیفیت چکیده در جلب نظر خواننده برای مطالعه‌ی اصل مقاله بسیار مؤثر است.
- ✓ کلمات کلیدی، واژه‌هایی هستند که توسط نویسنده مشخص می‌گردد تا در جستجوهای مربوطه از طریق آن‌ها بتوان مقاله‌ی مزبور را پیدا نمود و بیانگر محورهای اصلی مقاله است.
- ✓ مقدمه فتح باب مقاله و شامل اطلاعاتی از قبیل موضوع پرداخته شده در مقاله و اهمیت یا بیان کاربردهای آن، بیان تاریخچه یا کارهای سایر محققین و چگونگی این تحقیقات و بیان دیدگاه نویسنده در این خصوص می‌باشد. مقدمه باید ضمن فشردگی، اطلاعات جامعی از موضوع را به خواننده منتقل نماید.
- ✓ در ادامه موضوع مقاله اعم از فعالیت‌ها یا آزمایش‌های انجام شده و موارد و روش‌های مورد استفاده ذکر می‌گردد. در این بخش روش تحقیق، نمونه‌گیری و انجام آزمایش‌ها، تحلیل‌های آماری و ... ذکر می‌گردد.
- ✓ در ادامه نتایج حاصل از فعالیت‌های علمی گزارش می‌گردد. ذکر اهمیت نتایج به‌دست آمده و بیان صحیح این نتایج از نظر انطباق روش‌های علمی حائز اهمیت می‌باشد.
- ✓ در ادامه جمع‌بندی و یا تجزیه و تحلیل نتایج صورت می‌گیرد.
- ✓ در انتها نیز منابع یا مراجع مورد استفاده ذکر می‌گردد.

۳- سایر نکات مهم در نوشتن مقالات علمی

- اگر موضوع یا مطلبی از سایر منابع ذکر می‌گردد، لازم است در انتهای جمله یا پاراگراف، شماره‌ی منبع در داخل قلاب [ ] گذاشته شود و در آخر مقاله و در بخش مراجع، به‌ترتیب مراجعه شده در متن این منابع درج می‌گردد. این کار موجب اعتباربخشی به مقاله می‌گردد.

- شیوه‌ی نوشتن مراجع در انتهای مقاله به‌صورت زیر است:

نام نویسنده یا نویسندگان، «عنوان کتاب یا مقاله‌ی مورد استفاده»، نام ناشر یا نام نشریه، سال انتشار با شماره و محل چاپ. این شکل برای تمامی مراجع بایستی رعایت گردد.

یعنی مرجع به گونه‌ای کامل درج شود که اگر خواننده‌ای نیاز به اطلاعات تکمیلی در خصوص موضوع مورد اشاره داشت و یا لازم دانست برای بررسی صحت مطالب به آن مراجعه داشته باشد، بتواند به آسانی مرجع مورد نظر را شناسایی نماید.

- شکل‌ها و جداول در متن بایستی اشاره یا توضیح داده شده و همچنین لازم است دارای عنوان (جداول در بالا و شکل‌ها در پایین) باشند.

- اگر در تهیه‌ی این مقاله اشخاص، سازمان‌ها یا مراکزی کمک‌هایی داشته یا بودجه‌ی تحقیقاتی آن را تأمین نموده‌اند، این موضوع در انتهای مقاله و قبل از درج مراجع ذکر گردد.

- قبل از عنوان نویسنده یا نویسندگان لازم است با توجه به نوع مقاله عنوان مربوطه ذکر گردد:

برای مقاله‌ی ترجمه‌ای عنوان «مترجم»، برای مقالات مروری که شامل گردآوری و تنظیم مطالب است عنوان «تهیه و تنظیم»، برای مقالات پژوهشی که شامل انجام تحقیقات میدانی، آزمایش و فعالیت‌های اجرایی پژوهشی توسط نویسندگان است عنوان «پژوهشگر» پیشنهاد می‌گردد.

- لازم است که در ارسال مقالات ترجمه‌ای اصل مقاله همراه آن ارسال گردد.

- لازم است که شکل‌ها و نمودارهای مقالات از کیفیت قابل قبولی برخوردار باشند.

- در مقالات مروری نحوه‌ی نگارش مطالب به‌گونه‌ای باشد که با نظم و ترتیب خاصی موضوع مورد نظر دنبال شود. مخلوط شدن مطالب با موضوعات غیرمرتبط – هرچند مهم- از کیفیت مقاله کاسته و موجب طولانی شدن آن خواهد گردید.

- تنظیم متن باید به گونه‌ای باشد که اصول نگارش رعایت شده و ضمن اختصار به‌طور کامل موضوع را به خواننده منتقل نماید. پاراگراف‌بندی صحیح مطالب یکی از موارد مهم در ساده‌سازی مطالب است، به‌طوریکه هر پاراگراف بایستی یک مفهوم اساسی را طرح نماید.

- شماره‌گذاری صحیح عناوین به درک موضوع مقاله و دسته‌بندی صحیح مطالب در ذهن خواننده کمک شایانی خواهد نمود.

گزارش جهانی سیمان

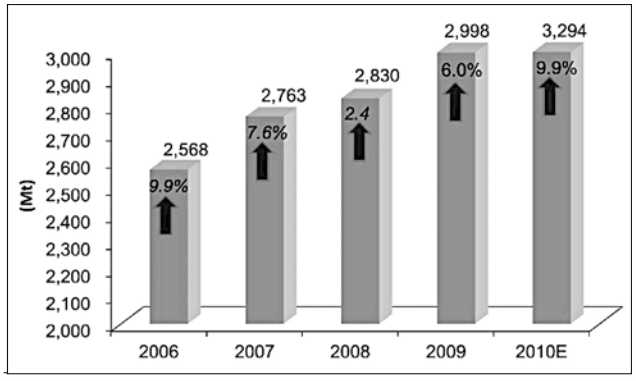
بر اساس ویرایش نهم

Tha Global Cement Report سال ۲۰۱۰

مقاله

■ تلخیص و ترجمه:

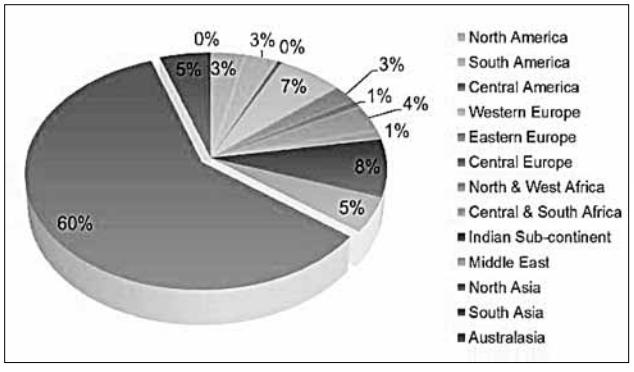
■ مهندس محمد نصیری، شرکت سیمان صوفیان



میزان مصرف جهانی سیمان از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰

(میلیون تن در سال)

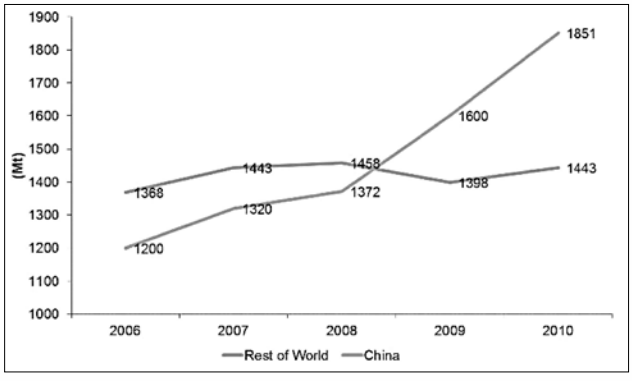
■ میـــزان مصرف جهان در ســـال ۲۰۱۰ برابر ۳۲۹۴ میلیون تن می‌باشد.



میزان مصرف جهانی سیمان در نقاط مختلف جهان در سال ۲۰۱۰

■ بیشـــترین مصرف ســـیمان مربـــوط به آسیای شمالی با ۶۰ درصد می باشد.

■ مصرف سیمان خاورمیانه معادل ۵ درصد است.



رشد تصاعدی سیمان چین در مقایسه با سایر کشورهای جهان

طی سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰

■ با توجه به تولید ۱۸۵۱ میلیون تن سیمان در چین و ۱۴۴۳ میلیون تن سیمان در سایر کشورها طی سال ۲۰۱۰، تفاوت ۴۰۸ درصدی ملاحظه می‌گردد.

– ظرفیت جهانی تولید ســـیمان به‌صورت اســـمی در ســـال ۲۰۱۰ معادل ۳۵۰۰ میلیون تن در سال می‌باشد.

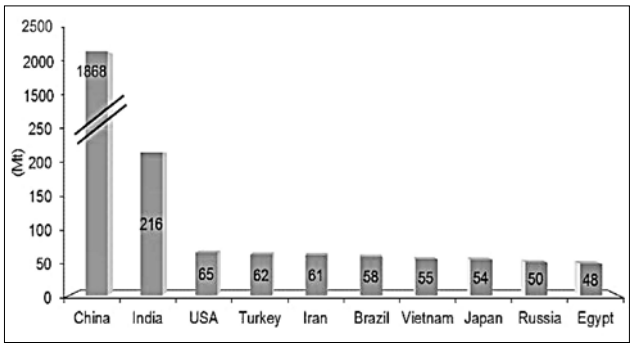
– تولید جهانی ســـیمان در ســـال ۲۰۱۰ به ۳۳۰۰ میلیون تن بالغ گردید.

- تعداد کشورهای تولید کننده‌ی سیمان ۱۴۹ کشور می‌باشند و ۱۷ کشور، سیمانی تولید نکرده‌اند.

- ۱۴۰ واحد تولید سیمان طی دو سال گذشته راه‌اندازی شده‌اند

- ۷۵۰ واحد سایش مستقل (۳۵۰ واحد از آن در چین می‌باشد) وجود دارد.

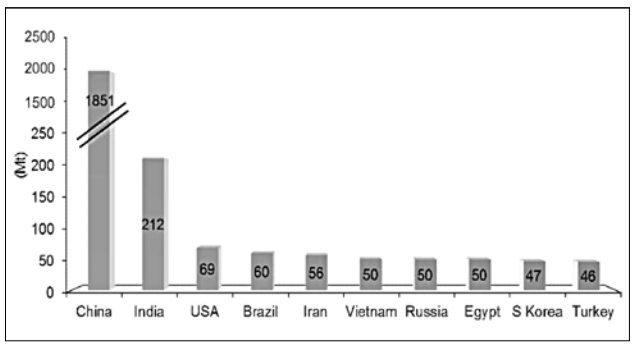
- میزان تجارت جهانی سیمان در سال ۲۰۱۰ معادل ۵ درصد تولید آن است. این میزان در سال ۲۰۰۸ معادل ۶ درصد بود.
- میزان تجارت سیمان و کلینکر در سال ۲۰۱۰ معادل ۱۵۱ میلیون تن در سال می‌باشد.
- میزان تجارت دریای سیمان و کلینکر در سال ۲۰۱۰ معادل ۱۰۵ میلیون تن در سال می‌باشد.



۱۰ تولید کننده‌ی عمده سیمان در سال ۲۰۱۰

(میلیون تن در سال)

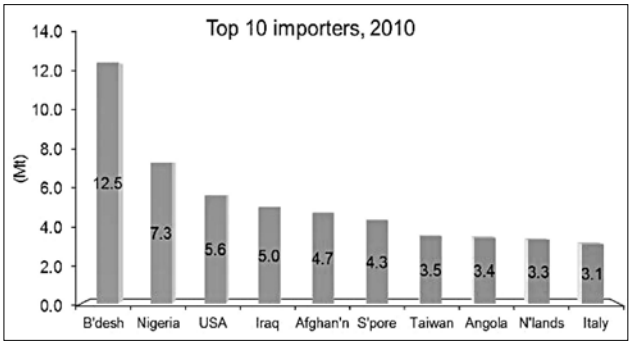
- ایران با ۶۱ میلیون تن در سال در رتبه‌ی پنجم قرار دارد. ایران قبلاً در رده‌ی دهم جهان بود.



۱۰ مصرف‌کننده‌ی عمده‌ی سیمان در سال ۲۰۱۰

(میلیون تن در سال)

- ایران با ۵۶ میلیون تن در سال در رتبه‌ی دهم قرار دارد.



۱۰ واردکننده‌ی عمده‌ی سیمان در سال ۲۰۱۰

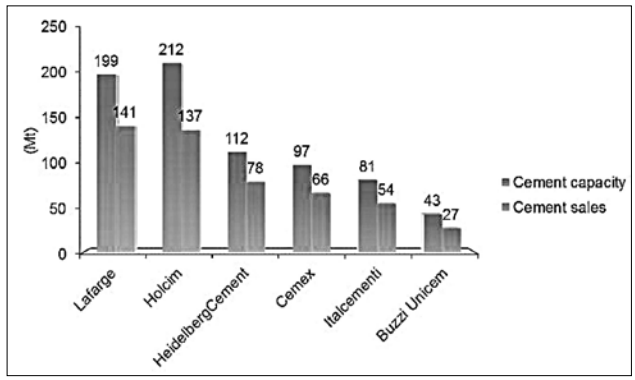
(میلیون تن در سال)

- بنگلادش با ۱۲/۵ میلیون تن بزرگترین واردکننده‌ی سیمان است.

جدول ۱: صادرکنندگان عمده‌ی سیمان و کلینکر جهان طی سال‌های ۲۰۰۸ الی ۲۰۱۰ (میلیون تن در سال)

کشور	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰
ترکیه	۱۴/۲	۲۰/۴	۱۹
چین	۲۶	۱۵/۶	۱۶/۶
تایلند	۱۴/۲۵	۱۴/۴۶	۱۴/۲۵
ژاپن	۱۱	۱۱	۱۰
پاکستان	۹/۷۸	۱۱/۲۷	۹/۷۱
تایوان	۷/۶۶	۸/۲	۷/۴
آلمان	۸/۹۲	۷/۰۱	۷/۲۵
هند	۵/۶۸	۵/۷۶	۶
کره جنوبی	۶/۵	۴/۵۷	۵/۸
ایران	۰/۶	۵/۵	۵/۳
امارات متحده عربی	۰/۲	۰/۶	۵
مالزی	۳/۹۳	۴/۴۵	۴/۱۸
یونان	۴/۵۶	۳/۹	۴/۱۰
اسپانیا	۲/۳۴	۲/۸۴	۳/۷۷
اندونزی	۴/۹۴	۴/۰۲	۳
بلغارستان	۳/۵۴	۲/۹	۲/۹
کانادا	۳/۹۷	۲/۹۵	۲/۸۷
پرتغال	۲/۶	۲/۳۱	۲/۷۵
ایتالیا	۲/۵۷	۱/۹۶	۱/۹
روسیه	۰/۸	۱/۶	۱/۷

- ترکیـــه با ۱۹ میلیون تن بزرگ‌ترین صادرکنندگان ســـیمان است که در سال ۲۰۰۸ رده‌ی چهارم را داشت.
- ایران با صادرات ۵/۵ میلیون تن در سال در حال حاضر در رده‌ی دهم قرار دارد.



۶ شرکت عمده‌ی تولیدکننده‌ی سیمان جهان در سال ۲۰۱۰ (میلیون تن در سال)

- لافارژ با ۱۹۹ میلیون تن در ســـال و فروش ۱۴۱ میلیون تن در سال از رتبه‌ی اول برخوردار است.

میزان تولید فعلی و پیش‌بینی سیمان ایران:

– ظرفیت اســـمی تولید ســـیمان در ســـال ۲۰۱۰ معادل ۶۶ میلیون تن در سال

– میزان تولید سیمان در ســـال ۲۰۱۰ معادل ۶۱ میلیون تن در سال

– تعداد کارخانه‌های تولید سیمان: ۵۹ واحد

– افزایش ظرفیت پیش‌بینی شده در ایران:

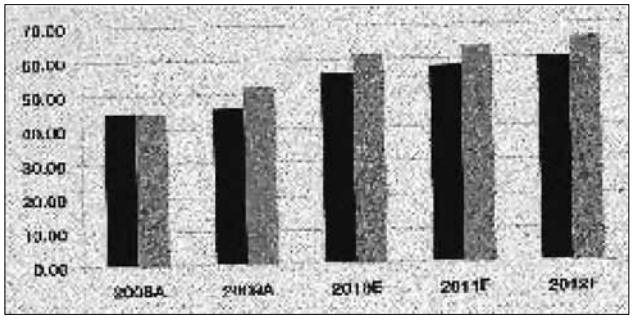
– سال ۱۰۱۱: ۱۱/۱ میلیون تن در سال

– سال ۱۰۱۲: ۵/۹ میلیون تن در سال

– سال ۱۰۱۲: ۶/۳ میلیون تن در سال

– کل ظرفیت پیش‌بینی شده: ۸۹ میلیون تن در سال ۲۰۱۳

– با این شـــرایط ایران در ســـال ۲۰۱۱ با ۱۹/۵ میلیون تن و در سال ۲۰۱۲ با ۲۳ میلیون تن مازاد تولید مواجه خواهد بود.



روند تولید و مصرف سیمان در ایران

جدول ۲: تولید و مصرف سیمان در ایران و پیش‌بینی آن

	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲
مصرف	۴۴/۵	۴۶	۵۶	۵۷/۸	۶۰/۱
تغییرات (٪)	+۷/۹	+۳/۴	+۲۱/۷	+۳/۲	+۴
تولید	۴۴/۵	۵۲/۱	۶۱/۳	۶۳/۶	۶۶/۱
صادرات	۰/۶	۵/۵	۵/۳	۵/۸	۶
واردات	۰/۰۸	۰	۰	۰	۰

* * * * *

تأثیر خازن بر شبکه‌های توزیع و اثرات آن بر جریان‌های الکتروموتور در صنایع سیمان

(بخش اول)

تهیه و تنظیم:
■ مهندس امیر نظام آذرشب، کارشناس برق مجتمع کارخانجات سیمان تهران

چکیده:

در این مقاله، مطالب زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد:

۱- اثر گرد و خاک بر روی خازن

۲- محل‌های مناسب جهت استقرار بانک خازنی

۳- طرق حفاظت بانک خازنی

۴- دلایل ارت نمودن بانک خازنی

۵- معیارهای انتخاب کنتاکتور و فیوز جهت خازن

۶- روش‌های محاسبه‌ی مقدار خازن مورد نیاز در صنعت

۷- تأثیر خازن بر ولتاژ شبکه و جریان‌های الکتروموتور

۸- لزوم استفاده از خازن در ذخیره کردن انرژی الکتریکی

۹- تأثیر خازن بر کابل‌ها از نظر سطح مقطع

۱۰- تأثیر خازن بر ضریب توان شبکه

۱- مقدمه

می‌دانیم در شبکه‌های جریان متناوب، توان ظاهری که از مولدها دریافت می‌شود به دو بخش توان مفید و غیرمفید تقسیم می‌شود. نحوه‌ی این تقسیم به شرایط مدار بستگی دارد. به این معنی که هر قدر ضریب قدرت ($\cos \varphi$) به یک نزدیک‌تر باشد، سهم توان مفید بیشتر است. این اتفاق در مداراتی رخ می‌دهد که مصارف اهمی آن بیشتر است. مانند سیستم‌های روشنایی یا تولید گرما توسط انرژی برق. می‌دانیم که سهم عمده‌ی مصارف شبکه‌ها را مصرف‌کننده‌ها (اهمی- سلفی) دریافت می‌کنند؛ مانند الکتروموتورها، ترانسفورماتورهای توزیع و ... که در آن‌ها سیم‌پیچ یا سلف نقش اصلی را ایفا می‌کند. در سیم‌پیچ‌ها به‌علت خاصیت ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی به‌صورت میدان مغناطیسی، توان همواره بین شبکه و سلف رد و بدل می‌شود. سلف در یک چهارم زمان تناوب، توان دریافت می‌کند و در یک چهارم بعدی زمان، توان را به شبکه پس می‌دهد. درست

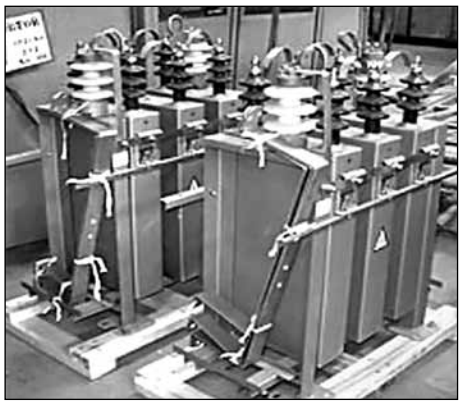
اســت که نتیجه‌ی ریاضی این عمل عدم مصرف انرژی اســت، زیرا توان داده شــده به ســلف با توان دریافت شده از آن برابر اســت؛ اما در عمل ایــن اتفاق رخ نمی‌دهد. زیــرا توان پس داده شده به شبکه امکان اســتفاده را برای مولد ایجاد نمی‌کند و این توان در هر حالتی از مولد دریافت شــده اســت و برای رسیدن به مصرف‌کننده‌ی اهمی- سلفی از شبکه‌ی توزیع شامل سیم‌ها، کابل‌ها و ... عبور کرده است.

نتیجه اینکه ســلف توانی را از مولــد دریافت می‌کند اما این توان را به شبکه پس می‌دهد. این توان قابل استفاده نیست و در مسیر عبور تلف می‌شود. پس مقداری از توان تلف می‌شود. لذا با استفاده از خازن از تلفات جلوگیری می‌شود. (شکل ۱)

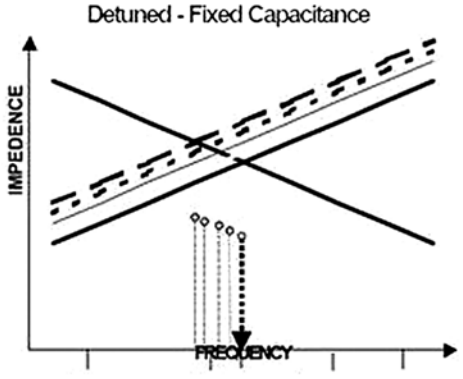
۲- خازن

خازن‌ها عامل جبران‌کننده‌ی توان راکتیو برای بارهای سلفی بوده و عامل تصحیح‌کننده‌ی ضریب قدرت هستند. عمل‌کننده‌ی توانی که مشترکان برق مصرف می‌کنند، متفاوت است. در نتیجه خصوصیات ضریب قدرت آن‌ها نیز متفاوت است. انرژی راکتیو شــبکه‌ها توســط اندوکتانس خطوط انتقال، ترانسفورماتورها، مدارهای الکترومغناطیســی موتورها و ســایر مصرف‌کننده‌ها از قبیل ضریــب توان[1]، لامپ‌های فلوئورســنت، یکسوســازها و سیســتم‌های الکترونیک، مصرف می‌شــود کــه این موضوع، موجب کاهش ضریب قدرت شده و در نتیجه باعث کاهش انتقال انرژی اکتیو می‌شــود. با تولید قدرت کاپاسیتیو توسط خازن‌ها، اثــر مؤلفه‌های راکتیو کاهش و ضریب قدرت افزایش می‌یابد که نتیجه‌ی آن برای مصرف‌کنندگان برق، صرفه‌جویی اقتصادی و برای شرکت‌های برق ایجاد شــرایط فنی مطلوب‌تر برای انتقال انرژی خواهد بود.(شکل ۲)

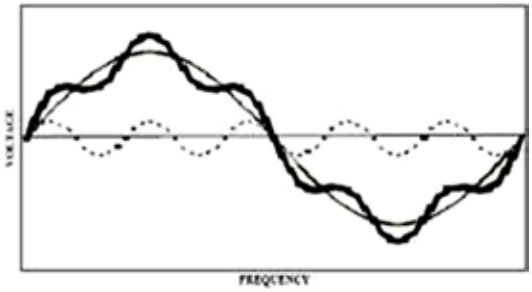
تــوان در خازن‌ها به‌صورت توان غیر مفید اســت، درســت مانند ســلف‌ها در یک چهارم پریود مــوج متناوب، توان دریافت می‌کننــد و در یک چهــارم بعدی توان را تحویــل می‌دهند. پس خازن‌ها هم مانند ســلف‌ها باعث افزایش توان راکتیو (غیرمفید) شــبکه می‌شوند.(شــکل ۳) اما نکته‌ی با اهمیت وقتی اســت که خازن و ســلف با هم در شــبکه قرار گیرند. این دو بر عکس هم عمل می‌کنند، یعنی زمانی‌که ســلف تــوان می‌گیرد، خازن توان



شکل ۱: نمای خارجی یک خازن فشار قوی ۳/۶ KV



شکل ۲: تاثیر امپدانس سلفی در بالاتر از فرکانس بارنامی در شرایطی که امپدانس با بار خازنی متناسب نباشد



شکل ۳: تاثیر هارمونیک سوم را بر بارهای خازنی

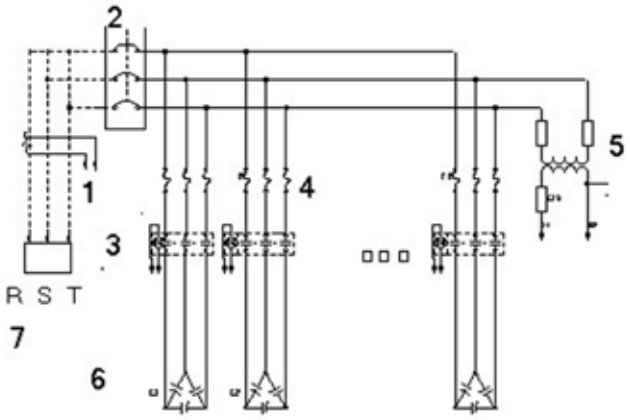
می‌دهد و زمانی که سلف توان می‌دهد، خازن توان می‌گیرد. پس توان‌های غیر مفید این دو فقط یک‌بار از شــبکه دریافت می‌شود و در زمان‌های بعد بین آن‌ها مبادله می‌شــود؛ بدون اینکه مولد این توان را تحمل کند. پس مصرف‌کننده‌های اهمی- سلفی توان راکتیــو خود را دریافت می‌کنند و مولد و شــبکه‌ی توزیع آن را تولیــد و پخش نمی‌کننــد. زیرا این کار را خــازن انجام می‌دهد. این خازن‌ها از حالا به بعــد، ((خازن‌های اصلاح ضریب توان))

1- power factor

نـــام می‌گیرند و وظیفه‌ی آن‌هـــا تأمین توان راکتیـــو مورد نیاز مصرف‌کننده‌های اهمی- سلفی است.

۲-۱- اتصال خازن به شبکه

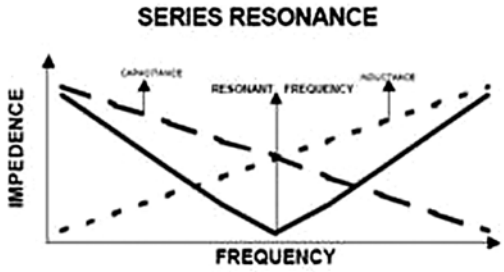
خازن‌هـــای اصلاح ضریـــب توان باید در شـــبکه به‌صورت مـــوازی قرار گیرند. برای این کار در شـــبکه‌های تک فاز باید به فاز و نول وصل شـــوند و در شـــبکه‌های سه فاز پس از اتصال به‌صـــورت ســـتاره یا مثلث، به ســـه فاز متصل می‌شـــوند. این خازن‌ها باید از انواعی انتخاب شوند که بتوانند به‌صورت دائمی در مدار قرار گیرند. پس باید بتوانند ولتاژ شـــبکه را تحمل کنند. در محاســـبه‌ی خازن از انواعی استفاده می‌شود که ولتاژ مجاز آن‌ها ۱۵ درصد بیشتر از ولتاژ شبکه باشد. (شکل ۴)



شکل ۴: نحوه‌ی اتصال خازن در شبکه

۲-۲- نحوه‌ی عملکرد خازن

استفاده از خازن‌ها به‌عنوان تولیدکننده‌ی بار اکتیو به‌منظور تنظیم و کنترل ولتاژ و جلوگیری از نوســـانات قدرت در شبکه‌ها و تصحیـــح ضریب قدرت در مصرف‌کننده‌هـــا، به‌علت ارزانی و سادگی سیستم آن، بسیار متداول است. در یک مصرف‌کننده‌ی الکتریکـــی I_P و راکتیو I_Q غیر اهمـــی بین ولتاژ و جریان اختلاف فازی وجود دارد. جریانی که مصرف‌کننده از شـــبکه می‌کشـــد، در جهت راکتیو اســـت. حال اگر خازنی را به دو سر بار، متصل کنیم، جریانی از شبکه می‌کشد که در خلاف جهت جریان راکتیو بار است. لذا جریان راکتیوی که از شبکه کشیده می‌شود کاهش می‌یابد و به‌عبارت دیگر بزرگ‌تر شـــده اســـت. هر اندازه زاویه کوچک‌تر باشـــد، متناســـب با آن، قدرت راکتیو بیشـــتر و قدرت راکتیو شرایط جدید، ضریب توان کمتری خواهد شد. (شکل ۵)



شکل ۵: شرایط رزیستانس در یک مدار خازنی سلفی در فرکانس کارنامی

۲-۳- دلایل استفاده از خازن‌های صنعتی

به‌طور کلی در رابطه با اثراتی که خازن بر صنعت می‌گذارد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- بهبود ضریب توان شبکه
- بـــه تعویق انداختن و یا به‌طور کلی حذف کردن هزینه‌های لازم برای ایجاد تغییرات در سیستم
- افزایش درآمد ناشی از افزایش ولتاژ و جبران بار راکتیو
- کاهش مؤلفه‌ی پس فاز جریان مدار
- تنظیـــم ولتاژ و ثابت نگه‌داشـــتن آن به‌منظور جلوگیری از وارد آمدن خسارت به دستگاه‌ها، به‌دلیل کاهش جریان $(R\times I^2)$
- کاهش توان راکتیو در سیستم به‌دلیل کاهش جریان

۳- محاسبه‌ی توان خازن

نقش خازن در شـــبکه کاهش توان راکتیو مصرف‌کننده‌های اهمی- ســـلفی از دید مولدها است. با این اتفاق ضریب توان مفید به یک نزدیک می‌شـــود. پس با کنترل ضریب قدرت امکان کنترل توان راکتیو وجود دارد. این کار به‌کمک یک $(\cos\varphi)$ متر صورت می‌گیرد. یعنی به‌کمـــک$(\cos\varphi)$ متر می‌توان دریافت که ضریب توان و در نتیجه توان راکتیو در چه وضعیتی قرار دارد.

۳-۱- دامنه‌ی تغییرات ضریب توان $(\cos\varphi)$

خازن مذکور باید برابر نیاز شبکه باشد، در غیر این‌صورت خود تـــوان راکتیو را از مولد دریافت می‌کند و همچنین ســـبب افزایش ولتاژ آن می‌شود. پس باید خازن مطابق نیاز شبکه محاسبه شود.

۳-۲- مقدار نیاز شبکه به خازن

مقدار نیاز شـبکه به خازن، مقداری است که ضریب توان را به یک نزدیـک کند. این مقدار خازن خود تـوان راکتیوی ایجاد می‌کنـد که توان راکتیو مصرف‌کننده‌ی اهمی- سـلفی را جبران می‌کند. پس مقدار خازن به مقدار توان راکتیو مدار بستگی دارد. هر قدر این توان قبل از خازن‌گذاری بیشتر باشد، اندازه‌ی خازن نیز بزرگ‌تر خواهد بود.

با توجه به مطالب ارائه شده، باید برای محاسبه‌ی خازن دو مقدار مشخص شود:

الف- مقدار ضریب توان شبکه قبل از خازن‌گذاری

ب- مقدار ضریب توان شـبکه بعد از خازن‌گذاری که انتظار داریم شبکه به آن برسد.

ج- اندازه‌ی توان اکتیو

پـس از تعیین این مقادیر مراحل زیـر را پی می‌گیریم. برای مقدار ضریب تـوان مطلوب، مثلاً عدد ۰/۹ مقدار خوبی اسـت. حال دو مقدار ضریب توان داریم؛ یکی ضریب توان شـبکه قبل از خازن‌گـذاری و دیگری ضریب توان مطلوب که می‌خواهیم با گذاردن خازن به آن برسـیم. به‌کمک رابطـه‌ی زیر مقدار توان راکتیو مورد نظر را که با آمدن خازن تأمین می‌شـود محاسـبه می‌نماییم.

توجه: در خریـد خازن‌های اصلاح ضریب توان برای تعیین ظرفیـت خازن به‌جای فـاراد، از میزان تـوان راکتیو آن خازن سخن گفته می‌شود.

محاسـبه‌ی خازن در این مرحله تمام می‌شود و مقدار توان به‌دست آمده، همان مقدار خازن مورد نیاز است $Q = P.F$.

٤- مکان و شرایط مناسب برای نصب خازن‌ها

توصیه شـده که بهتر اسـت خازن‌ها از تشعشـع مستقیم خورشید دور باشند. همچنین در محلی نصب و مورد بهره‌برداری قرار گیرند که دارای رطوبت زیاد نباشـد و نیز هوای محیط‌های صنعتی که سبب خوردگی بدنه می‌شود از سایر عوامل مضر در طول عمر آن‌ها محسوب می‌گردد.

لازم به ذکر اسـت که محل نصب خازن‌ها در یک سیسـتم برقی به مشـخصات بار، بسـتگی دارد. برای بارهای متمرکز، خازن‌ها در نزدیکی مرکز بـار، اما برای بارهای پراکنده، خازن در طول خط و مطابق با نیاز نصب می‌شـود. خازن‌ها با بدنه‌ی فلزی، اتصال زمین شـده و یا اینکه توسط سیم خنثی، به زمین متصل می‌شـوند. در موقع نصب سـیم زمین بـه بدنه‌ی خازن بایـد توجه کـرد که محل اتصـال، فاقد رنگ بـوده و از طرفی زنگ‌خوردگی نیز نداشته باشد. به دمای خازن‌ها در هنگام کار، توجه خاصی معطوف شود، چون اثر مهمی در عمر خازن دارد؛ بـه این دلیل در روی پلاک خازن‌ها حداقل و حداکثر دمای مجاز کار خازن توسط سازندگان، حک می‌شود. چیدمان خازن‌ها باید به ترتیبی باشـد که تلفات گرمایی آن‌ها توسط جابجایی طبیعی هوا (کنوکسـیون) و طرق دیگر، تهویه شود. باید گردش هوا در اطراف هر واحد به راحتی امکان‌پذیر باشد. به این دلیل در بدنه‌ی تابلوی خازن‌ها، فضای مناسـب برای امکان تبادل هوا با محیط بیرون تعبیه می‌شود. این مطلب خصوصاً برای واحدهایی که در سـتون‌هایی روی هم قرار گرفته‌اند، اهمیت خاصی پیدا می‌کند. کنتاکتورهـا مرتباً با قطع و وصل خود، خازن‌ها را به مدار وارد و یـا از مدار خارج می‌کنند. لذا توصیه می‌شـود از نوع مرغوب و با کیفیت انتخاب شـوند و قدرت آن‌ها حداقل ۱/۵ برابر قدرت خازن‌های مربوطه باشد.خصوصاً سعی شود از کنتاکتورهایی استفاده گردد که دسترسـی به قطعات یدکی آن‌ها آسان باشد. هر اتصـال نامطمئن در مدار خازن آن را بیش از حد گرم کرده و تحـت تنش حرارتی قـرار می‌دهد. از ایـن رو بازدید منظم و تعویض به‌موقع پلاتین کنتاکتورها توصیه می‌شود. در کل، بهتر اسـت علاوه بر بازدیدهای معمول، بانک خازنی هر سه ماه یک بار توسـط افراد باصلاحیت فنی مورد بررسـی قرار گرفته و سرویس لازم انجام گردد.

٥- ساختمان و اجزاء تشکیل‌دهنده‌ی بانک خازنی

قسمت راکتیو خازن شـامل دو ورقه‌ی نازک آلومینیوم که توسـط لایه‌های کاغذ اشباع شـده، از روغن عایق یا مایع‌های مصنوعی جدا شـده اسـت. گاه به‌جای کاغـذ از مواردی چون پلی‌پروپیلن سـینتتیک[1] استفاده می‌شـود که در آن ورقه‌ها چند

1- Poly propylene synthetic

دوره لوله شـــده و یک واحد خازن را تشکیل می‌دهند، یا تعدادی از این لایه‌ها روی یکدیگر قرار داده شـــده و آن‌ها را مجموعاً در داخل یک مخزن مملو از مایع عایق، جاسازی کرده و دو انتهای خازن از طریق مقره به محیط خارج هدایت می‌شود. برای حفاظت حرارتـــی بانک‌های خازنی از بی‌متـــال و رله‌های حرارتی که به بوبین کنتاکتور خازن‌ها فرمان قطع می‌دهند، اســـتفاده می‌شود. تنظیم این رله‌ها در حدود ۱/۴۳ برابر جریان نامی خازن اســـت. بـــرای محافظت در مقابل اضافه جریـــان به‌عنوان مکمل حفاظت HRC[1] بـــه‌کار مـــی‌رود، همچنین اســـتفاده از فیوزهای حرارتی متداول اســـت. به‌منظور کاهش ولتاژ دو سر خازن پس از خارج شـــدن آن‌ها از مدار، از مقاومت‌هایی که بـــه ترمینال‌های خازن بسته شده است، اســـتفاده می‌کنند. توان این مقاومت‌ها متناسب با توان خازن‌ها بین ۳۰ تا ۵۰ کیلو اهم می‌باشـــد که میزان ولتاژ را در مدت ســـه دقیقـــه پس از قطع خازن‌ها بـــه میزان کم خطر (پایین‌تـــر از ۷۵ ولت) کاهش می‌دهند و در حالت‌های خاصی که خازن مستقیماً به ســـیم‌پیچی‌های الکتروموتور وصل می‌شود، نیـــازی به مقاومت تخلیه نبوده و باید تـــا توقف کامل موتور از تماس با قسمت‌های برق‌دار خازن اجتناب شود. (شکل ۶)

۶- روش‌های حفاظت از خازن‌ها

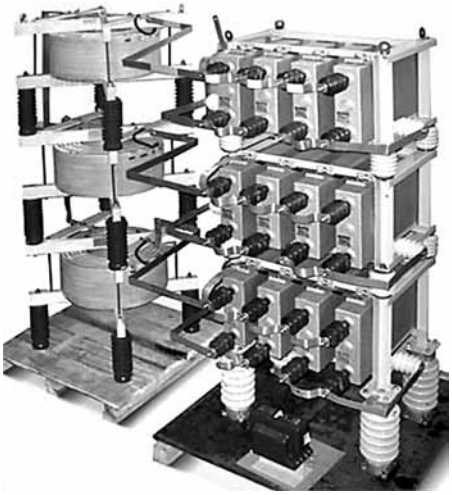
روش انتخاب فیوزها برای واحدهـــای خازنی که ظرفیت KVAR ۲۰۰-۱۰۰ را تحت ولتاژ KV ۶/۳ دارا می‌باشند، به‌شرح زیر است:

۱- ولتاژ اسمی فیوز بالغ بر ۱۱۰% ولتاژ اسمی واحد خازن مورد محافظت باشد.

۲- توانایی قطع فیوز بیش از جریان ناشـــی از عیب در واحد خازنی باشـــد. در صورتی‌کـــه بانک خازنی به شـــبکه با قدرت اتصال کوتاه بالا متصل شـــده باشد، از فیوزهای محدودکننده‌ی جریان عیب استفاده شود.

۳- منحنی مشـــخصه‌ی زمان- جریان فیوز در سطح پایین‌تر از منحنی حرارتی یا منحنی انفجار و انهدام محفظه‌ی واحد خازنی منحنیHeot curve واقع باشـــد. (بـــرای این منظور چهار ناحیه‌ی تعریف شده در منحنی مشخصه‌ی فیوز، در نظر گرفته شود.)

1- High Rupture Current



شکل ۶: شمای داخلی یک خازن

۴- جریـــان دائم برقرار شـــده در فیوز یا جریـــان بار فیوز، ۱/۶۵ برابر جریان واحد خازنی طبق اســـتاندارد امریکا[2] باشـــد. این پیش‌بینی به‌منظور در نظر گرفتن افزایش احتمالی جریان بار ناشی از اضافه ولتاژهای موقت، هارمونی‌های اضافی و اضافه ولتاژهای قطع و وصل می‌باشـــد. فیوز لازم است در مقابل عیب داخلـــی در واحد خازنـــی در فاصله‌ی زمانـــی حداکثر ۳۰۰ S و یـــا کمتر عمل نماید. واحدهای خازنی با اتصال ســـتاره به زمین متصل شـــده و بانک‌ها با اتصال مثلث. پیش‌بینی فاصله‌ی زمانی کار فیوز به‌شرح فوق ضروری نمی‌باشد. در بانک‌های خازنی که دارای اتصال ستاره این ایزوله می‌باشند، تأمین فاصله‌ی زمانی ناچیز تشخیص عیب دشـــوار می‌باشد، چون جریان عیب ناشی از انفجـــار و انهدام یک واحد خازنی تا حدود ســـه برابر جریان بار عادی آن محدود می‌باشـــد. جریان فـــوق در فاز مربوطه به واحدهای فوق برقرار می‌شـــود. در پاره‌ای موارد کاهش جریان اســـمی فیوز تا مقدار حداقل معادل ۱۵۰% جریان اســـمی انجام می‌شـــود. کاهش جریان بـــار فیوز به‌میزان فـــوق در بانک‌های خازنی ایزوله با توجه به برقراری جریان مؤلفه‌ی صفر در آنان قابل قبول می‌باشد.

۵- فیوزها از تحمل کافی جریان‌های برقرار شـــده از ســـایر واحدهای خازنی موجود در فاز شـــامل واحد خازنی آسیب‌دیده برخوردار باشند.

ادامه دارد ...

2- NEMA

کاربرد فراگیر رولرپرس‌ها در صنایع کانی دنیا

مقاله

تهیه و تنظیم:

- مهندس محسن یعقوبی، شرکت صنایع سیمان نهاوند
- مهندس فریدون رحمانی، شرکت سیمان یاسوج

چکیده:

پیشرفت‌های کنونی در زمینه‌ی بازدهی مدارهای خردایش، تأثیر زیادی بر هزینه‌ی عملیاتی هر کارخانه گذارده و می‌تواند سبب حفظ منابع انرژی گردد. از این قبیل دستاوردها می‌توان به بهینه‌سازی ماشین‌آلات قدیم و نیز ظهور تجهیزات جدید، اشاره کرد. هزینه‌ی تولید و مسائل محیط زیستی به‌منظور خردایش و جداسازی اقتصادی، اصرار بر کاهش مصرف انرژی و توسعه‌ی ماشین‌های با بازدهی بالا، دارند. عمده میزان مصرف انرژی در خطوط تولید و فرآوری کانی‌ها به مراحل خردایش و سایش برمی‌گردد. از مهم‌ترین تجهیزات جدید مورد استفاده در این خصوص، انواع و اقسام گوناگون آسیاب‌های غلتکی فشار بالا (HPGR)[1] است که در مدارهای خردایش به چند حالت مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. استفاده از غلتک‌های خردایش با فشار بالا به خوبی در صنایع کانی برای آسیاب کردن کلینکر، سنگ آهک، سرباره و دیگر مواد نسبتاً غیرساینده جا افتاده است. کاهش هزینه‌ها به همراه صرفه‌جویی در انرژی مصرفی، افزایش توان تولید، اشغال فضای کمتر و عمر زیاد از جمله دلایلی بود که رولرپرس‌ها مورد توجه بیشتر قرار گیرند.

نتایج حاصل از تحقیقات استفاده از رولرپرس در یکی از کارخانه‌های فرآوری مواد معدنی کشور نشان داد که افزایش ظرفیت آسیاب گلوله‌ای به میزان ۱۲۰ t/h به دلایل کاهش d_{80} از ۳۳/۵ mm به ۷/۲۲ mm، کاهش اندیس باند مواد از ۱۵ به ۸/۶ kWh/ton، کاهش اندازه‌ی بزرگ‌ترین گلوله (B_{MAX}) و در نتیجه ریزتر شدن شارژ آسیاب گلوله‌ای به ۲۰ mm، افزایش سطح مخصوص گلوله‌ها به‌میزان ۳۸/۳ درصد و کاهش زمان ماند مواد، رخ داده است. صرفه‌جویی در مصرف انرژی، گلوله، افزایش تولید به میزان ۱۵۰ درصد از دستاوردهای مهم به‌کارگیری این تجهیزات در صنعت مزبور به‌شمار رفته است.

کلمات کلیدی: رولرپرس، HPGR , شارژ، ماشین خردایش، سایش

1- High Pressure Grinding Rolls

۱- مقدمه

بیش از ۵۰ درصد انرژی مصرفی در کارخانه‌های کانه‌آرایی در مراحل خردایش مصرف می‌شود. علاوه بر این، خردایش در حدود ۳ تا ۴ درصد از کل انرژی جهانی را به خود اختصاص داده است. خرد کردن ماده‌ی معدنی، نیازمند استفاده از مراحل مختلف سنگ‌شکنی و نرم‌کنی است. همچنین این تجهیزات به‌علت ارتباط مستقیم با سنگ معدن دچار استهلاک زیادی می‌شوند. بنابراین دستیابی به یک خردایش کارا، با لحاظ کردن حفظ منابع انرژی، اثر بزرگی بر روی هزینه‌های عملیاتی می‌تواند داشته باشد. با توجه به مصرف بالای انرژی خردایش و تأثیر مستقیم چگونگی عملکرد این بخش بر روی سیستم‌های خردایش در مدارهای فرآوری مواد معدنی، تلاش‌های زیادی برای حداقل‌سازی انرژی خردایش صورت گرفته که طراحی و ساخت دستگاه‌های جدید از جمله این موارد می‌باشد. در این راستا، مشخص شده که خردایش مواد در یک لایه‌ی فشرده دارای مزایایی همچون بهبود درجه‌ی آزادی مواد و کاهش انرژی مصرفی در مراحل بعدی خردایش می‌باشد که در صورت استفاده از سنگ‌شکن‌های غلتکی فشار بالا در مراحل اولیه‌ی خردایش، این مزایا قابل دستیابی است.

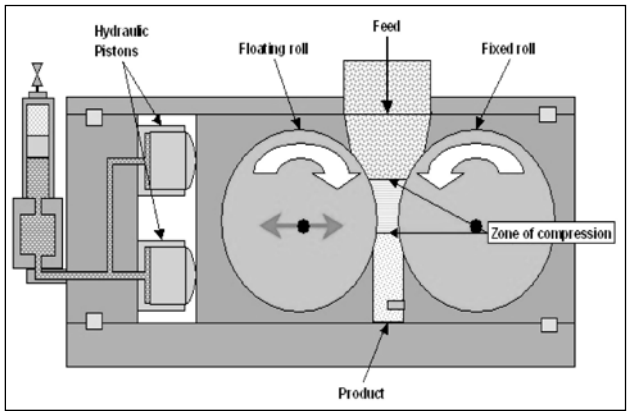
با افزایش کاربرد رولرپرس‌ها، تجربیات استفاده از این تکنولوژی نیز افزایش یافته است. به‌گونه‌ای که با کاربردهای اولیه در صنعت سیمان و سنگ آهک، پایه و اساسی برای توسعه‌ی این تکنولوژی به‌عنوان یک ابزار قابل اطمینان در سایر صنایع ایجاد شد.

HPGR از دو یا چند غلتک تشکیل شده است که با اعمال فشار به یکی از غلتک‌ها، فشاری معادل ۶۰-۴۰ برابر فشار اعمالی در ناحیه‌ی بین غلتک‌ها ایجاد می‌شود که این فشار ایجاد شده معمولاً بیشتر از مقاومت فشاری سنگ‌ها است و منجر به خردایش آن‌ها میگردد. خردایش در ناحیه‌ی بین غلتک‌ها به دو صورت خردایش تک ذره‌ای و خردایش بین ذره‌ای (در ناحیه‌ی فشار) انجام می‌پذیرد.

در طراحی و انتخاب HPGR ، اولین گام بررسی قابلیت خردایش کانسنگ است که این امر با انجام تست‌های آزمایشگاهی و پایلوت و اندازه‌گیری میزان سایش غلتک‌ها مقدور است. در ادامه با توجه به ظرفیت عملیاتی مورد نیاز، ابعاد مناسب دستگاه انتخاب می‌شود. در حال حاضر سه شرکت Polysius , KHD Humboldt Wedag و Koppern عمده شرکت‌های شناخته شده‌ی سازنده‌ی HPGR در دنیا هستند. این شرکت‌ها در ابتدا با دریافت ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ کیلوگرم نمونه‌ی معرف، امکان خردایش مواد را امتحان می‌کنند و در مراحل بعدی در مقیاس پایلوت یا نیمه‌صنعتی، با مقدار نمونه‌ی معرف بیشتری نیروی اعمالی ویژه، مهم‌ترین عامل در کنترل کیفیت، ریزی محصول و توزیع دانه‌بندی و همچنین اندازه‌ی بزرگ‌ترین سایز محصول را محاسبه می‌کنند.

سیستم HPGR از سه تابع قدرت موتور، ظرفیت عملیاتی و توزیع دانه‌بندی تشکیل شده است.

لیچینگ کانسنگ‌های مقاوم طلا و مس، افزایش بازیابی و کاهش زمان لیچینگ را نشان داده که این امر به‌دلیل ایجاد میکروترک و افزایش درجه‌ی آزادی نمونه‌های محصول HPGR می‌باشد.



شکل ۱: نمای کلی از آسیاب غلتکی فشار بالا

۲- کاربردهای HPGR در صنایع مختلف

به‌طور کلی رولرپرس‌ها در صنایع فرآوری مواد معدنی با چیدمان و آرایه‌های ذیل قابل کاربرد است که این کاربردها در شکل‌های ۲ تا ۶ آورده شده است. همچنین در صنایع سیمان نیز، HPGR در ۵ آرایه به‌صورت‌های خردایش اولیه، خردایش نیمه نهایی و خردایش نهایی قابلیت به‌کارگیری را دارد.

۲-۱- کاربرد در صنعت الماس

افزایش بازیابی و کاهش هزینه‌ها از جمله دلایل استقبال

HPGR در صنعت الماس بود. اولین HPGR صنعت الماس با ظرفیت ۷۰۰-۵۰۰ تن در سال ۱۹۸۶ در آفریقای جنوبی نصب شد که خوراک ۷۵ میلیمتر را به محصول ۲۵ میلیمتری می‌رساند. در فرآوری الماس باطله‌ی الماس به‌کمک مایع سنگین جدا می‌شود. در شاخه‌های قبل از مرحله‌ی مایع سنگین، کانسنگ الماس به ابعاد زیر ۲۵ میلیمتر رسانده می‌شود. این کار توسط سنگ‌شکن مخروطی (مانند معدن West) یا توسط آسیای خودشکن (در روسیه) انجام می‌گیرد. با توجه به قابلیت HPGR در تولید ذرات ریزتر و قابلیت پذیرش ذرات درشت‌تر با شکاف عملیاتی بزرگ‌تر، به مرور در صنعت الماس جایگزین شد. همچنین قابلیت HPGR در پذیرش ذرات درشت‌تر به‌دلیل شکاف عملیاتی بزرگ‌تر نسبت به مخروطی شکستگی‌های الماس کاهش می‌یابد و ارزش الماس افزایش یافته و نهایتاً در مراحل بعدی کاهش هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی را خواهیم داشت. ابعاد درشت جدا شده در مایع سنگین (بین ۲۰ تا ۳۲ میلیمتر) در بیشتر موارد مورد خردایش مجدد قرار می‌گیرد که این خردایش توسط HPGR انجام می‌شود.

۲-۲ - کاربرد HPGR در صنعت آهن

پس از صنعت الماس، در صنعت آهن نیز از این تکنولوژی جهت تولید گندله بهره جستند. به‌طور کلی کنسانتره آهن در یک آسیاب گلوله‌ای تر خرد شده و پس از آبگیری و فیلتر شدن با اضافه کردن موادی وارد دیسک‌های گندله‌سازی می‌شود. پیش خردایش محصول با HPGR افزایش ۲۰ درصدی ظرفیت آسیاب گلوله‌ای را نشان داده است. نصب HPGR در مرحله‌ی پس از فیلتراسیون، امکان افزایش اندازه‌ی محصول آسیاب را می‌دهد، که این امر باعث افزایش ظرفیت آسیاب و سرعت فیلتراسیون می‌شود. همچنین خردایش مجدد توسط HPGR باعث افزایش کیفیت گندله‌ها می‌گردد.

۲-۳- کاربرد HPGR در سنگ‌های سخت

اخیراً، آزمایش‌هایی در مقیاس نیمه صنعتی قابلیت کاربرد تکنولوژی HPGR را روی کانسنگ‌های سخت ثابت کرده است. به‌عنوان یک نتیجه‌ی مهم، ۴ مورد در آمریکای جنوبی و ۲ مورد در اندونزی در صنایع مس، کاربرد HPGR گزارش شده است.

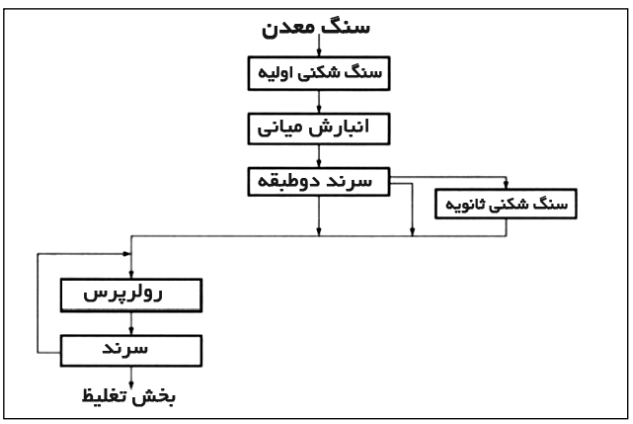
در مدارهای خودشکن، HPGR جهت خردایش اندازه‌های بحرانی مورد استفاده قرار گرفته است. کاربرد HPGR در سنگ‌های سخت، به‌عنوان جایگزین در سنگ‌شکنی مراحل سوم و چهارم مورد استفاده قرار گرفته است. دغدغه بین ظرفیت عملیاتی و سایش سطوح همیشه در سنگ‌شکنی ابعاد ریز دانه وجود داشته است. اولین جایگزینی HPGR با چند مرحله سنگ‌شکن در معدن کانسنگ چی لین انجام گرفت و از سال ۱۹۹۸ این دستگاه با ظرفیت ۱۰۰۰ تن بر ساعت (با ابعاد ورودی ۶۵ میلیمتر و محصول ۶ میلیمتر) مورد استفاده قرار گرفت که طول عمر سطوح ضد سایش حدود ۸۰۰۰ ساعت و مصرف برق ۱/۳ کیلو وات به‌ازای هر تن بود. طرح جایگزینی HPGR با جایگزینی چندین مرحله‌ی سنگ‌شکنی با HPGR، کاربرد آن را توجیه‌پذیر ساخته است. محصول به دست آمده از HPGR محصول ریزتری نسبت به سنگ‌شکن‌های مشابه دارد که همین امر باعث افزایش بارخور آسیاب‌های گلوله‌ای پایین‌دست می‌شود. مطالعات فنی اقتصادی انجام گرفته بر روی کانسنگ مس نشان داد که HPGR پتانسیل افزایش ۳۰ الی ۵۰ درصدی آسیاب گلوله‌ای را دارد. مقدار مواد ریز زیاد تولید شده و کاهش اندیس کار به‌دلیل میکروترک‌های ایجاد شده در خردایش توسط HPGR ، باعث کاهش بار در گردش آسیاب و به تبع آن کاهش تعداد هیدروسیکلون‌ها و پمپ‌های مورد نیاز می‌شود.

۲-۴- کاربرد HPGR در صنایع سیمان

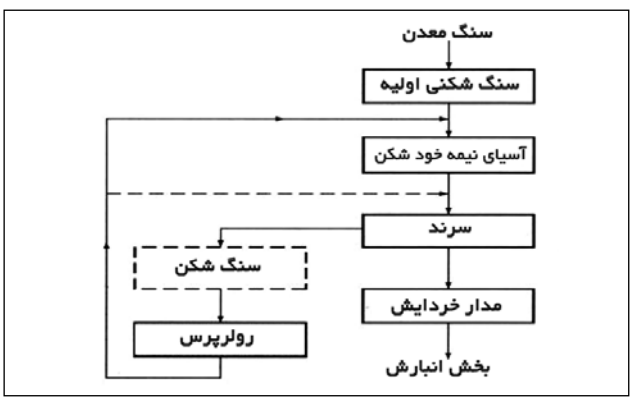
در رولرپرس‌ها ترکیبی از نیروهای فشاری و برشی به‌کار گرفته شده و بدین‌ترتیب انرژی الکتریکی ویژه کاهش می‌یابد. لیکن در سایش کلینکر با این نوع آسیاب‌ها، میزان سایش غلتک‌ها و آسترها به‌عنوان یک مسئله مطرح است. در حال حاضر ادعا می‌شود که آلیاژهای فولادی با مقدار کروم بالا همراه با عملیات حرارتی ویژه، قادر به ارائه‌ی عمر مفید به میزان ۲۰۰۰۰ ساعت هستند، که این مقدار نه تنها در مورد قطعات نو صادقند، بلکه در صورت بازسازی سطوح ساییده شده نیز چنین زمانی از عمر مفید حاصل می‌گردد. رولرپرس‌ها (HPGR) با موفقیت جهت خردایش اولیه با آرایش‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند. همچنین، رولرپرس‌ها به‌طور مستقل و به‌تنهایی به

عنوان آســیاب‌های سیمان به‌کار گرفته شــده‌اند و صرفه‌جویی حاصل در مصرف انرژی در حدود ۴۰ درصد انرژی مصرفی در آسیاب‌های گلوله‌ای بوده است.

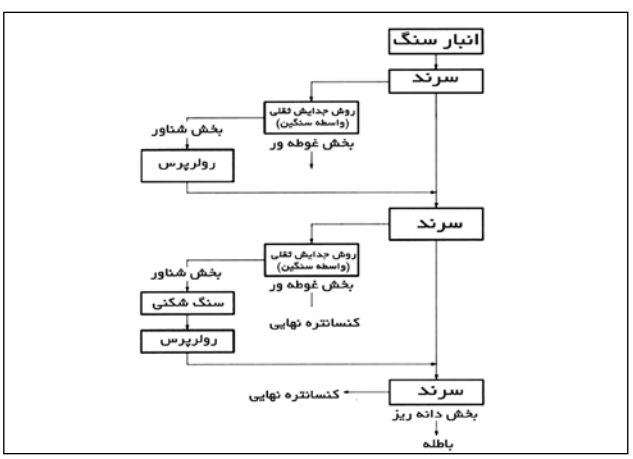
بســیاری از رولرپرس‌هــای اولیه تاوان مشــکلات مربوط به عیوب ســطح غلتک‌ها و یاتاقان‌هــا را پرداخت کرده‌اند، لیکن به‌تدریج با کاهش فشــار، افزایش انــدازه‌ی غلتک‌ها و بهبود در متالورژی قطعات، کارآیی رضایت‌بخش فراهم شده است.



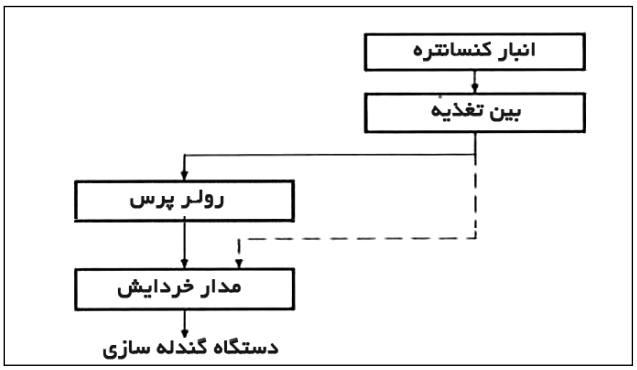
شکل ۲: HPGR پس از خردایش ثانویه



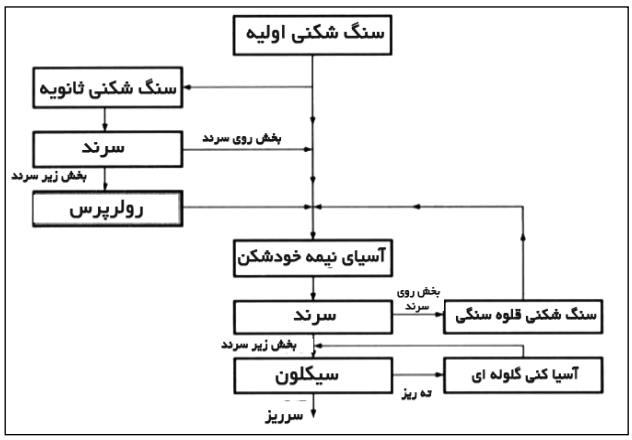
شکل ۳: HPGR پس از آسیاب نیمه‌خودشکن



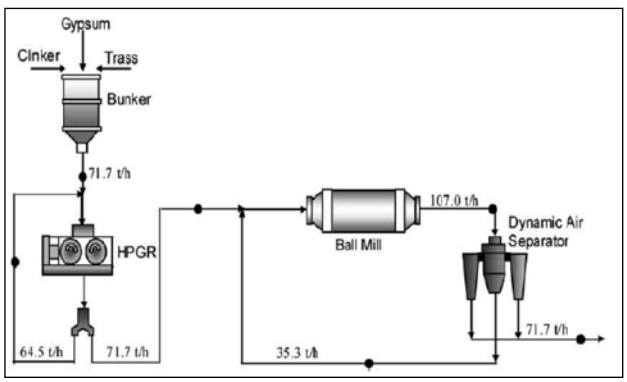
شکل ۴: استفاده از HPGR جهت خردایش ذرات درشت جدا شده در مایع سنگین



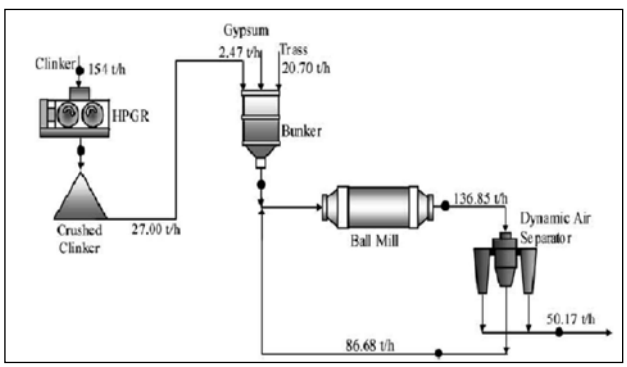
شکل ۵: استفاده از HPGR جهت پیش‌خردایش



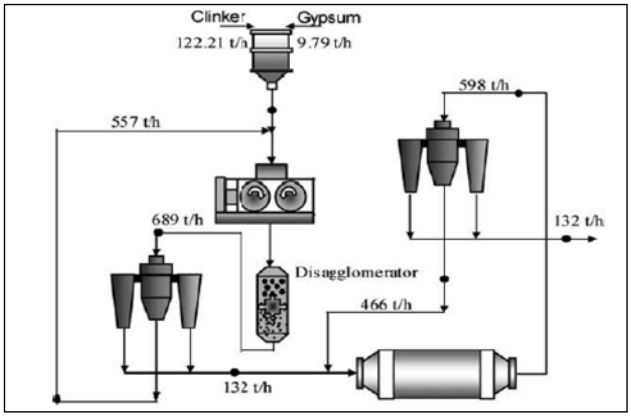
شکل ۶: مدار خردایش قبل از آسیاب نیمه‌خودشکن



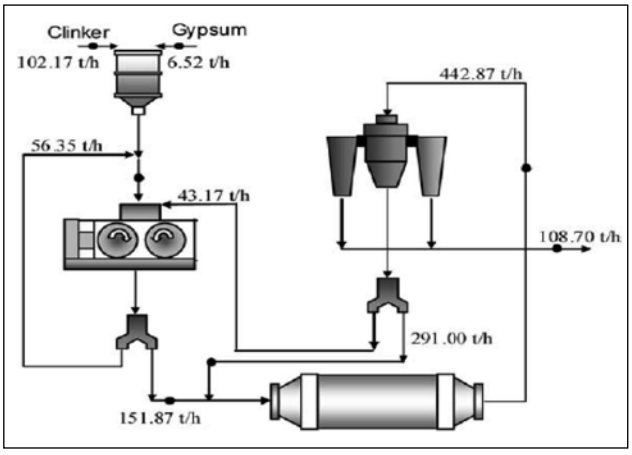
شکل ۷: HPGR مدار باز، آسیاب گلوله‌ای مدار بسته



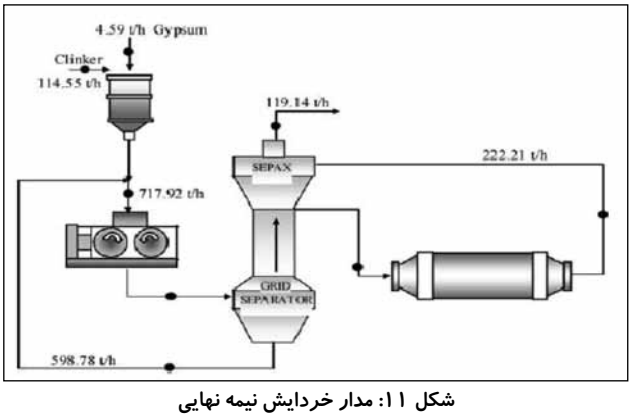
شکل ۸: HPGR مدار باز با بازیابی جزئی، آسیاب گلوله‌ای مدار بسته



شکل ۹: خردایش هیبریدی



شکل ۱۰: HPGR مدار بسته، آسیاب گلوله‌ای مدار بسته



شکل ۱۱: مدار خردایش نیمه نهایی

۳- بهبود رفتار محصول تولید شده در HPGR

اســاس خردایش با HPGR در سنگ‌شکن‌های معمولی و آســیاب گردان متفاوت اســت. در نتیجه محصول حاصل از HPGR نیــز متفاوت بــوده و ممکن اســت در مراحل بعدی فرآینــد، رفتارهــای گوناگونی از خود بــروز دهند. مزایای متالورژیکــی و مــواردی کــه محصول HPGR را از ســایر گزینه‌هــای خردایــش متفاوت می‌کند در مــوارد ذیل آورده شده است:

- حداکثر اندازه‌ی محصول
- توزیع دانه‌بندی محصول که کشــیده‌تر از سنگ‌شکن‌های مرسوم است.
- شکل ذرات
- وجــود میکرو ترک‌ها و در نتیجه کاهش اندیس کار باند و متعاقباً افزایش ظرفیت ماشین‌های سایش بعدی.
- بهبود درجــه‌ی آزادی و در نتیجه بهبود عملیات احتمالی لیچینگ و فلوتاســیون در مراحل بعدی (نتایج حاصل از لیچینگ معــدن طلای نووادا[1] که محصول HPGR بود نشــان داد که ۶۸ درصد طلا پس از ۱۲ روز استخراج شد. در حالی‌که در محصول سنگ‌شکن‌های مرســوم مدت ۷۰ روز جهت رسیدن به بازیابی مشــابه نیاز بود. نتایج مشــابه در بهبود بازیابی و نرخ لیچینگ طلا در طلای مقاوم یکی از معادن آفریقای جنوبی تکرار شد).
- نبود ناخالصی‌های آهن در محصول

در صورت به‌کار گرفتن سیســتم‌های خردایــش اولیه، کل انرژی مصرفی در حدود ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.

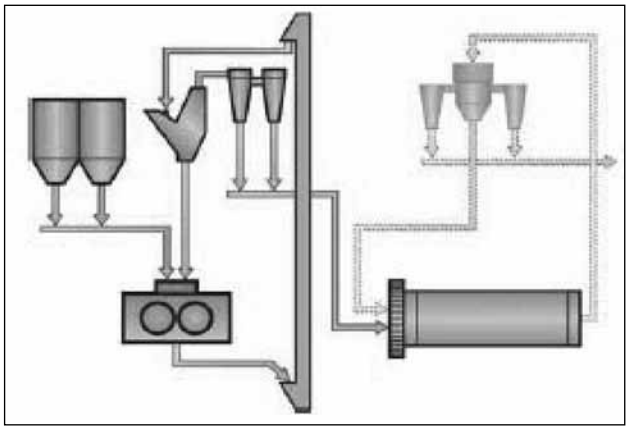
٤- تحلیل کاربــردی استفاده از HPGR در یکــی از کارخانه‌های فــرآوری کشــور

در یکی از کارخانه‌های ســیمان کشــور از HPGR به‌عنوان پیش‌خردکن برای آســیاب گلوله‌ای در مدار بسته استفاده شده است. مدار خردایش این کارخانه در ابتدا یک آسیاب سیمان ۱۰۰ تنی بود که در مدار باز مورد استفاده قرار می‌گرفت. بدین‌ترتیب که خروجی آســیاب ســیمان محصول نهایی سیستم را تشکیل داده اســت. جهت افزایش ظرفیت و کاهــش مصرف انرژی در مدار این دپارتمان از یک HPGR، ســپراتور دینامیکی Statopol، سپراتور Sepol استفاده شده است. مدار مورد نظر در شکل ۱۲ نشان داده شده است.

به‌منظــور تحلیــل نتایج کاربــردی، اخذ پارامترها توســط نمونه‌گیری از خط خردایش مورد نیاز است. که در آن:

d_{80}: دهانه‌ی ســرندی اســت که ۸۰ درصــد خوراک از آن عبور می‌کند.

1-Nevada



شکل ۱۲: نمایی از مدار خردایش متشکل از HPGR، سپراتور دینامیکی Statopol، آسیاب گلوله‌ای سیمان و سپراتور Sepol مورد استفاده در ایران

جدول ۱: پارامترهای مورد نیاز جهت تحلیل و مقایسه‌ی HPGR و Cement mill

پارامتر	مقدار
d_{80} ورودی به HPGR (mm)	۳۳/۵ mm
d_{80} خروجی از HPGR (mm)	۷/۲۲ mm
d_{80} آسیاب گلوله‌ای (زبره Sepol + نرمه Statopol)	۳/۷ mm
W_I کلینکر ورودی به HPGR	۱۵ kWh/t
W_I خروجی از HPGR	۸/۶ kWh/t
W_I آسیای گلوله‌ای	۲/۹ kWh/t
C_S (درصد سرعت آسیاب به سرعت بحرانی)	% ۷۴/۳۶
D_{mill}	۴/۴ m
$S_{clincker}$	۳/۱۵ gr/cm^3

W_I: اندیس باند کلینکر که در آزمایش آسیاب گلوله‌ای باند طبق رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$W_I = \frac{11.76/\left(P^{0.23}\right)\left(G_{bp}{}^{0.75}\right)}{\left(10/\sqrt{P_{80}} - 10/\sqrt{F_{80}}\right)}$$

C_S : با توجه به این‌که قطر آسیاب ۴/۴ متر است، ابتدا لازم است تا با استفاده از رابطه‌ی زیر سرعت بحرانی آسیاب را محاسبه کنیم. با توجه به اینکه سرعت دورانی آسیاب ۱۵/۱ rpm است، مقدار پارامتر بر حسب درصد محاسبه می‌شود:

$$N_C = \frac{42.3}{\sqrt{D}} = \frac{42.3}{\sqrt{4.4}} = 20.17\,rpm \Rightarrow C_S = \frac{15.1}{20.17} \times 100 = 74.36\,\%$$

۴-۱- نتایج کاربردی

۴-۱-۱- تغییر شارژ

شارژ اولیه‌ی آسیاب سیمان مدار باز ۲۳۷ تن با اندازه‌ی بزرگترین گلوله ۹۰ میلیمتر در اتاقچه‌ی اول است. سطح مخصوص گلوله‌های آسیاب قبل از نصب HPGR معادل با ۶۵۵۳/۸ متر مربع است.

الگوی اولیه‌ی شارژ مورد استفاده در آسیاب سیمان مدار باز بر اساس گلوله‌های ۹۰، ۸۰، ۷۰، ۶۰ در اتاقچه‌ی اول و ۵۰، ۴۰، ۳۰، ۲۵، ۲۰، ۱۸ و ۱۶ در اتاقچه‌ی دوم معادل با ۲۳۷ تن است.

از آن‌جا که مهم‌ترین موضوع برای تغییر شارژ در آسیاب سیمان تعیین اندازه‌ی بزرگ‌ترین گلوله به‌کار رفته در اتاقچه‌ی اول است، این پارامتر، خود به عواملی نظیر d_{80} ورودی، W_I خوراک، درصد سرعت آسیاب به سرعت بحرانی C_S، قطر آسیاب و دانسیته‌ی کلینکر S وابسته است که بعد از نصب HPGR در سیستم خردایش سیمان d_{80} و W_I خوراک ورودی کاهش داشته است. در نتیجه اندازه بزرگ‌ترین گلوله کاهش و بالتبع شارژ جدید آسیاب سیمان نیز تغییر خواهد کرد. تعیین d_{80} با به‌کار بردن سری‌های سرندی و اندیس کار توسط آسیاب گلوله‌ای باند در آزمایشگاه تعیین شد.

محاسبات انجام گرفته نشان داد که اندازه‌ی بزرگ‌ترین گلوله در آسیاب سیمان معادل ۲۰ میلیمتر است. بر اساس یکی از روابط باند، اندازه‌ی گلوله‌ی به‌کار رفته در آسیاب سیمان به شکل ذیل است:

$$B = 20.17 \times \sqrt{\frac{3706}{335}} \times \sqrt[3]{\frac{2.9 \times 3.15}{74.36 \times \sqrt{4.4}}} \cong 20\ mm$$

بر این اساس شارژ جدید آسیاب سیمان از طرف شرکت سازنده به صورت گلوله‌های ۲۰ و ۱۷ در اتاقچه‌ی اول و ۱۷ و ۱۵ در اتاقچه‌ی دوم پیشنهاد شده است.

از آن‌جا که تناژ ورودی به آسیاب سیمان ۴۰۰t/h است، طبق رابطه‌ی $\tau=V/Q$ زمان ماند مواد در آسیاب گلوله‌ای کاهش می‌یابد. بنابراین سطح مخصوص گلوله‌ها باید به مقداری باشد که مواد خروجی آسیاب و نرمه‌ی سپراتور Sepol، بلین سیمان تیپ ۲ برابر با ۲۸۰۰ cm^2/g را تأمین کنند.

ایـن خاصیـت را می‌توان بـه افزایش سـطح مخصوص گلـولـه‌ها Surface area نسـبت داد. ایـن پارامتر بعد از نصب HPGR بـه ۱۰۶۲۴/۱ متر مربع افزایـش می‌یابد. این پارامتر در حالـی افزایش می‌یابد که تناژ کلی شـارژ یعنـی ۲۳۷ تن تغییر آنچنانی نکرده است. البته اختلاف ۱۰ تن، یکی دیگر از مزیت‌های موجود است که امکان صرفه‌جویی بیشتر در مصرف انرژی را فراهم می‌سازد. میزان افزایش سطح مخصوص نسبت به حالت اولیه معادل با ۳۸/۳ درصد است.

البته لازم به ذکر اسـت که از لحاظ فرآیندی، فقط شـارژ را تغییر داده و طول اتاقچه‌ها و نوع آستری‌ها (بالابر[1] در اتاقچه‌ی اول و جداکننـده[2] در اتاقچـه‌ی دوم) بدون تغییر مانده اسـت. به‌منظور استفاده‌ی بهینه از HPGR، کلیه‌ی پارامترهای فرآیندی پایین‌دستی اعم از طول اتاقچه‌های آسیاب گلوله‌ای، نوع لاینرها، حد جدایش سـپراتورها(d_{50}) و ... بایسـتی بهینه گردد. از آنجا که بلین مواد ورودی به آسـیاب سـیمان ۱۶۰۰-۱۵۰۰ cm^2/gr است، لذا پیشـنهاد می‌گردد که دیافراگم و آستری‌های بالابر را برداشـته و کل آسیاب مجهز به آسـتری جداکننده باشد. عیب عمده‌ی مدارهای ترکیبی آسـیاب سیمان و HPGR زمانی بروز می‌دهد که به‌هر دلیل برای مدت زمانی HPGR در مدار نباشـد. در این حالت شـارژ ریختـه شـده با B_{MAX} =۲۰mm جوابگوی W_I =۱۵ kWh/t و d_{80} =۳۳/۵ mm نیست.

۵- مقایسه‌ی دپارتمان آسیاب سیمان قبـل و بعـد از نصب HPGR

در اینجا مقایسه بین دو روش تولید از دو جهت قابل بحث و بررسی می‌باشد؛ صرفه‌جویی در مصرف انرژی و صرفه‌جویی در مصرف گلوله.

۵-۱- صرفه‌جویی در انرژی مصرفی

در این مورد kWh/ton سـیمان تولیـدی در روش ترکیبی با اسـتفاده از HPGR و فرآیند آسیاب سـیمان مدار باز محاسبه می‌شوند.

الف) محاسـبه‌ی kWh/ton (انرژی مصرفی ویژه) با استفاده از آسیاب سیمان مدار باز به‌تنهایی:

اطلاعـات مربوطـه در جدول ۲ ارائه شـده اسـت. ظرفیت میانگیـن بر مبنای بلین cm^2/gr ۲۸۳۶ و تولیـد ساعتی بر مبنـای بلیـن cm^2/gr ۳۰۰۰ در نظر گرفته شده است.

با اسـتفاده از این محاسـبات انرژی مصرفی بـرای تولید یک تن سیمان در آسـیاب سیمان مدار باز ۳۲/۸ kWh/ton تعیین می‌شود (با بلین cm^2/gr ۳۰۰۰)

ب) محاسـبه‌ی kWh/ton (انـرژی مصرفـی ویـژه) در روش ترکیبی (همراه با رولرپرس):

اطلاعات مربوطه در جدول ۳ ارائه شده است. توضیح این‌که برای مقایسه‌ی دو روش ضریب تولید ۶ ماهه‌ی سیمان بر مبنای بلین cm^2/gr ۳۰۰۰ جهت مقایسـه با آسـیاب سـیمان مدار باز ۱/۱۲۹ در نظر گرفته شده است.

بنابرایـن برای تولید یک تن سـیمان با بلین ۳۰۰۰ در روش ترکیبی آسـیاب و رولرپرس ۲۶/۲ kWh انرژی لازم است. یعنی در مقایسـه با روش آسیاب سـیمان مدار باز ۶/۶ kWh به‌ازای هر تن سیمان صرفه‌جویی می‌شـود و این صرفه‌جویی در یک سـال برابر با ۶/۶۰۰/۰۰۰ kWh می‌باشد. البته باید ذکر شود که مصرف ویـژه‌ی انـرژی در آسـیاب همراه بـا رولـرپـرس از ۲۶/۲ به ۲۳ قابـل کاهـش می‌باشد که در این حالت رقـم فـوق به ۹/۶۰۰/۰۰۰ kWh صرفه‌جویـی انرژی افزایش می‌یابد. با فرض تولید ۵۰ میلیون تن سـیمان در سال و هزینه هر کیلو وات برق (معادل ۴۳۸ ریال) میزان صرفه‌جویی در مصرف برق بر حسب ریال به‌صوررت ذیل محاسبه می‌شود:

۵۰×۱۰۰۰۰۰۰×۹/۶×۴۳۸ =۲۱/۰۲۴× $۱۰^{۱۰}$ (ریال)

جدول ۲: آمار تولید و انرژی مصرفی در آسیاب سیمان مدار باز

انرژی مصرفی (میانگین)	ظرفیت (میانگین)	ضریب تبدیل تولید ساعتی	تولید ساعتی (میانگین)	انرژی مصرفی ویژه
۲۶۹۸ kWh	۹۸/۲ t/h	۰/۹۲	۰/۹۲ ×۹۸/۲ =۹۰/۴	۳۲/۸ kWh

جدول ۳: آمار تولید و انرژی مصرفی در آسیاب سیمان با همراهی HPGR

سیمان تولیدی	انرژی مصرفی	ضریب تبدیل	تولید ۶ ماهه	انرژی مصرفی ویژه
۶۱۷۳۳۴ ton	۱۸۲۸۱۷۱۴ kWh	۱/۱۲۹	۶۹۷۴۳۴ ton	۲۶/۲ kWh

1- Lifting
2- Classifing

۵-۲- صرفه‌جویی در مصرف گلوله

در این قسمت با توجه به انجام فرآیند خردایش و سایش در آسیاب سیمان مدار باز و نیز متفاوت بودن اندازه‌ی گلوله‌ها با روش ترکیبی آسیاب و رولرپرس ملاحظه می‌گردد که عملاً سایش در آسیاب بدون رولرپرس (آسیاب مدار باز) بیشتر بوده است. در آسیاب بدون رولرپرس مقدار گلوله‌ها به‌اندازه‌ی ۲۳۷ تن و از اندازه‌ی ۱۷ تا ۹۰ میلیمتر متغیر است. ولی در آسیاب همراه با رولرپرس شارژ گلوله‌ها فقط با گلوله‌های ۲۰، ۱۷ و ۱۵ میلیمتری انجام می‌شود. مقدار تناژ شارژ شده در هر دو روش تقریباً هم اندازه می‌باشد. با استفاده از نمونه‌برداری‌های انجام شده از آسیاب سیمان بدون رولرپرس، مقدار سایش گلوله‌ها حدود ۳۰ gr/ton سیمان است، حال آنکه در آسیاب مجهز به رولرپرس، این عدد به حدود ۱۵ gr/ton کاهش یافته است.

در آسیاب‌های گلوله‌ای سیمان مقدار کروم که در قیمت گلوله مؤثر است، در اتاقچه‌ی اول (۱۷ درصد) از اتاقچه‌ی دوم (۱۲ درصد) بیشتر است. از آنجا که استفاده از رولرپرس استفاده از گلوله‌های با اندازه‌ی درشت را در آسیاب سیمان حذف می‌کند، این مورد خود در قیمت نهایی گلوله برای کارخانه‌های سیمان مؤثر است. با فرض قیمت هر کیلوگرم گلوله ۱۵۴۰۰ ریال و تولید ۵۰ میلیون تن سیمان در سال میزان صرفه‌جویی در مصرف گلوله بر حسب ریال به‌صورت ذیل است:

$$۵۰\times۱۰۰۰۰۰۰\times۰/۰۱۵ \times ۱۵۴۰۰ = ۱۱۵۵ \times ۱۰^{۷} \quad \text{(ریال)}$$

۶- نتیجه‌گیری

– جهت انتخاب صحیح تجهیزات خردایش و سایش در طراحی مدار کارخانه‌های فرآوری مواد معدنی، مزایای HPGR شامل کاهش مصرف انرژی، ظرفیت عملیاتی بالا، کاهش هزینه‌ها در مراحل بعدی، تولید محصول ریزتر و مناسب‌تر و معایب آن شامل نرخ بالای سایش غلتک‌ها و تا حدودی وجود محدودیت رطوبت خوراک را بایستی مد نظر قرار داد.

– کاهش در هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی استفاده از HPGR به‌وسیله‌ی شرکت‌های فرآوری مواد معدنی و تحلیل‌گران مالی تأیید شده و این ماشین خردایش به‌عنوان وسیله‌ای برای بهره‌برداری از کانسارهای با عیار کم و حجم زیاد مورد استفاده قرار گرفته است.

- HPGR در صنایع سیمان، الماس، کنسانتره‌ی آهن، کانسنگ آهن، مس و طلا مورد استفاده قرار گرفته است که در صنعت سیمان و الماس به‌طور کامل جایگزین شده است. ولی در رابطه با برخی دیگر از کانسنگ‌های معدنی به‌دلیل برخی محدودیت‌ها از جمله سایش بالای غلتک‌ها موفقیت چندانی نداشته است، ولی در حال حاضر مطالعات وسیعی بر روی مواد معدنی مختلف در حال اجرا است.

– به‌دلیل سایش بالای غلتک‌ها و در نتیجه‌ی هزینه‌ی بالای تعمیر و جوشکاری آسترهای غلتک، لازم است برای به‌کارگیری این تجهیزات مدرن در صنایع کانی کشور برای افزایش تولید و بهره‌وری انرژی، آموزش پرسنل مجرب و حرفه‌ای اعم از بهره‌بردار، مکانیک، برق و تعمیر و نگهداری به‌صورت اخص مد نظر قرار گیرد.

منابع:

1-Deniz, V. «The effect of mill speed on kinetic breakage parameter of clinker and limestone», Cement and Concrete Research. No 34(2004). pp(1365-1371).

۲- "گزارش نهایی ممیزی انرژی یکی از کارخانه‌های سیمان ایران"، سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور

3- Aydogan, N.A & Ergun, L& Benzer, H. «High pressure grinding rolls (HPGR) applications in cement industry», Mineral Engineering. No 19(2006). pp(130-139).

۴- بهرامی عطاءالله و همکاران، "بررسی پارامترهای کاهش انرژی مصرفی در آسیاب‌های خردایش کلینکر سیمان"، مؤسسه‌ی تحقیقات و کاربرد مواد معدنی ایران

۵- منوچهر بکائیان، "هندبوک مهندسی سیمان، مواد نسوز و مصالح ساختمانی"، انتشارات مرکز آموزش نیروی انسانی مجتمع صنعتی سیمان آبیک. جلد اول، تابستان ۷۶

۶- جواد نظری، «معرفی رولرپرس»، ماهنامه‌ی صنعت سیمان، شرکت احداث صنعت

۷- محسن یعقوبی و فریدون رحمانی، «ضرورت کاربرد آسیاب‌های غلتکی فشار بالا در صنعت سیمان»، شماره‌ی ۱۰۱، ماهنامه‌ی صنعت سیمان، شرکت احداث صنعت

معرفی رولرپرس هیدرولیکی و نقش آن در کاهش مصرف انرژی

مقاله

ترجمه:
- سید هاشم سیدزاده، کارخانه‌ی سیمان قائن
- محمد میامی، کارخانه‌ی سیمان قائن

۱- مقدمه

رولرپرس‌های هیدرولیکی دستگاه‌هایی هستند که اغلب برای خردایش کلینکر و مواد خام قبل از ورود به آسیاب‌های گلوله‌ای به‌کار می‌روند و باعث افزایش بهره‌وری و کاهش مصرف انرژی الکتریکی می‌گردند.

با توجه به تاریخچه‌ی کوتاه استفاده از رولرپرس‌ها در صنعت سیمان، تکنولوژی آن دستخوش تغییرات وتحولات زیادی گشته است. به‌طوریکه برای خردایش اولیه، خردایش نیمه نهایی و خردایش نهایی مواد به‌طور مطلوبی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مکانیزم کار بدین‌صورت است که مواد در رولرپرس تحت تأثیر فشارهای خیلی بالا در مدت زمان کم قرار گرفته و این فشار باعث ایجاد ترک‌های میکروسکوپی در کانی‌های مواد می‌گردد و نهایتاً مواد با نرمی قابل قبولی که باعث افزایش راندمان آسیاب‌های گلوله‌ای می‌گردد، از آن خارج می‌شود. اگر این مواد وارد آسیاب‌های گلوله‌ای شود، باعث کاهش محسوس مصرف انرژی الکتریکی درجهت سایش آن‌ها خواهد شد. از طرفی بدیهی است که ظرفیت این آسیاب‌ها نیز افزایش می‌یابد.

به‌طور کلی می‌توان گفت رولرپرس‌ها راه‌حل قابل تأمل و مناسب برای افزایش ظرفیت آسیاب‌های گلوله‌ای حتی تا صددرصد ظرفیت اولیه آسیاب‌ها می‌باشند و مصرف انرژی الکتریکی را به‌خصوص در واحدهای تازه تأسیس بین ۲۰ تا ۳۰ درصد کاهش می‌دهند.

در این مقاله روش‌های مختلف استفاده از رولرپرس بیان شده است، ولی در حالت کلی استفاده از رولرپرس دارای مزایای زیر می‌باشد:

- قطعات سایشی آن دارای عمر طولانی می‌باشد.
- هزینه‌های بهره‌برداری و تعمیرات و نگهداری آن بسیار پایین است.

- توقف دستگاه جهت تعویض قطعات سایشی کوتاه می‌باشد.

۲- روش‌های بکارگیری رولرپرس

رولرپرس‌ها با روش‌های مختلف زیر در مدار سایش قابل استفاده می‌باشند:

الف- استفاده از رولرپرس جهت خردایش اولیه

از این روش می‌توان برای آسیاب‌های گلوله‌ای مدار باز و مدار بسته (دارای سپراتور استاتیکی و دینامیکی) استفاده نمود و ساده‌ترین روش به‌کارگیری می‌باشد. در این روش مواد خروجی از سیستم توزین توسط الواتور وارد بونکر رولرپرس می‌گردد. درصدی از مواد خروجی از رولرپرس می‌تواند وارد آسیاب گلوله‌ای گردد و درصد باقیمانده دوباره به رولرپرس برگردانده شود. مراحل سایش کامل مواد جهت رسیدن به نرمی مورد نظر تماماً در آسیاب انجام می‌پذیرد. به‌عبارتی خروجی مواد از آسیاب محصول نهایی می‌باشد. این حالت استفاده از رولرپرس در شکل ۱ نمایش داده شده است.

ب - استفاده از رولرپرس جهت خردایش نیمه نهایی

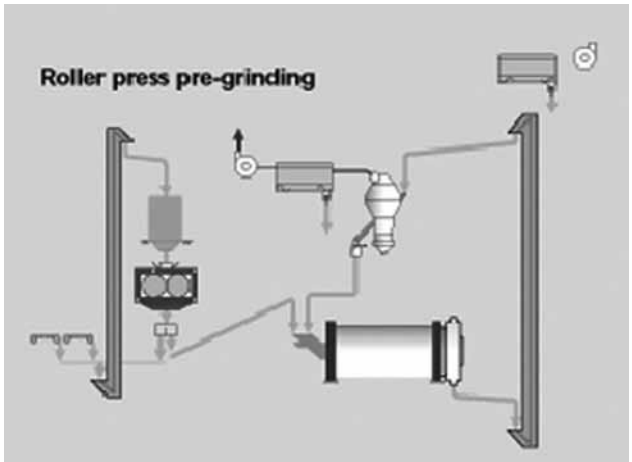
در این حالت از رولرپرس استفاده بهینه شده است، ولی بایستی آسیاب گلوله‌ای دارای سپراتور دینامیکی باشد. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود مواد اولیه به اضافه درصدی از مواد درشت برگشتی از سپراتور دینامیکی توسط الواتور وارد بونکر تغذیه رولرپرس می‌گردد. تمامی مواد خروجی از رولرپرس وارد سیکل سپراتور دینامیکی گشته، مواد نرم مورد استفاده در سپراتور به‌عنوان محصول نهایی جدا و قسمتی از مواد نیمه خردایش شده وارد آسیاب گلوله‌ای می‌گردد. از طرفی مواد خروجی از آسیاب توسط الواتور جهت جداسازی محصول نهایی وارد سپراتور می‌گردد.

ج- استفاده از رولرپرس جهت خردایش نهایی

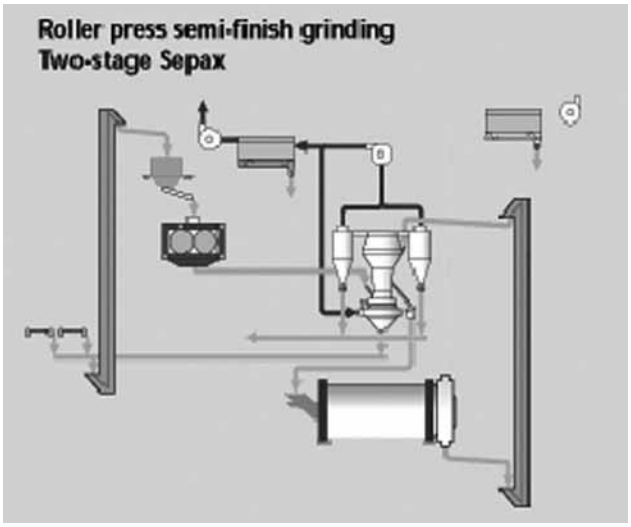
در این حالت از رولرپرس و سپراتور دینامیکی آسیاب گلوله‌ای برای تولید محصول نهایی استفاده می‌شود و در عمل مواد وارد آسیاب گلوله‌ای نمی‌شود و می‌توان از این مزیت جهت سرویس و تعمیرات آسیاب استفاده برد و همچنان به تولید ادامه داد. در اصل این روش حالت خاص بکارگیری رولرپرس در حالت خردایش نیمه نهایی می‌باشد که قبلاً توضیح داده شده است.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود کلیه‌ی مواد درشت خروجی از سپراتور دینامیکی به همراه مواد اولیه توزین شده وارد بونکر رولرپرس می‌گردد. مواد خروجی از رولرپرس جهت جداسازی محصول نهایی وارد سپراتور گشته و مواد زبر خروجی دوباره وارد سیکل رولرپرس می‌گردد.

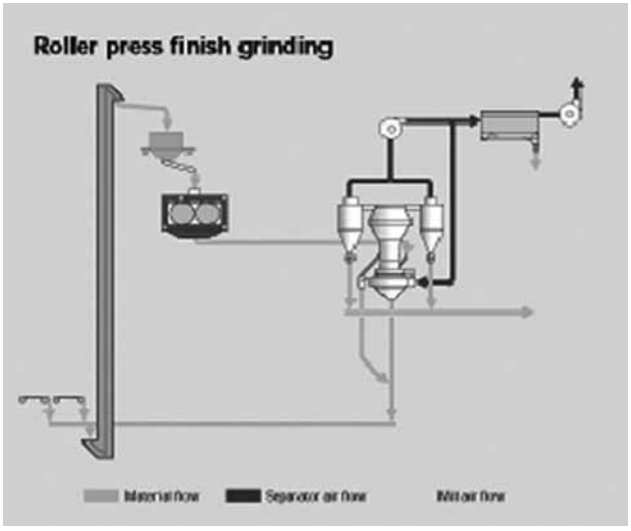
به‌عبارتی کلیه‌ی مراحل خردایش و سپس سایش جهت تولید نهایی در رولرپرس انجام می‌شود. همان‌طور که ملاحظه می‌شود استفاده از این روش جهت زمان‌های اضطراری که آسیاب نیاز به توقف طولانی مدت دارد، توصیه می‌گردد و به‌طور کلی راندمان سیکل رولرپرس بدون استفاده از آسیاب گلوله‌ای به‌طور چشمگیری کاهش خواهد یافت. از طرفی در مواقع مورد نیاز می‌توان درصدی از مواد اولیه را جهت خشک شدن در کنار مواد برگشتی از سپراتور وارد رولرپرس نمود و درصد دیگر مواد اولیه را جهت خنک شدن به‌وسیله‌ی اسپری آب وارد آسیاب گلوله‌ای نمود. همچنین می‌توان با نصب یک رولرپرس و تقسیم بار خروجی آن برای دو آسیاب گلوله‌ای موازی، به‌خصوص جهت آسیاب‌های سیمان مورد استفاده قرار داد.



شکل ۱: استفاده از رولرپرس جهت خردایش اولیه



شکل ۲: استفاده از رولرپرس جهت خردایش نیمه نهایی



شکل ۳: استفاده از رولرپرس جهت خردایش نهایی

۳- کاهش مصرف انرژی الکتریکی توسط رولرپرس

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، بعنوان مثال برای آسیاب گلوله‌ای مجهز به سپراتور دینامیکی، مصرف انرژی اجزاء آسیاب و سپراتور درج شده است و ملاحظه می‌شود که اگر از رولرپرس جهت خردایش اولیه استفاده شود ۴/۵ kWh/ton و اگر از رولرپرس جهت خرایش نیمه تمام استفاده گردد kWh/ ۸/۵ ton در مصرف انرژی الکتریکی صرفه‌جویی خواهد شد که در حدود ۲۰ درصد کل انرژی مصرفی می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود اعداد مستقل از ظرفیت آسیاب می‌باشد و شاید بتوان با استفاده از یک رولرپرس برای دو آسیاب موازی درصد مصرف انرژی الکتریکی را بیشتر کاهش داد.

جدول ۱: مصرف انرژی ویژه در سیستم‌های مختلف به‌کارگیری رولرپرس (kWh/t)

مصرف انرژی ویژه	بلین ۳۵۰۰		
	مدار بسته	پیش‌خردکن	نیمه نهایی
آسیاب گلوله‌ای	۳۷/۵	۲۸	۱۷/۱
رولرپرس	–	۴/۸	۹/۶
سپراتور	۱/۲	۱/۲	۱/۲
سپراتور سرندی	–	–	۰/۶
فن سپراتور	۲/۳	۲/۳	۳/۶
فن آسیاب	۰/۸	۰/۶	۰/۵
AUX	۱/۲	۱/۶	۱/۸
جمع کل (kWh/t)	۴۳	۳۸/۵	۳4/۵

٤- ساختمان و مکانیزم کار رولرپرس هیدرولیک (HRP)

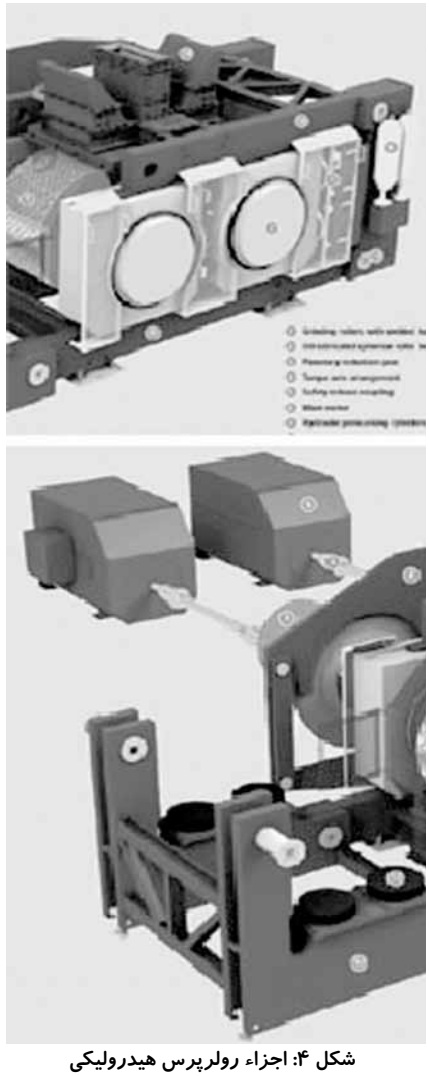
شکل ۴ ساختمان یک رولرپرس هیدرولیکی و اجزاء آن را به نمایش گذاشته است. برای بیان ساختمان رولرپرس می‌توان گفت فریم‌هایی در بالا و پایین تجهیزات مختلف دستگاه رولرپرس را توسط پین‌هایی به یکدیگر متصل کرده‌اند. فریم بالا (۱۰) و فریم پایین (۹) به وسیله‌ی فریم لولایی (۱۱) در انتهای دستگاه با هم ارتباط دارند. فریم لولایی این امکان را به وجود آورده است که به‌راحتی جهت درآوردن رولرها از جای خودشان فضای لازم را به وجود آورد. در انتهای رولرها، فریمی یاتاقان‌ها و تجهیزات مربوط به سیستم هیدرولیک را در خود جای داده است. همان‌طور که دیده می‌شود یاتاقان‌ها رولرها به راحتی می‌تواند بر روی فریم پایینی به صورت افقی جابجا گردد.

فریم بالایی نگهدارنده دریچه‌ی تغذیه رولرپرس (۱۴) می‌باشد که روی دو عدد رولر (۱) را می‌پوشاند. طراحی دستگاه به گونه‌ای است که یکی از رولرها ثابت و دیگری در جهت افق می‌تواند به رولر ثابت نزدیک و یا از آن دور شود که این عمل توسط چهار سیلندر هیدرولیکی و با مکانیزم آکومولاتور که فشارهای هیدرولیک را کنترل و ثابت نگه می‌دارد، صورت می‌پذیرد. در ضمن فاصله‌ی بین دو رولر وابسته به ابعاد و جنس مواد ورودی به رولرپرس قابل تنظیم می‌باشد.

دو عدد فریم اطراف یاتاقان‌های رولرها (۲) را گرفته‌اند که باعث می‌شود در هنگام عملکرد دستگاه، تماس بین سطوح رولرها با یکدیگر غیرممکن گردد. به‌خصوص در هنگامی‌که

جریـــان مواد ورودی به دســـتگاه بـــه علل مختلف قطع شـــود. همچنین اجازه می‌دهد فاصله‌ی بین دو رولر همیشـــه در حالت کمینه قابل تنظیم باشد.

برای هـــر کـــدام از رولرها سیســـتم محـــرک جداگانه‌ای در نظر گرفته شـــده اســـت که گیربکس ســـیاره‌ای کاهنده‌ای به‌وســـیله‌ی کوپلینگ، رولر را به موتور متصل می‌نماید. فشار مورد نیاز در رولر متحرک توســـط سیستم هیدرولیک تأمین می‌گردد و آکومولاتورها نیروی فشـــاری جهت خردایش مواد را به‌طور مداوم حـــدوداً ثابت نگه می‌دارد و از طرفی رولرها را در مقابل فشـــارهای زیاد ناخواســـته کـــه از طرف مواد بر رولرها ایجـــاد می‌شـــود، محافظت می‌نماید. ســـطوح رولرها توسط آســـتری ضد سایش که سخت پوشـــکاری شده است، پوشـــیده شده است. این ســـطوح قابل جوشکاری هستند و به راحتی ترمیم می‌شوند.

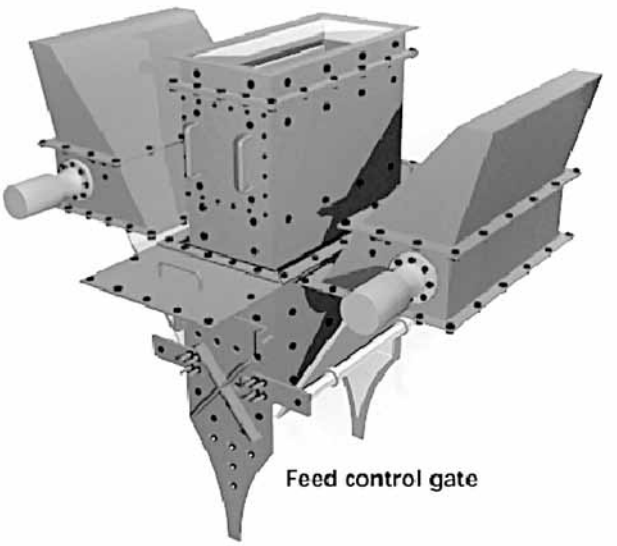


شکل ۴: اجزاء رولرپرس هیدرولیکی

۵- سیستم کنترل تغذیه‌ی رولرپرس

بـــرای کنترل دقیق و آســـان مـــواد ورودی بـــه رولرپرس، دریچه‌های سیســـتم تغذیه توســـط موتور کنترل و باز و بست می‌شود. سیستم تغذیه دقیقاً در قسمت فوقانی رولرپرس طوری قرار گرفته اســـت که مواد را دقیقاً به قســـمت وســـطی دو رولر هدایت می‌کنـــد. از طرفی وجود بونکر مواد در قســـمت ورودی سیســـتم تغذیـــه باعث ایجـــاد جریان ثابـــت و هماهنـــگ بار به رولرپرس می‌شود.

دریچه‌ها به‌نرمی قابل کنترل می‌باشد، به‌طوریکه برای انواع مختلف مـــواد ورودی از جملـــه کلینکر، تنظیم تنـــاژ و یا تنظیم عملکرد دســـتگاه به منظور بهینه شدن مصرف انرژی الکتریکی، می‌توان با بهره‌برداری صحیح از آن سود جست.



شکل ۵: تغذیه‌ی رولرپرس و سیستم کنترل آن

منبـع:

- “Hydraulic Roller Press”, FLS Site

به‌کارگیری شش سیگما در نظام تعمیرات و نگهداری

مقاله

تهیه و تنظیم:

- دکتر علیرضا شهرکی، عضو هیئت دانشگاه سیستان و بلوچستان
- مهندس امید ستوده، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، مهندس شیفت کارخانه‌ی سیمان خاش

چکیده:

سیر تحولات جهانی به سمت دستیابی به تکنولوژی نوین و فن‌آوری برتر در ارائه‌ی محصولات و خدمات، اهمیت کیفیت و لزوم توجه به آن را اجتناب‌ناپذیر نموده است. یکی از مهم‌ترین عوامل بقای سازمان‌های صنعتی در اقتصاد امروز، تولید محصولاتی با کیفیت بالا و قیمت پایین می‌باشد. احتیاج به رقابت در قیمت و کیفیت باعث شده است تا بسیاری از سازمان‌های آگاه از وضعیت رقابت، تمرکز بیشتر خود را به بهینه‌سازی طراحی محصولات و یا فرآیندها و کاهش هرینه‌ها معطوف نمایند. برای یک سازمان خطای بیشتر به منزله هزینه بیشتر و کیفیت پایین‌تر و درنتیجه کاهش میزان ارزش ایجاد شده برای مشتریان و به دنبال آن از دست دادن سطح رقابت‌پذیری و سهم بازار است. بنابراین رویکرد شش سیگما باعث افزایش ارزش، کیفیت و به دنبال آن کاهش هزینه می‌باشد و در اصل هدف شش سیگما افزایش سهم بازار، کاهش استراتژیک هزینه‌ها و رشد سود نهایی می‌باشد. در این میان نگهداری و تعمیرات مناسب از تجهیزات سازمان می‌تواند به‌طور قابل ملاحظه‌ای باعث کاهش هزینه‌ی کلی عملیات و افزایش بهره‌وری سازمان شود.

TPM با بهبود کلیه عوامل اثرگذار بر اثر بخشی تجهیزات در جهت ارتقای اثر بخشی سازمان عمل می‌کند. در کارخانه‌های بزرگ تولیدی دنیا از نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر و تکنیک‌های سیستم های کیفیت در راستای ارتقاء سطح عملکرد فرآیندهای تولید جهت رقابت و کاهش هزینه‌های تولید بهره می‌گیرند.

در این مقاله سعی شده است با نگاهی جامع به مقوله‌ی نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر، به نقش کاربرد رویکرد شش سیگما در اثربخشی فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر پرداخته شود.

کلمات کلیدی: شش سیگما، نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر، اثربخشی

۱- مقدمه

امروزه در بازارهای جهانی تنها سازمان‌هایی امکان بقا دارند که دارای انعطاف‌پذیری بالا و توانایی تطبیق سریع با شرایط جدید باشند. بدین‌منظور در سازمان‌های امروزی استفاده از تجهیزات اتوماسیون و تکنولوژی پیشرفته به صورت یک هدف درآمده است که به موجب آن درآمدها، کیفیت فرآیند و محصول و... تحت تأثیر قرار می‌گیرد. برای رقابتی شدن سازمان باید امکان دستیابی و باقی ماندن در حداکثر بهره‌وری سیستم‌های فنی و ماشین‌آلات وجود داشته باشد.

نگهداری و تعمیرات و پشتیبانی تولید در یک واحد تولیدی دارای اهمیت کلیدی بوده و قوت و ضعف این بخش مستقیماً در بهره‌وری و سوددهی تولید تأثیرگذار می‌باشد. مأموریت اصلی سازمان نت، انجام مجموعه عملیاتی است که به‌منظور نگهداری تجهیزات در شرایط قابل قبول و یا تغییر آنها از شرایط نامطلوب به شرایط قابل قبول، لازم می‌باشد. در این راستا و به‌دلیل درگیر شدن کارخانه‌ها با مباحثی چون کاهش هزینه‌ها، توان رقابت بالا، بهبود مستمر، افزایش کیفیت و کمیت محصول، کمبود منابع طبیعی و انرژی و ... انجام مأموریت نت بدون استفاده از برنامه‌ها و متدولوژی‌های مؤثر و در حقیقت صرف درست منابع و هزینه‌ها با هدف کسب حداکثر بهره‌وری امکان‌پذیر نیست. مسلماً توقف ماشین‌آلات به‌دلیل انجام عملیات نگهداری و تعمیرات، باعث کاهش تولید و افت راندمان می‌گردد؛ لذا یکی از اهداف هر سیستم نت کاهش زمان توقف[1] ماشین‌آلات می‌باشد و سعی در کمینه کردن این زمان از طریق فعالیت‌های برنامه‌ریزی شده و همچنین کاهش زمان خرابی‌های برنامه‌ریزی نشده است. به‌عبارت دیگر کاهش زمان رفع خرابی‌ها یکی از اهداف هر واحد نگهداری و تعمیرات می‌باشد. این زمان از عوامل متعددی تشکیل شده است که از زمان بروز خرابی تا زمان رفع کامل خرابی و آغاز به کار مجدد ماشین معیوب طول می‌کشد.

شش سیگما سیستمی است شامل مجموعه‌ای از ابزارهای بهبود مستمر برای تمرکز بر روی فرآیندها، تحلیل و مقایسه‌ی آنها و تخصیص منابع به فرآیندهایی که نیازمند توجه بیشتر هستند. خرابی‌های ایجاد شده در فرآیندهای سازمان‌ها باعث دوباره‌کاری، اتلافات هزینه و نیروی انسانی اضافی می‌شود. متمرکز کردن عمده تلاش‌ها بر روی کاهش خرابی‌ها علاوه بر کاهش دوباره‌کاری، هزینه‌ی انجام فرآیندها را نیز کاهش می‌دهد. شش سیگما با تعریف معیارهایی که نشان‌دهنده‌ی میزان خرابی در فرآیند هستند، امکان مقایسه‌ی همزمان وضعیت عملکردی فرآیندهای مختلف را فراهم می‌آورد و در تصمیم‌گیری در مورد محل تمرکز منابع برای عملکرد بهتر کمک می‌کند. متدولوژی شش سیگما یک بینش و فلسفه‌ی تجاری است که به شرکت‌هایی که در سطح کیفیت جهانی فعالیت می‌کنند و به دنبال بهبود مستمر هستند، کمک می‌کند که به بالاترین سطح رضایت مشتری دست یابند. معیارهایی که در این متدولوژی تعریف می‌شوند، اهداف و ارزش‌های استراتژیک سازمانی را به نیازها و انتظارات مشتریان مربوط می‌سازند.

۲- نظام نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM)

موفقیت صنایع در تولید و خدمات و افزایش کیفیت محصولات به علل گوناگونی بستگی دارد که داشتن یک نظام نگهداری و تعمیر مناسب که یکی از مباحث مهم هر صنعت است، از آن جمله می‌باشد و این موضوعی است که می‌بایست از طریق مناسب‌ترین و عملی‌ترین شیوه‌ها بدان دست یافت.

در مدیریت سنتی، مقوله نگهداری بعنوان یک ابزار پشتیبانی، غیر بهره‌ور و کم اهمیت که مزیت ناچیزی را برای کارخانه‌ها در بردارد، مدنظر قرار گرفته است. ولیکن در نگرش نوین، نگهداری ماشین‌آلات و تجهیزات به‌عنوان بخش ضروری عملیات سازمان‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد و به‌کارگیری استراتژی‌های اثربخش نگهداری ارزش افزوده قابل توجهی را در فعالیت‌های تولیدی موجب می‌گردد. درسازمان‌هایی که در تلاش برای رسیدن به سطوح عملکرد در مقیاس جهانی هستند، بر ایجاد مزیت‌های رقابتی به‌وسیله‌ی نظام نگهداری و تعمیر مستقیم و افزایش اهمیت نقش نگهداری و تعمیرات، تأکید شده است.

جایگزینی ماشین به‌جای انسان و اتوماسیون و هوشمند نمودن ماشین‌آلات در جهان صنعتی موجب شده است که به آماده به کار بودن ماشین‌آلات در زنجیره‌ی تولید به‌طور کامل توجه شود.

1- Down time

نظـر به این که نگهـداری و تعمیرات یکـی از ارکان مهم و اصلی بهره‌وری است، لذا می‌توان به آن، به‌عنوان یک فرهنگ که سـعی در بهبود شرایط موجود را دارد نگاه کرد. فرهنگی که به نیروی انسانی می‌آموزد چه جهتی را انتخاب کند و چه مسیری را بپیماید تا بهترین و بیشترین بازدهی حاصل گردد.

باید توجه گردد که طرح لزوم بهبود و اداره نظام‌های متشکل از انسان، تأسیسـات، ماشین‌آلات، تجهیزات و مواد جهت ایجاد بهره‌برداری بهتر و افزایـش عمر مفید تجهیزات و کارآیی نظام و نیـز به‌کارگیری مطلوب منابع اعم از بودجه، پرسـنل و غیره مسـتلزم وجود یک نظام مناسـب برنامه‌ریزی، تجزیه و تحلیل، کنتـرل و اعمال روش‌های صحیح مدیریت می‌باشـد. لذا تدوین یـک نظام نگهـداری و تعمیرات مؤثر و پویا از اهمیت بسـزایی برخوردار بوده و اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

۳- مفاهیم TPM

در تعریف رسمی TPM بیشـینه کردن اثربخشی تجهیزات و اسـتقرار نظـام فراگیر PM ، که تمام عمـر تجهیزات را برای تضمیـن ظرفیت تجهیـزات و اجرای برنامه نت بـرای کل عمر تجهیزات بپوشاند، آمده است.

تضمین ظرفیت تجهیزات به‌طور ضمنی بر تلاش‌های هدایت شده جهت اطمینان از عملکرد تجهیزات در مشخصات فنی خود، در سـرعت طراحی خود و در نرخ طراحی تولید خود تأکید دارد و این مقوله باعث کیفیت فرآورده‌ها در این سـرعت‌ها و نرخ‌ها می‌گردد.

TPM نوعی نت بهره‌ور اسـت که توسط کلیه‌ی کارکنان به صورت فعالیت‌های گروهی، در گروه‌های کوچک اعمال می‌شود. واژه‌ی نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر در سال ۱۹۷۱ توسط مدیران فنی ژاپن[1] با پنج هدف اصلی زیر تعریف شده است:

۱- حداکثـر نمودن (بیشـینه نمودن) اثر بخشـی تجهیزات (بهبود راندمان کل)

۲- توسـعه دادن یک سیسـتم نت بهره‌ور برای کل دوره‌ی عمر تجهیزات

۳- درگیـر نمـودن کلیـه بخش‌هـای صنعت که بـه امور برنامه‌ریـزی، طراحی، بهره‌برداری یـا نگهداری و تعمیرات دستگاه‌ها در امور TPM) مهندسی و طراحی، تولید، نگهداری و تعمیر) می‌پردازند.

۴- درگیرنمودن فعالانه کلیه کارکنان، از مدیریت رده‌ی اول تا کارکنان سطح کارگاه

۵- توسـعه دادن TPM از طریق مدیریت انگیزه‌ها و فعالیت گروه‌های کوچک خود ساخته و مستقل

کلمه‌ی Total در عبارت نت بهره‌ور فراگیر PM، سـه مفهوم اساسی را در ارتباط با سه ویژگی مهم TPM در بر می‌گیرد:

- ❖ اثربخشـی فراگیر: توسـعه و بهبود راندمـان اقتصادی یا سودمندی.
- ❖ پیشـگیری فراگیر: طراحی دسـتگاه‌های بی‌نیاز از تعمیر و همچنین تعمیرات پیشگیری جامع.
- ❖ همکاری و اشـتراک مساعی فراگیر: انجام عملیات نگهداری و تعمیرات به‌صورتی خود ساخته و مستقل توسط کارگران بهره‌بـرداری (اپراتورها)، در گروه‌های کوچک در هر یک از بخش‌های صنعت و همچنین توسط سایر سطوح کارکنان به صورتی مشابه.

همان‌طوری‌که ملاحظه می‌شـود یکـی از عامل‌های مهم در TPM اثربخشـی فراگیر یا به‌عبارتی حداکثر نمودن اثربخشـی تجهیزات می‌باشد. این اثربخشی با بهبود اجزاء و فرآیندها قابل دسـتیابی اسـت. منظور از اجزاء همان ماشین‌آلات و تجهیزات می‌باشند. نوسـازی سیسـتم موجود یکی از روش‌های کاهش هزینه‌های نت بوده و اثربخشـی کل سیستم را افزایش می‌دهد. فرآیندهـا شـامل برنامه‌ریزی‌هـای منظم انجام نـت، آموزش کارکنان و مواردی از این قبیل می‌باشد.

٤- متدولوژی شش سیگما

سیر تحولات جهانی به سمت دستیابی به تکنولوژی نوین و فـن‌آوری برتر در ارائه‌ی محصولات و خدمات، اهمیت کیفیت و لزوم توجه به آن را اجتناب‌ناپذیر نموده اسـت. امروزه مقوله‌ی

1- JIPE

کیفیت یک مزیت رقابتی نیست، بلکه پاسخگویی به یک نیاز حیاتی است. یکی از ابزارهایی که امروزه به‌عنوان یک روش سیستماتیک جهت به‌کارگیری منسجم از ابزارهای مختلف کیفی جهت نیل به سطح عالی کیفیت مورد استفاده قرار می‌گیرد، متدولوژی شش سیگما می‌باشد. سازمانی که عقاید مشتری را اندازه‌گیری می‌کند و این اندازه‌گیری را در فرآیندها لحاظ می‌نماید، می‌تواند محصولات و خدمات موفق‌تری را در کسب رضایت مشتری ایجاد نماید و در صورت انجام این امر قادر خواهد بود محصولاتی با کیفیت بالا و هزینه‌ی کمتر ایجاد کند. اندازه‌گیری رضایت کارکنان و انجام اقدامات لازم، نرخ مشارکت کارکنان را افزایش داده و سازمان می‌تواند بین فرآیندهای کاری، رضایت مشتری و سوددهی ارتباط مناسب ایجاد نماید. از این رو به‌کارگیری شش سیگما منجر به ایجاد تحول چشمگیر در آنچه سازمان اندازه‌گیری می‌نماید، می‌گردد.

شش سیگما ابزار تکامل به سوی بهترین کیفیت و کاهش تغییرپذیری فن‌آوری در این دوره است. مفاهیم اولیه‌ی شش سیگما به قرن ۱۸ و ۱۹ میلادی و تلاش‌های فردریک گوس در طرح مفاهیم منحنی نرمال باز می‌گردد. بعدها این مفهوم توسط شوهارت[1] در قالب نمودارهای کنترل سه سیگما توسعه یافته و در سال‌های ۱۹۸۷ توسط مایکل هری[2] در شرکت موتورولا تحت عنوان متدولوژی شش سیگما مطرح گردید. شش سیگما، استراتژی تحول سازمانی است. این استراتژی سیستمی است که موجب توسعه و گسترش متدهای مدیریتی، آماری و حل مشکلات شده و به سازمان امکان جهش و تحول را می‌دهد.

طبق تعریف سازمان ASQ[3] تلفیق و یکپارچه‌سازی صحیح تکنیک‌های آماری در سیستمی جامع به نام شش سیگما صورت می‌گیرد. شش سیگما مسیری جهت تبدیل داده‌ها به دانش مورد نیاز سازمان ایجاد می‌کند که در نتیجه‌ی آن تغییرات فرآیندمدار و افزایش سودآوری سازمان حاصل می‌گردد. رویکرد شش سیگما کاهش مشخص خطای سازمان و رسیدن به سطح شش سیگما در کیفیت را مد نظر قرار می‌دهد. شش سیگما به کاهش عیوب تا سطح ۳/۴ عیب در میلیون از طریق کاهش تغییرات فرآیندی و ایجاد ارزش فراوان برای مشتری می‌اندیشد. بر این مبنا متدولوژی شش سیگما بر این مفهوم استواراست که شش انحراف معیار بین میانگین و حدود مشخصه‌های تعیین شده از سوی مشتری وجود دارد که معادل ۹۹,۹۹۹۶ درصد دقت و یا ۳/۴ فرصت خطا در میلیون را ایجاد می‌کند.

۵- هم‌پوشانی TPM و رویکرد شش سیگما

با توجه به رقابت ایجاد شده در محیط بازار و نیز در خصوص شرکت‌هایی که فشار بازار را احساس می‌کنند و در صدد تولید محصول مورد تقاضا به صورت اقتصادی می‌باشند، مدیریت بهره‌وری و تعمیرات از اهمیت بالایی برخوردار است.

در TPM زمانی یک روش و نظریه مدیریت استراتژیک محسوب می‌شود که به هدف ساخت محصول با کیفیت از طریق افزایش کارآیی تجهیزات تأکید دارد و TPM در بر گیرنده‌ی نظریه‌های بهبود مستمر و مشارکت همگانی تمامی کارکنان و بخش‌های سازمان است. کاهش اتلاف‌های بوجود آمده به‌واسطه‌ی توقف ماشین‌آلات از طریق فعالیت گروه‌های کاری کوچک متکی به خود و مشارکت هر یک از اپراتورها در وظایفی که قبلاً بخش تعمیرات و نگهداری عهده‌دار آن بود تأکید دارد.

این سیستم مجموعه‌ای از مدل‌های تصمیم‌گیری متقابل را به‌کار می‌گیرد و چنان طراحی شده است که می‌توان همیشه از نتایج حاصل از عملیات و فعالیت‌های نت اطلاع کافی داشت. اثرات و نتایج خاص از اجرا و به‌کار بردن سیستم نت پویا را می‌توان به‌صورت زیر نام برد:

- طولانی کردن عمر مفید و افزایش بازدهی سرمایه‌های فکری اعم از ساختمان‌ها، تجهیزات و ماشین‌آلات کارخانه
- نصب و راه‌اندازی ماشین‌آلات با قابلیت اعتماد و اطمینان بالا
- کنترل و ثبت هزینه‌های نت و بهبود روش‌های ثبت این اطلاعات
- ایجاد محیط کاری امن به لحاظ ساختمان‌ها و ماشین‌آلات
- کاهش میزان ضایعات مواد، قطعات یدکی و ابزارآلات
- بهبود سیستم اطلاعات فنی
- حفظ، نگهداری و تعمیرات سیستم در وضعیتی مطلوب جهت ایجاد انگیزه و علاقه‌مندی در کارکنان

با توجه به موارد اشاره شده، تمرکز در راستای دستیابی به

1- Shewhart
2- Mikel Harry
3- American Society of Quality (ASQ)

اهدافی چون حفظ کیفیت، کاهش خرابی‌ها، فرهنگ‌سازی و ایجاد انگیزه در کارکنان، بهبود مستمر، حرکت به سوی جهانی شدن، سازماندهی و نظام‌مندی جهت رسیدن به مزایای اشاره شده PM لازم و ضروری است.

از سوی دیگر رویکرد شش سیگما، ابزاری قدرتمند جهت ایجاد یک ساختار نظام‌مند در راستای حفظ کیفیت، کاهش خرابی‌ها، بهبود مستمر، حذف اتلاف‌ها و حرکت به‌سوی جهانی شدن می‌باشد. از این رو اجرای TPM در چارچوب متدولوژی شش سیگما، به سازمان جهت رسیدن به حداکثر کارآیی و اطمینان در اهداف و مزایای اشاره شده کمک می‌نماید. بنابراین طراحی یک رویکرد مناسب جهت پیاده‌سازی TPM بر اساس اصول شش سیگما می‌تواند به سازمان کمک بسیاری نماید.

۶- فرآیند حل مسأله‌ی تیم شش سیگما[1]

تیم‌های بهبود حل مسأله و طراحی فرآیند جز مشهورترین و فعال‌ترین اجزای یک پروژهٔ شش سیگما محسوب می‌شوند. این تیم‌ها برای حل مسائل سازمانی و کسب منافع از فرصت‌های موجود ایجاد شده‌اند. معمولاً تعداد اعضای هر تیم ۳ تا ۱۰ نفر می‌باشد که البته تیم‌های ۵ تا ۶ نفره مناسب‌ترین حالت را تشکیل می‌دهند. هر تیم توسط یک کمربند سبز هدایت می‌شود و نمایندگانی از فرآیندهای مرتبط با مسأله نیز در آن عضویت دارند. تنوع موجود در تیم‌ها از موارد جالب در شش سیگما است.

افراد اغلب از بخش‌ها، سطوح کاری، سوابق، مهارت‌ها و ارشدیت مختلفی برخوردارند. در تیم همه نقش یکسانی را ایفا می‌کنند و سهم هر یک از اعضای تیم جهت دستیابی به راه حل‌های مورد نیاز در شش سیگما حیاتی است.

برای دستیابی به شش سیگما، سازمان به کاهش متغیرهای اثرگذار بر ضایعات موجود در فرآیند می‌پردازد. به‌نحوی‌که فرآیندی جدید و محصولی نوین در سطح کیفیت شش سیگما حاصل گردد. بهبود زمانی تحقق می‌یابد که سیستم‌های بهبود فرآیند با انضباطی کامل و مبتنی بر شیوه DMAIC اجرا گردد. این واژه اختصاری شامل فرآیند بهبود ۵ مرحله‌ای است که عموماً توسط شرکت‌ها جهت دستیابی به کیفیت شش سیگما مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مراحل عبارتند از:

۱- تعریف[2]

۲- سنجش[3]

۳- تجزیه و تحلیل[4]

۴- بهبود[5]

۵- کنترل[6]

بسیاری از شرکت‌ها که فرآیند بهبود را خود معرفی می‌کنند، فرآیند آن‌ها مبتنی بر مدل DMAIC می‌باشد و سعی برآن دارند که خود را با این مراحل هماهنگ نمایند.

❖ انتخاب پروژه

انتخاب یک پروژه شش سیگمای مناسب، تجزیه و تحلیل‌های دقیقی را می‌طلبد. پروژه‌ی انتخاب شده باید در راستای اهداف استراتژیک سازمان باشد. «پاند» و همکاران، معیارهای انتخاب پروژه شش سیگما را در سه دسته، طبقه‌بندی نمودند:

- مزیت‌های پروژه برای کسب وکار
- قابل دستیابی بودن پروژه
- تأثیرات پروژه بر سازمان

مزایای پروژه برای کسب و کار شامل مباحثی همچون تأثیر بر مشتریان، تأثیر بر استراتژی کسب و کار، تأثیر بر شایستگی‌های مرکزی و اصلی، تأثیرات مالی و فوری می‌شود. معیارهای قابلیت دستیابی برای انتخاب یک پروژه شش سیگما عبارتند از معیارهایی همچون منابع مورد نیاز، تخصص‌های در دسترس، پیچیدگی و امکان موفقیت. یادگیری و وظایف ضربدری نیز، تحت عنوان تأثیرات سازمانی پروژه بیان می‌گردند.

«هری» و شوهارت معیارهای ذیل را برای انتخاب پروژه شش سیگما پیشنهاد نمودند:

1- DMAIC

2- Define
3- Measure
4- Analyze
5- improve
6- Control

- تعداد نقص در یک میلیون فرصت[1]
- میزان خالص صرفه‌جویی در هزینه‌ها
- هزینه‌ی ناشی از کیفیت ضعیف[2]
- طول زمانی چرخه
- رضایت مشتری
- ظرفیت
- عملکرد داخلی

تعیین یک پروژه با ارزش شش سیگما در یک سازمان بسیار با اهمیت می‌باشد و می‌تواند موضوع بحث بسیار مهمی باشد. اگر پروژه‌های شش سیگمای انتخاب شده در راستای اهداف و استراتژی‌های سازمان نباشد، سودمندی آن زیر سؤال قرار می‌گیرد. اگر پروژه‌های انتخاب شده به‌صورتی باشند که هزینه‌های اجرای آن بیشتر از سودمندی آن باشد واگر اجرای فنی آن مشکل باشد، پروژه زیر سؤال قرار می‌گیرد. بسیاری اگرهای دیگر وجود دارند که ثابت می‌کند انتخاب و تعیین پروژه‌های شش سیگما می‌تواند به اندازه‌ی اجرای درست آن پروژه و یا حتی بیشتر اهمیت داشته باشد.

۶-۱- فاز یک: تعریف

در فاز تعریف، اهداف ومرزهای پروژه بر اساس دانش مجریان پروژه از اهداف تجاری سازمان، نیازهای مشتری و فرآیندی که برای رسیدن به سطح سیگما لازم است، تعیین می‌گردد.

ابزارهایی که در فاز یک تعریف می‌شوند، عبارتند از:

- **منشور پروژه**[3]: قراردادی است که بین رهبر سازمان و تیم پروژه ایجاد می شود. اجزاء منشور پروژه عبارتند از تعریف مشکل، تعریف اهداف، محدوده پروژه، نقش اعضای تیم، نقاط عطف و اقلام قابل تحویل پروژه و در نهایت پشتیبانی‌های مورد نیاز.
- **تحلیل ذینفعان**[4]: برای کاهش مقاومت در برابر تغییرات هنگام پیاده‌سازی بهبودها، لازم است که خیلی سریع، ذینفعان پروژه مشخص شده و برنامه‌ای برای ارتباط با هر کدام از آنها تدوین شود.
- **SIPOC**: نقشه کلی فرآیند است که شامل تأمین‌کنندگان[5]، ورودی‌ها[6]، فرآیند[7]، خروجی‌ها[8] و مشتریان[9] می‌باشد. بر اساس خروجی فرآیند، در مورد کیفیت قضاوت می‌شود. کیفیت خروجی فرآیند با تحلیل ورودی‌ها و متغیرهای فرآیند بهبود داده می‌شود.
- **صدای مشتری**[10]: برای توضیح نیازهای مشتری و درکی که مشتری از محصول یا خدمت ارائه شده توسط سازمان دارد، به کار می‌رود. صدای مشتری برای شناسایی عوامل کلیدی اثرگذار در رضایت مشتری مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- **درخت**: CTQ[11] مشخصه‌های بحرانی برای کیفیت. ابزاری است که صدای مشتری را به نیازمندی‌های کیفی محصول/ خدمت تبدیل می‌کند.

دراین راستا تکنیک‌هایی که در فاز تعریف مورد استفاده قرارمی‌گیرند عبارتند از:

۱- **نقشه‌ی فرآیند**[12]: به‌صورت شماتیک توالی مراحل فرآیند که در آن‌ها ورودی‌ها به خروجی‌ها تبدیل می‌شوند و وابستگی این مراحل به یکدیگر را در یک سطح کلی نشان می‌دهد.

۲- **SIPOC**: اجزای مختلف این نمودار بدین شرح می‌باشند: تأمین‌کننده‌های ورودی فرآیند، ورودی‌های فرآیند، نقشه فرآیند، خروجی‌های فرآیند و مشتریان فرآیند.

۳- **نمودار درختی TREE DIAGRAM**: این تکنیک بسیار ضروری می‌باشد؛ چون مشخص می‌کند که تمرکز روی چه سطحی از مشکل است. بدین ترتیب که به‌صورت درختی از یک

1- DPMO
2- COPQ
3- Charter
4- Stackholders Analysis
5- Suppliers
6- Input
7- Process
8- Output
9- Customers
10- Voice Of Customer (VOC)
11- Critical Quality Tree
12- PROCESS MAP

مشکل عمده (Y) به آخرین سطح از مشکلات مرتبط با آن (که با y های کوچک نمایش داده می‌شوند) می‌رسد.

دانستن چند مفهوم در فاز تعریف پروژه‌های شش سیگما ضروری می‌باشد:

۱- **CTQ[1] یا عوامل بحرانی برای کیفیت**: در واقع CTQ عنصری از طرح و یا ویژگی از قطعه می‌باشد که کیفیت آن از دیدگاه مشتری مهم است. CTQ باید به صورت کمیت قابل اندازه‌گیری باشد نه وصفی. همچنین متغیری است که می‌تواند به دو حالت پیوسته یا گسسته مقدار بگیرد. به‌عنوان مثال طول، قطر، دما و فشار از جمله CTQهای پیوسته و عیب، معیوب و عدم انطباق[2] از جمله CTQهای گسسته می‌باشد.

۲- **عیب**[3]: هر عدم انطباق با الزامات مشخص شده در یک محصول یا خدمت را عیب (نقص) می‌نامند.

۳- **معیوب**[4]: یک واحد محصول که شامل یک یا چند عیب می‌باشد.

۶-۲- فاز دو: اندازه‌گیری

در فاز اندازه‌گیری، هدف این است که با ایجاد درک واقعی از مشکلات و شرایط فرآیند موجود، مکان یا منابع مشکلات به‌دقت مشخص گردد. این فعالیت‌ها موجب خواهد شد دامنه‌ی علل بالقوه‌ای که باید در فاز تحلیل (فاز ۳) بر آنها تمرکز کرد، کوچک‌تر شود. بخش مهم فاز اندازه‌گیری، محاسبه قابلیت پایه‌ی فرآیند است و قابلیت فرآیند، معیاری است که به‌طور خلاصه میزان تغییرات مربوط به مشکلات مورد نظر مشتری در فرآیند را بیان می‌کند.

در فاز دوم مراحل مختلف زیر اجراء می‌گردد:

۱- تعیین معیارهای اندازه‌گیری بر اساس CTQها و نمودار SIPOC

۲- تدوین برنامه جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز

۳- صحه‌گذاری سیستم اندازه‌گیری

۴- نمایش داده‌ها با استفاده از نمودارها به‌منظور نشان دادن میزان نوسانات و الگوهای موجود داده‌ها

ابزارهای کیفی مورد استفاده در فاز اندازه‌گیری شامل موارد زیر می‌باشند:

۱- قابلیت فرآیند[5]

۲- فرم‌های ثبت توقفات تولید

۳- تجزیه و تحلیل سیستم‌های اندازه‌گیری

اندازه‌گیری اثربخشی تجهیزات

اثربخشی تجهیزات با فرمول ذیل قابل اندازه‌گیری است:

نسبت کارآیی× نسبت کیفیت× قابلیت دسترسی = اثربخشی تجهیزات

فلسفه‌ی TPM تنها به فعالیت‌های مربوط به خرابی‌های اضطراری محدود نمی‌شود، بلکه TPM با بهبود کلیه‌ی عوامل تأثیرگذار بر اثربخشی تجهیزات در جهت ارتقای سطح اثربخشی عمل می‌کند.

قابلیت دسترسی (نسبت بهره‌برداری): این عامل با حذف خرابی‌های اضطراری، ضایعات آماده‌سازی و تنظیم و سایر ضایعات توقف بهبود می‌یابد.

$$\text{قابلیت دسترسی} = \frac{\text{زمان رکود} - \text{زمان اشغال}}{\text{زمان اشغال}} \times ۱۰۰$$

کارآیی: این عامل با حذف ضایعات کاهش سرعت و ضایعات حرکت بدون تولید و توقف‌های جزیی و کوتاه‌مدت افزایش می‌یابد.

کیفیت (میزان محصولات سالم): این عامل با حذف اشکالات کیفیت در فرآیند و در زمان راه‌اندازی تولید بهبود می‌یابد.

عوامل بهره‌برداری، کارآیی و کیفیت محصول در هر کارگاهی قابل تعیین است. ولی اهمیت هر یک از این عوامل بستگی به خصوصیات محصول، تجهیزات و سیستم تولیدی

1- Critical To Quality
2- NC
3- DEFECT
4- DEFECTIVE
5- PROCCESS CAPABILITY

مورد مطالعه دارد. دسترسی به یک سطح اثربخشی مطلوب تنها در شرایطی که سطوح هر سه عامل بالا باشد امکان‌پذیر می‌گردد.

شاخص‌های قابلیت اطمینان و قابلیت تعمیر (تعمیرپذیری):
اغلب برای طبقه‌بندی و مدیریت بر خرابی‌های اضطراری به‌صورت نکات اولویت‌دار از شاخص‌های زیر استفاده می‌شود:

■ شاخص‌های قابلیت اطمینان:

$$MTBF = \text{میانگین فاصله زمانی بین خرابی‌ها} = \frac{\text{جمع زمان اشغال}}{\text{جمع تعداد خرابی‌ها}} \times ۱۰۰$$

$$\text{تعداد خرابی‌ها} = \frac{\text{جمع تعداد توقفات}}{\text{جمع زمان اشغال}}$$

■ شاخص‌های قابلیت تعمیر (تعمیرپذیری):

$$\text{MTTR}\left(\text{متوسط زمان برای تعمیر}\right) = \frac{\text{جمع زمان توقفات}}{\text{جمع تعداد توقفات}}$$

$$\text{تعداد خرابی‌ها} = \frac{\text{جمع تعداد توقفات}}{\text{جمع زمان اشغال}}$$

اندازه‌گیری کارآیی (راندمان) فعالیت‌های نت:
شاخص‌های اندازه‌گیری کارآیی بخش نت بنا به نوع فعالیت‌های تعمیراتی و چگونگی انجام آن و شکل و ساختار سازمانی نت، دارای تفاوت‌هایی هستند، ولی در هر حال این شاخص‌ها باید پاسخگوی سؤالات زیر باشند:

■ کارهای اجرایی تا چه حدی طبق برنامه پیش می‌رود؟

■ عملیات تا چه میزانی به بهبود نسبت بهره‌برداری و کیفیت محصول کمک می‌کند؟

■ آیا در انجام کارها از اقتصادی‌ترین و اثربخش‌ترین شیوه‌ها استفاده می‌شود؟

نسبت تعمیرات اضطراری (نسبت BM):

$$\text{نسبت تعمیرات اضطراری} = \frac{\text{تعداد تعمیرات اضطراری}}{\text{جمع ساعات نیروی انسانی}} \times ۱۰۰$$

جمع تعداد عملیات نت = جمع عملیات انجام شده روی تعمیرات حاد (خرابی‌های اضطراری)، بهسازی عملیات تعمیرپذیری[1] و تعمیرات پیش‌گیری[2]

نسبت نیروی انسانی اضطراری:

$$\text{نسبت نیروی انسانی اضطراری} = \frac{\text{ساعات نیروی انسانی اضطراری}}{\text{جمع ساعات نیروی انسانی}}$$

نسبت دستیابی به تعمیرات پیشگیری:

$$\text{نسبت دستیابی به تعمیرات پیشگیری} = \frac{\text{جمع تعداد عملیات اجرا شده تعمیرات پیشگیرانه}}{\text{جمع تعداد عملیات برنامه ریزی شده پیشگیری}}$$

۶-۳- فاز سه: تحلیل

هدف از فاز آنالیز نت، مشخص نمودن معایب موجود در فرآیند و دلیل ناکارآیی فرآیند و ارائه راهکارهایی جهت بهبود می‌باشد. پیش از آنکه در زمینه بهبود فرآیند نت و برنامه‌ریزی برای تعیین محدوده و فاصله زمانی مورد نیاز جهت اجرای TPM تصمیمی گرفته شود، سیستم موجود باید مورد آنالیز قرار گرفته و بخش‌های حیاتی و علل مشکلات شناخته شوند.

به هنگام اجرای TPM به کارگیری تجربیات سایر سازمان‌ها در زمینه اجرای TPM برای سازمان بسیار مفید خواهد بود. سازمان‌ها می‌توانند از این تجربیات در جهت حصول اطمینان از مؤثر بودن بهبودهای اعمال شده و یا بازنگری و طراحی مجدد آن‌ها استفاده نمایند. از سوی دیگر آنالیز شامل مشخص نمودن احتمال و علت خطاهایی است که متناوباً در فرآیندها رخ می‌دهند و ابزارهای کیفی بر اساس مدل DMAIC قادر به حذف آنها می‌باشند. دیاگرام علت و معلولی، آنالیز پاراتو و DOE از جمله ابزارهای کیفی شش سیگما است که در این فاز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در این فاز علل ریشه‌ای مشکلات شناسایی می‌شوند. علل شناسایی شده، پایه‌ای را برای ارائه راه‌حل‌ها در فاز بعدی یعنی بهبود را شکل می‌دهند.

در پایان فاز تحلیل، تیم پروژه بایستی قادر باشد ضمن بیان

1- MI
2- PM

عللی که در فـاز بعدی بر آنها تمرکز خواهد کرد، در موارد زیر نیز به حامی پروژه پاسخگو باشد:

- چه علل بالقوه‌ای شـناخته شـده اسـت، بر روی چه عللی سرمایه‌گذاری صورت خواهد گرفت و چرا.
- برای بررسی و تأیید آن علل چه داده‌هایی جمع‌آوری شده است.
- داده‌ها چطور تفسیر شده است.

مطابق متدولوژی شـش سـیگما در فاز سـوم با توجه به اطلاعات اخذ شده از فرآیند مراحل زیر اجرا می‌گردد:

۱- اجرای تجزیه و تحلیل جزئی فرآیند به منظور شناسـایی مشکلات

۲- نمایش نظرات تیم در خصوص علل بروز مشکل (نمودار علت و معلول)

۳- انجـام آزمون با اسـتفاده از ابزارهای آماری به منظور تصدیق علل ریشه‌ای مشکل

به‌طور کلی در فاز آنالیز سـعی می‌شـود تا با اسـتفاده از روش‌های مختلف، علت‌های ریشـه‌ای بروز مشـکل شناسایی شـده و تصدیق گردنـد. ابزارهای کیفی مورد اسـتفاده در فاز اندازه‌گیری به‌طور معمول شامل ابزارهای زیر می‌باشند:

۱- نمودار علت و معلول

۲- هیستوگرام

۳- نمودار پاراتو

۴- نمودار روند

۵- نمودار پراکندگی یا پراکنش

۶- تحلیل آماری

روش‌شناسی و تصدیق علل ریشه‌ای مسأله شامل شناسایی علـل بالقوه مسـأله، تجزیه و تحلیل علل بالقـوه و تصدیق آنها می‌باشـد. جهت تعیین لیسـتی از علل بالقوه می‌توان از نمودار علت و معلول و FMEA استفاده نمود.

سپس با توجه به نوع علت، آزمون فرضیه‌ی آماری مناسبی به جهت بیان ارتباط هر یک از علت‌ها به‌صورت مستقل با مشکل ایجاد شده، انجام می‌گیرد. پس از مرحله تجزیه و تحلیل بالقوه با توجه و تمرکز بر نتایج بدست آمده در این مرحله، علل ریشه‌ای تعیین شـده و داده‌هایی که باعث شناسـایی علت‌های ریشه‌ای شده‌اند، مشخص می‌گردند. سـپس وجود فاکتورهای علت‌های ریشه‌ای در فرآیند/ محصول تصدیق می‌گردد.

در مرحله تصدیق علل ریشه‌ای با استفاده از نرم افزارهای آماری و روش‌های تحلیل (رگرسیون T-Test, F-Test, P-Test, Anova) و آزمـون مربعی و نیز تکنیـک طراحی آزمایش‌ها، سـعی در تصدیق علل خواهد شد.

۶-۴- فاز چهار: بهبود

در ایـن فاز، تیم‌های بهبـود فرآیند شـکل می‌گیرند. بهبود کارآیی فرآیند نت به معنای استانداردسـازی روش نت است که شامل مشخص نمودن کارکنان عملیات‌ها، توصیف ایستگاه‌های کاری، نوع عملیات و روش عملیات هر ایستگاه و ایمنی کارکنان می‌باشـد. بهبـود فرآیند نت اغلـب بهمعنای طراحـی مجدد و مهندسـی مجدد فرآیند، یعنی اجرا و طراحـی یک فرآیند جدید، آزمایش آن و استانداردسـازی راه‌حل‌های آن می‌باشد. در این مورد بهره‌گیـری از تجربیات و خلاقیت‌های تمام کارکنان مفید است و از طریق بهبود مسـتمر فرآیند TPM به تدریج به سطح شش سیگما در فرآیندها خواهد رسید.

در این مرحله بسیاری از تیم‌ها به منشور پروژه‌هایشان باز می‌گردند و شرح مسأله و اهدافشان را اصلاح می‌کنند تا بتوانند دستاوردهایشان را منعکس نمایند. البته معمول است که تغییرات اعمال شـده و ارزش جدید پروژه مجدداً به تأیید مدافع یا حامی برسد. در این مرحله رسیدن به راه‌حل‌های جدید بسیار دشوار می‌باشـد. یک دلیل می‌تواند این باشد که تیم برای مدت طولانی اسـت که به رویکردهای فعلی عادت نموده و درگیر اندازه‌گیری و تحلیل آن‌ها شـده است؛ لذا رهایی از این تفکرات قدیمی ساده نیسـت. دلیل دیگر این اسـت که راه‌حل‌های خلاقانه واقعاً نادر هستند. پس از اینکه چندین راه‌حل بالقوه پیشنهاد شد، مجدداً تیم نیاز به تحلیل دارد. چند معیار که شامل هزینه‌ها و منافع احتمالی می‌باشد، جهت انتخاب امید بخش‌ترین و عملی‌ترین راه‌حل مورد استفاده قرار می‌گیرند. راه‌حل نهایی و یا مجموعه‌ای از تغییرات باید همواره توسط حامی و اغلب توسط تیم راهبری تأیید شود.

بعـد از انتخاب راه‌حل باید آن‌را در مقیاس کوچک آزمایش کرد تا مشکلات احتمالی آن شناسایی و رفع گردد.

در طی این مرحله باید تلاش شـود تا اعضایی از سـازمان که مشـارکت آنها ضروری اسـت، تغییرات جدید را بپذیرند. به منظور پیگیری کردن و بازبینی اثرات راه‌حل باید اطلاعات لازم جمع‌آوری و تحلیل شوند.

ابـزارهای کیفـی مورد استفاده در فـاز بهبـود شامل موارد زیر است:

۱- طراحی آزمایشات

۲- طوفان ذهنی

۳- FMEA

۴- ارزیابی ریسک

مراحل مختلف فاز بهبود به شرح ذیل می‌باشد:

۱- ارزیابی و ارائه راه‌حل‌هایی برای علل ریشه‌ای شناخته شده.

۲- تجزیه و تحلیل نرخ سود

۳- انتخاب راه‌حل

۴- تعیین ریسک‌ها

۵- راهبری راه‌حل‌های اصلی

۶- بهبود برنامه‌های اجرایی و اجرای برنامه‌ریزی

در ایـن مرحله تیـم پروژه پس از جمـع‌آوری اطلاعات و شناسـایی عوامل ریشـه‌ای اقدام به شناسـایی و الویت‌بندی راه‌حل‌هـای ممکن در راسـتای رفـع مشـکلات و بهبود در فرآیندهای مشخص شـده در فاز قبل می‌نماید. همچنین برای انجـام هر کـدام از اقدامـات اصلاحی تعیین شـده، برنامه‌ی زمان‌بندی را مشـخص می‌کند که برای رفـع موانع و اجرای هر گروه از بهبودها، یک زمان مشـخص می‌شود و یک گروه مشـخص مسئول اجرا می‌گردد. بدین ترتیب اقدامات اصلاحی توسـط تیم پروژه در مدت زمان کوتاهی برنامه‌ریزی و اجرا می‌شوند.

۶-۵- فاز پنج: کنترل

جلوگیری از بازگشتن به سوی عادات و فرآیندهای گذشته بوسیله اسـتاندارد کردن روش‌ها و فرآیندها هدف اصلی این مرحله می‌باشـد. ایجاد تأثیر بلندمدت بر نحوه کار کردن افراد و اطمینـان از تـداوم آن به همـان میزان که بـه قانع کردن و قبولاندن ایده‌ها به سـایرین مربوط می‌شود به اندازه‌گیری و نظـارت نیز مرتبـط می‌گردد که توجه به هـر دوی این موارد ضروری است.

در فاز پنجم پروژه‌های شش سیگما مراحل زیر انجام می‌گیرد:

۱- کنترل آیتم‌ها و مشخصه‌های بحرانی در فرآیند بهبود یافته.

۲- مستندسازی کلیه عملیات انجام گرفته پس از بهبود فرآیند.

۳- استانداردسازی کلیه‌ی روش‌ها و بهبودهای انجام شده.

۴- ارزیابـی نتایج بهبودهای صورت گرفته از جهت اثربخش بودن اقدامات و صرفه‌جویی از نظر مالی.

ابزارهای مورد اسـتفاده در فاز کنترل شامل ابزارهای زیر می‌باشد:

۱- کنترل فرآیند آماری[1]

۲- برنامه‌های اجرایی برای موارد خارج از حدود کنترل

۳- تغییرات در طراحی به منظور حذف نقایص

پس از اجرای بهبودهای مشخص شده در پروژه، ضمن اسـتقرار سیستم‌های کنترلی مناسب بر روی فرآیند، بهبودهای انجام شـده تحت کنترل قرار می‌گیرند. **همچنیـن در این مرحله کلیه‌ی مسـتندات سیسـتمی مورد نیاز جهت اطمینـان از باقی مانـدن بهبودها بر اسـاس اندازه‌گیری کارآیـی فرآیند باید به TPM و تحویـل پـروژه، تهیـه و در اختیار بهره‌بـرداران قرار می‌گیرد.** کنترل فرآیند به‌طور پیوسته بررسی شود و به منظور مشخص‌شـدن روند بهتریـن و بدترین نمونه‌هـا و زمینه‌های احتمـال برای بهبود در مورد فعالیت تمـام کارکنان باید کنترل به عمل آید.

۷- سنجش اثربخشی TPM

بـه منظور اندازه‌گیری و سـنجش اثربخشـی هر سیسـتم نت لازم اسـت میزان اثربخشـی در زمینه‌هایی که آن سیستم می‌تواند بهبود یابد را شناسـایی کنیم. ممیزی‌ها برای به دست

1- SPC

آوردن و شناسایی وضعیت فعلی سیستم نت و نیز زمان‌بندی برنامه مناسب برای بهبود صورت می‌پذیرد.

ممیزی یک سیستم نت شامل مراحل زیر است :

۱- بررسی اولیه از طریق طرح پرسشنامه‌ای مناسب. سؤال‌ها باید با توجه به مقایسه بین وضعیت فعلی و آنچه که باید باشد، طراحی شوند.

۲- تحلیل اطلاعاتی که در مرحله‌ی ۱ به دست آمده است.

۳- زمان‌بندی برنامه بهبود بر اساس تحلیل‌های مرحله‌ی ۲.

۷-۱- ممیزی نگهداری وتعمیرات بهره‌ور فراگیر

اولین مرحله از سه مرحله‌ی فوق سؤالاتی را مطرح می‌کند که به تحلیل‌گر کمک می‌کند تا وضعیت فعلی نت را مشخص سازد. سؤالات براساس عوامل مهم تأثیرگذار بر سیستم نت طراحی شده‌اند. مثال‌هایی از این پرسش‌نامه‌ها که عوامل فراوانی را پوشش می‌دهند در منابع مختلف مورد اشاره قرار گرفته است. اگر چه عوامل مشترک فراوانی بین سازمان‌های مختلف وجود دارد، بهتر است از پرسشنامه‌های سفارشی برای نیازهای خاص استفاده کنیم. لازم به ذکر است تاکنون پرسشنامه‌ی جامعی که بتواند تمام عوامل بحث شده فوق، به‌ویژه جنبه‌های نگهداری تجهیزات توسط TPM را پوشش دهد، طراحی نشده است. بحث بررسی داده‌های ممیزی نت شامل پرسشنامه‌های خاص نیست، بلکه بیشتر حالت عمومی دارد.

۷-۲- شاخص‌های سنجش اثربخشی TPM

به‌منظور کمک در تعیین اولویت‌ها در پروژه‌های توسعه و تکامل و نیز منعکس ساختن نتایج حاصله به صورتی دقیق و منصفانه لازم است که اثربخشی TPM اندازه‌گیری شود. اندازه‌گیری اثربخشی، ثمرات حاصل از کوشش‌های روزمره را آشکار ساخته، نکاتی را که باید بر آنها تمرکز شود مشخص نموده و در برنامه‌ریزی‌ها ما را یاری می‌کند. شاخص‌هایی که برای سنجش اثربخشی TPM استفاده می‌شود را می‌توان در ۶ حوزه در نظر گرفت که عبارتست از: بهره‌وری، کیفیت، هزینه، تحویل، ایمنی، روحیه و رضایت.

بهره‌وری: بهره‌وری نیروی انسانی، ارزش افزوده به ازای هر نفر، اثربخشی کلی تجهیزات[1]، قابلیت دسترسی[2]، تعداد خرابی‌ها و تعمیرات اضطراری، میانگین فاصله زمانی بین خرابی‌ها[3]، میانگین زمان رفع خرابی‌ها[4]، میانگین زمان آماده‌سازی و تنظیم (شامل زمان راه‌اندازی[5] و زمان راه‌اندازی مجدد[6]، تعداد وقفه‌های جزئی و کوتاه‌مدت[7]، میانگین زمانی تا اولین خرابی[8]، میانگین زمان خرابی دستگاه[9]

کیفیت: نسبت محصول معیوب و دوباره‌کاری، تعداد شکایات مشتریان

هزینه: نسبت کاهش نیروی انسانی، نسبت کاهش هزینه‌های نت، نسبت کاهش هزینه‌های قطعات یدکی، نسبت کاهش مصرف انرژی، هزینه‌های رکود سیستم در اثر خرابی

تحویل: نسبت تأخیر در تحویل محصول به مشتری

ایمنی: تعداد حوادث ناشی از کار که منجر به رکود سیستم تولید می‌شود.

روحیه و رضایت: تعداد پیشنهادات بهبودسازی و اصلاحی با استفاده از شاخص‌ها نتایج فعالیت‌های TPM به صورتی دقیق و منصفانه اندازه‌گیری می‌شود. بازبینی و نگرش دقیق در همه‌ی سطوح به بهبود نتایج کمک کرده و در تدوین و برنامه‌ریزی اقدامات متقابل در مواردی که نتایج مثبتی به بار نیامده‌اند، مفید و ثمربخش می‌باشد. این امر ما را در پیشگیری از افت‌های ناگهانی سطح اثربخشی نیز کمک می‌نماید.

۸- نتیجه‌گیری

پیاده‌سازی TPM در یک سازمان فرآیند مدار نبوده و از انسجام لازم برخوردار نمی‌باشد. همچنین TPM فاقد فرآیند کنترل مناسب جهت بازبینی، ممیزی و بازخورد گیری می‌باشد.

1- OEE
2- AV
3- MTBF
4- MTTR
5- Setup time
6- Start up
7- Minor stoppage
8- MTTF
9- MDT

رویکـرد شـش سـیگما از چارچـوب مشـخص و قانونمندی برخـوردار اسـت. از ایـن رو به‌کارگیری این رویکرد سـبب انسجام، قانونمندی و فرآیند مداری در پیاده‌سازی اصول TPM خواهد شد. از طرفی تمرکز شش سیگما به کاهش خطاها، کاهش اشـتباهات در فرآیندها و کاهش عوامل غیر ارزش‌زا می‌باشد. این رویکرد فرآیند کنترل مناسب، تمرکز بر بهبود مستمر، حفظ کیفیت و افزایـش آن و کاهش هزینه‌ها و عوامل غیرارزش‌زا را به همراه خواهد آورد.

بـا به‌کارگیـری رویکرد شـش سـیگما در TPM، هر نوع خرابی در تجهیزات که منجر به خارج شـدن از شرایط مطلوب می‌گـردد، می‌تواند به‌عنوان یک عیب محسـوب گردد. شـش سـیگما به‌عنوان یک ابزار مدیریتـی نیرومند و فراگیر در جهت انطباق با خواسـته‌های مشـتری، می‌تواند به‌منظـور تهیه یک متدولوژی بهبود فرآیند نگهداری و تعمیرات به‌کار رود. شـش سیگما، یک برنامه بهبود هدایت شده از سوی مدیریت سازمان است که تمرکز آن بر اسـتفاده از استراتژی بهبود جهشی[1] در جهت رضایت مشـتری و رسیدن به اهداف اصلی کسب و کار[2] می‌باشـد. به‌طور خلاصه اهداف به‌کارگیری شـش سیگما در سـازمان عبارتند از: کاهش تغییرات و نوسانات، کاهش عیوب، بهبـود بازدهی فرآیندها، بهبود منافع مالی سـازمان و افزایش رضایتمندی کلیه ذینفعان که می‌توانند در راسـتای به‌کارگیری رویکـرد TPM مورد توجه واقع شـوند. بنابراین اسـتفاده از چارچوب شـش سـیگما در اصـول TPM کمک بسـیاری به سازمان‌ها در جهت پیشبرد اهداف خود و ورود به بازار رقابت جهانی خواهد نمود.

❖ تقدیر وتشکر

لازم اسـت از آقایان مهندس هاشم‌زهی مدیر تولید، مهندس حسین‌بر همکار عزیز و مهندس میرکازهی رئیس واحد سیستم‌ها و روش‌های کارخانه سیمان خاش به خاطر کمک‌هایشان تشکر نمایم.

1- Breakthrough Improvement
2- Business Objectives

منابع:

1- Integrating Lean, Six Sigma, TPM and Triz by John Bicheno (Spiral-bound - Jun 1, 2005)

2- TPM- A Route to World- class Performance by peter Wilmot and Dennis M.cCarthy

3- RCM-gateway to world class maintenance by M. Smith (2004)

4- Improving Healthcare Quality and Cost with Six Sigma by Brett E. Trusko, Carolyn Pexton, Jim Harrington, and Praveen Gupta (Hardcover - April 20, 2005)

5- The Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide to 100 Tools for Improving Quality and Speed by Michael L. George, John Maxey, David T. Rowlands, and Michael George (Paperback - Aug 1, 2004)

6- Introduction to TPM: Total Productive Maintenance (Preventative Maintenance Series) by Seiichi Nakajima (Hardcover - Oct 1988)

7- Leading Six Sigma: A Step-by-Step Guide Based on Experience with GE and Other Six Sigma Companies (Six Sigma) by Ron D. Snee and Roger W. Hoerl (Hardcover - Nov 11, 2002)

۸- "نگهـداری و تعمیرات بهـره‌ور فراگیر"، علی حاج شـیر محمدی، انتشـارات مؤسسـه مهندسـین نگهداری و تعمیـرات ژاپن، چاپ سـوم، سازمان مدیریت صنعتی،۱۳۸۲

* * * * *

مدیریت منابع انسانی

(بخش اول)

مقاله

گردآوری و تنظیم:
■ مهندس نجمه قاسمی‌نژاد، کارشناس مهندسی صنایع، کارخانه‌ی سیمان کنگان

۱- مقدمه

چرا در سازمان‌ها به‌ویژه سازمان‌های بزرگ، با پدیده‌ی عدم یکنواختی در سیاست‌های منابع انسانی مواجه می‌شویم؟ چرا در یک واحد، همه بی‌وقفه می‌دوند و در واحدی دیگر پرچم آرامش و پرداختن به زندگی بهتر افراشته شده است. در یک واحد در اثر کار زیاد با عارضه‌ی فرسودگی جسمی کارکنان مواجه می‌شوید و در واحدی دیگر کارکنان با بهره‌گیری از تسهیلات ورزشی سازمان، بیش از ورزشکاران حرفه‌ای به پرورش عضلات و اندام‌های خود می‌رسند. در یک واحد غالباً افراد فرصتی برای خوردن ناهار پیدا نمی‌کنند و در یک واحد دیگر از ساعت ۱۱ کسی در دسترس نیست تا ساعت ۱۴. در یک واحد افراد مشغول سامان دادن معاملات و بهره‌برداری از کارگاه‌های شخصی خود هستند و در واحدی دیگر همان‌ها به‌عنوان افراد باهوش و توانمند به رخ کارکنان ساعی و متعهد کشیده می‌شوند. در یک واحد سفارش‌های کاری تا پنج سال هم انجام نمی‌شود و هیچ اتفاقی برای افراد بی‌مسئولیت و گستاخ رخ نمی‌دهد، در واحدی دیگر به خاطر تأخیر کمتر از یک ساعت در تحویل کار، فرد اخراج می‌شود.

به‌راستی چرا در سازمان‌ها و به‌ویژه سازمان‌های بزرگ، با پدیده‌ی عدم یکنواختی در سیاست‌های منابع انسانی مواجه می‌شویم و چرا این سازمان‌های بیمار با این درد مزمن به‌راحتی کنار می‌آیند؟ چرا غالباً کارکنانی با اقبال و رشد مواجه می‌شوند که کمترین وقت را برای کار و سازمان گذاشته‌اند و بیشتر سودای تأمین منافع شخصی خود را داشته‌اند؟

و یک چرای پنهانی: آیا کسی می‌داند که این سازمان‌های مریض، چگونه تا به‌حال زنده مانده‌اند؟

در این میان مسئله‌ی مدیریت منابع انسانی پیش می‌آید. مدیریت امور کارکنان حوزه‌ای است که به اندازه‌ی کل حوزه‌ی مدیریت قدمت دارد، اما به‌طور طبیعی دستخوش تغییر و تکامل شده است. نقطه‌ی عطف این تغییر و تکامل جایی است که به‌جای مدیریت کارکنان، مدیریت منابع انسانی مطرح می‌شود. مدیریت منابع انسانی علاوه بر دارا بودن مبانی و مفاهیم مدیریت کارکنان، رویکردهای کلی‌تر و جدیدتری را در مدیریت نیروی انسانی در نظر می‌گیرد.

۲- مدیریت کارکنان یا مدیریت منابع انسانی

برای دهها سال، اجرای وظایف انتخاب، آموزش و جبران خدمت کارکنان از وظایف اصلی حوزه‌ای به نام مدیریت کارکنان بود. این وظایف بدون توجه به اینکه چگونه به یکدیگر مرتبط هستند انجام می‌شدند. اما اکنون حوزه‌ای به‌نام مدیریت منابع انسانی مطرح شده است. مدیریت منابع انسانی آن‌طور که در حال حاضر درک می‌شود، به‌جای رد یا حذف، تعمیمی از نیازمندی‌های سنتی اداره‌ی اثربخش کارکنان است. در این حوزه درک مناسبی از رفتار بشری و مهارت استفاده از این درک و بینش نیاز است. هم‌چنین داشتن دانش و درک از وظایف مختلف کارکنان و آگاهی از شرایط محیطی ضروری است.

مدیریت منابع انسانی در دهه‌ی ۱۹۸۰ ظهور کرد و توسط طرفداران آن به‌عنوان فصل جدیدی در مدیریت نیروی انسانی تکامل یافت. اکنون این توافق وجود دارد که مدیریت منابع انسانی جایگزین مدیریت کارکنان نمی‌شود، بلکه به فرآیندهای مدیریت کارکنان از منظر متفاوتی می‌نگرد. هم‌چنین فلسفه‌های اصلی آن تا حد قابل ملاحظه‌ای متفاوت از مفاهیم سنتی مدیریت کارکنان است.

با این همه برخی از رویکردهای خاص مدیریت کارکنان و روابط کارکنان می‌توانند تحت عنوان رویکردهای مدیریت منابع انسانی توصیف شوند، زیرا در راستای فلسفه‌ی اساسی مدیریت منابع انسانی هستند.

مدیریت منابع انسانی نه تنها رویکردی از روی سودآوری به مدیریت کارکنان است، بلکه رویکردی ویژه به روابط کارکنان با تأکید بر تعهد و دو طرفه بودن ارتباط دارد.

۳- تعریف مدیریت منابع انسانی

از مدیریت منابع انسانی تعریف‌های متعددی و برداشت‌های مختلفی شده است. مدیریت منابع انسانی عبارتست از رویکردی استراتژیک به جذب، توسعه، مدیریت، ایجاد انگیزش و دست‌یابی به تعهد منابع کلیدی سازمان. یعنی افرادی‌که در آن سازمان یا برای آن سازمان کار می‌کنند. مدیریت منابع انسانی معطوف به سیاست‌ها، اقدامات و سیستم‌هایی است که رفتار، طرز فکر و عملکرد کارکنان را تحت تأثیر قرار می‌دهند. مدیریت منابع انسانی یعنی مدیریت کارکنان سازمان مدیریت منابع انسانی، سیاست‌ها و اقدامات مورد نیاز برای اجرای بخشی از وظیفه مدیریت است که به جنبه‌هایی از فعالیت کارکنان بستگی دارد، به‌ویژه برای کارمندیابی، آموزش دادن به کارکنان، ارزیابی عملکرد، دادن پاداش و ایجاد محیطی سالم و منصفانه برای کارکنان سازمان. این سیاست‌ها و اقدامات دربرگیرنده‌ی موارد زیر می‌شود:

- تجزیه و تحلیل شغل (تعیین ماهیت شغل هر یک از کارکنان)
- برنامه‌ریزی منابع انسانی و کارمندیابی
- گزینش داوطلبان واجد شرایط
- توجیه و آموزش دادن به کارکنان تازه استخدام
- مدیریت حقوق و دستمزد (چگونگی جبران خدمت کارکنان)
- ایجاد انگیزه و مزایا
- ارزیابی عملکرد
- برقراری ارتباط با کارکنان (مصاحبه، مشاوره و اجرای مقررات انضباطی)
- توسعه نیروی انسانی و آموزش
- متعهد نمودن کارکنان به سازمان

٤- اهداف مدیریت منابع انسانی

اهداف اساسی مدیریت منابع انسانی حصول نتایج مطلوب از تلاش‌های جمعی کارکنان سازمان است که می‌توان به‌صورت زیر آن را بیان نمود:

- تأمین نیروی انسانی با حداقل هزینه
- پرورش و توسعه استعدادها و مهارت‌های افراد
- حفظ و نگهداری نیروهای لایق و ایجاد روابط مطلوب بین آنان
- تأمین احتیاجات مادی و معنوی و جلب رضایت پرسنل به‌طوری‌که همسویی لازم بین اهداف شخصی آن‌ها و هدف‌های سازمان ایجاد گردد.

۵- وظایف مدیریت منابع انسانی

همان‌طور که در تعاریف مدیریت منابع انسانی مطرح شد، وظایف کلی مدیر منابع انسانی عبارتند از: جذب، توسعه، ایجاد انگیزش و نگهداشت. اما این وظایف را می‌توان به حوزه‌های فعالیت زیر دسته بندی کرد:

۱- سازماندهی شامل: طراحی سازمان، طراحی شغل، تجزیه و تحلیل شغل و طبقه‌بندی مشاغل

۲- جذب منابع انسانی شامل: برنامه‌ریزی، کارمندیابی، انتخاب و استخدام

۳- توسعه‌ی منابع انسانی شامل: مدیریت عملکرد و آموزش

۴- مدیریت پاداش شامل: حقوق و دستمزد، ارزشیابی مشاغل، پاداش و مزایا

۵- روابط کارکنان شامل: روابط صنعتی، مشارکت و ارتباطات

۶- بهداشت، ایمنی و رفاه

۷- امور اداری استخدام و کارکنان شامل: چارچوب قانونی و مقررات دولتی، رویه‌ها و اقدامات استخدام، سیستم اطلاعاتی منابع انسانی

۶- عوامل مؤثر بر مدیریت منابع انسانی

الف- عوامل بیرونی:

- قوانین و مقررات
- بازار نیروی کار
- فرهنگ جامعه
- سهامداران
- رقابت
- مشتریان
- فن‌آوری

ب- عوامل درونی:

- اهداف اساسی یا رسالت سازمان
- خط‌مشی‌ها
- جو و فرهنگ سازمانی

۷- مدیریت منابع انسانی در عصر امروز

با توجه به پیشرفت علم و تکنولوژی و افزایش به‌کارگیری اینترنت، رایانه و نرم‌افزارهای سازمانی، واحد مدیریت منابع انسانی هم باید همگام با سایر علوم پیش رود و فن‌آوری نوین را جایگزین روش‌های سنتی کند و در حقیقت مدیریت این واحد باید توسعه‌ی منابع انسانی را بر محور فن‌آوری اطلاعات به‌سمت پیشرفت سوق دهد. به‌زودی شاهد خواهیم بود اگر سازمانی خود را با این تغییرات همراه نسازد، توان ادامه‌ی رقابت در دنیای فعلی را نخواهند داشت.

۷-۱- الگوهای سنتی و مدرن در مدیریت منابع انسانی

واحد منابع انسانی و مدیریت آن باید با استفاده از سیستم‌های الکترونیکی بتواند کلیه امور اداری مرتبط با نیروی انسانی سازمان را با ایجاد الگوهای جدید در این واحد مدیریتی انجام دهد؛ به‌نحوی‌که کمترین میزان اتلاف وقت و همچنین تحرک را برای نیروی انسانی داشته باشد. یعنی الگوهای جدید به‌گونه‌ای طراحی شوند تا نیروی انسانی بدون ترک محل کار خود و با استفاده از رایانه کلیه‌ی عملیات اداری خود را انجام دهد و از مقررات، دستورالعمل‌ها، بخشنامه‌ها و برنامه‌های آموزشی و سایر اخبار سازمان مطلع شود و همچنین بتواند توانایی‌های علمی، فنی و تخصصی خود را افزایش دهد. در روش سنتی، نیروی انسانی برای انجام کلیه‌ی امور پرسنلی از قبیل دریافت فیش حقوق ماهیانه، ارائه‌ی درخواست مرخصی، اطلاع از احکام سازمانی، بخشنامه‌ها و شرکت در کلاس‌های آموزشی ضمن خدمت می‌بایست محل کار خود را ترک و مستقیماً با مراجعه به واحد منابع انسانی اقدام به انجام امور بنماید، که موجب اتلاف وقت و پایین آمدن کارآیی به‌ویژه در سازمان‌های بزرگ می‌شود . لذا ضرورت دارد مدیریت منابع انسانی با به‌کارگیری از سیستم‌های الکترونیکی و رایانه و شبکه‌های داخل سازمانی و سایر امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری به اهداف سازمانی خود برسد.

۷-۲- آسیب‌شناسی مدیریت منابع انسانی در شرکت‌های کوچک

مدیریت مؤثر کارکنان به‌طور روز افزون، به‌عنوان عاملی که سهمی حیاتی در نیل به عملکرد و بقای سازمانی دارد، شناخته می‌شود. با این وجود، مطالعات صورت گرفته روی پویایی‌های مدیریت منابع انسانی در مؤسسات کارآفرینی کوچک، نسبتاً پراکنده هستند. بررسی‌های مختلف انجام شده، نشان می‌دهد که فرهنگ فردگرایی مالک محور و عدم رسمیت، درحال شیوع در این شرکت‌ها است. در نتیجه‌ی این عوامل، مقولات اساسی

منابع انسانی همچون، فعالیت‌های مرتبط با عملکرد، آموزش و توسعه، توازن نیروی کار و دیگر ابعاد حساس رفاه نیروی کار را متأثر می‌سازند. عدم رسمیت و فقدان راهبرد جهت آگاهی نسبت به روابط مالک – کارمند، در تقابل با فشارهای روز افزون سیاسی در جهت تدوین قوانین در حوزه‌ی مدیریت کارکنان در مؤسسات کارآفرینی کوچک قرار دارند. پاسخ به این فشارها، احتمالاً مفاهیم ضمنی مهمی، هم در زمینه‌ی روابط با کارکنان و هم عملکرد سازمانی، در بر خواهند داشت.

پیچیده‌تر شدن روز افزون سازمان‌ها و افزایش میزان کارهای غیراخلاقی، غیرقانونی و غیرمسئولانه در محیط‌های کاری، توجه مدیران و صاحب‌نظران را به بحث اخلاق کار و مدیریت اخلاق معطوف ساخته است .

مدیریت اخلاق[1] عبارتست از شناسایی و اولویت‌بندی ارزش‌ها برای هدایت رفتارها در سازمان. سازمان‌ها با ایجاد یک برنامه‌ی مدیریت اخلاق می‌توانند اخلاقیات را در محیط کار مدیریت کنند. برنامه‌های اخلاق به سازمان‌ها کمک می‌کنند تا بتوانند در شرایط آشفته عملکرد اخلاقی خود را حفظ کنند. امروزه مدیریت اخلاق یکی از زمینه‌های علمی مدیریت به شمار می‌رود که دارای رویکردی برنامه‌ای و چندین ابزار عملی است. این ابزارها عبارتند از کدهای اخلاق، کدهای رفتار، خط‌مشی‌ها و رویه‌ها، روش‌های حل معضلات اخلاقی و آموزش.

۷-۳- نگرش مدیریت در اثربخشی سازمان

در این عصر که دنیای داد و ستدهای روز افزون، موشک‌های فضایی، هزینه‌های بازیافت و کاهش انگیزه‌ی کارمندان است، وقت آن می‌باشد که به اصول برگشته و برای تقویت فضای کار نگاهی به درون بیاندازیم. به درون خود بنگرید... مدیر واقعی کیست؟ کارمند، مشتری یا شما؟

جواب تمام موارد است. حال چگونه می‌شود سه مدیر داشت؟ بی‌نظمی ایجاد نخواهد شد؟

شما مدیر هستید؛ شما قوانین را اعمال می‌کنید و کارمندانتان را هدایت و تشویق می‌نمایید. کارمند هم باید رئیس باشد اما به‌طریقی متفاوت. هر کدام باید بر محیط مخصوص خود حکم برانند. آن‌ها باید احساس توانمندی و اختیار کنند تا بتوانند در زمان لازم تصمیمات درست بگیرند. وقتی‌که شما در دسترس نیستید، کارمند باید آن‌قدر خود انگیزی داشته باشد که کارش را انجام دهد و در اصل مدیر خود باشد. در مورد مشتری نیز این امر صدق می‌کند. مشتری دلیل وجود تمام این کسب و کار است. مشتری هم به اندازه‌ی شما و کارمندانتان مدیر است. حال شما تنها کسی هستید که باید این رابطه‌ی مسالمت‌آمیز را در طول کار به‌طور مناسب حفظ نمایید. شما باید به کارمندتان وفادار بوده و در تمام جنبه‌های کارتان مورد اطمینان باشید. باید دریابید که حقیقتاً سه مدیر در سازمانتان وجود دارند و همه‌ی آن‌ها به توجهی واحد نیازمندند. با توجه به اینکه هدف بررسی عملکرد مدیر در هدایت کارکنان است، بیشتر به این جنبه از نقش مدیر پرداخته می‌شود. نیروی فکری کارکنان را آزاد کنید. مدیریت افراد نکته‌ای بدیهی است و مدیریت نیروی انسانی وظیفه ای اساسی همه‌ی شرکت‌هاست. اما در یک کسب و کار مبتنی بر انسان، این وظیفه به عامل اصلی موفقیت تبدیل می‌شود. یک مدیر موفق در زمینه‌ی تقویت نوآوری، برای افراد با سبک‌های گوناگون فکری ارزش قائل می‌شود. چنین مدیری می‌داند که افراد مختلف، سبک‌های مختلفی دارند؛ تحلیلی یا شهودی، ادراکی یا تجربی، اجتماعی یا مستقل، منطقی یا ارزش‌مدار. چنین مدیری قواعد عملی مربوط به چگونه کار کردن افراد با یکدیگر را تدوین می‌کند.

۷-۴- تأثیر نوع شخصیت مدیران بر اثربخشی همکاری بین گروه‌ها

برای آن‌که از صعود به قله‌های بالاتر باز نمانیم نباید به وضع موجود راضی شویم. خوب است که هم‌گروه‌های خود را بال و پر دهیم و قدر آن‌ها را بدانیم. باید در گروه ارزش‌ها و خواسته‌های اعضاء را بشناسیم و به آن‌ها ارج نهیم. باید دائم به دنبال یافتن راه‌هایی باشیم که به اشخاص کمک کند تا توانایی‌ها و نگرش‌های خویش را افزایش دهند. باید به یاران خود بال و پر دهیم. کسی که به دیگران پرو بال دهد، اول خود پر و بال می‌گشاید. افرادی‌که سازگار و انعطاف‌پذیرند، آموختن را دوست دارند و در تیم احساس امنیت می‌کنند. افراد سازگار نرم و خلاق هستند و خلاقیت نیز سازگاری را تقویت می‌کند. مسئولیت‌پذیری را در گروه خود گسترش دهیم. باید دائم خود و همراهانمان را به آموختن عادت دهیم. دائم باید نقش خود را از نو ارزیابی کنیم و قدرت فراتر دیدن را تقویت کنیم. یعنی به

1- Ethics Managment

خود بگوئیم که مسئله این نیست که چرا انجام نمی‌شود، بلکه این است که چگونه باید انجام شود؟

مثل خردمندان فکر کنید اما با مردم به زبان خودشان حرف بزنید. برای گسترش ارتباط در یک گروه و بالا بردن درجه‌ی اعتماد گروهی، لازم است افراد گروه راه ارتباط را بر یکدیگر باز بگذارند. اعضای گروه هر چه بیشتر یکدیگر را بشناسند و هدف‌های گروه را بهتر بدانند، تفاهم بیشتری پیدا می‌کنند و تفاهم بیشتر به همکاری بیشتر منجر می‌شود. ارتباط باز پایه‌های اعتماد را محکم می‌سازد. داشتن مقاصد پنهان و ایجاد ارتباط از طریق شخص سوم، مناسبات گروه را تضعیف می‌کند.

۷-۵- توسعه‌ی شایسته‌سالاری در سازمان‌ها

شایسته‌سالاری به مفهوم به‌کارگماری مناسب‌ترین افراد در متناسب‌ترین جایگاه‌ها در یک سازمان است. این موضوع در سازمان‌های رشد یافته و یا در حال رشد بسیار با اهمیت است و در میان مدیران این اهمیت بیشتر است. دستیابی به چنین امری مهم نیاز به برنامه‌ریزی راهبردی در سازمان‌ها و توجه عمیق به تغییرات داخلی و محیطی دارد. در این میان بخش سیاستگزار جامعه یعنی دولت، لازم است برای تحقق شایسته‌سالاری، آن را طی فرآیندهای فرعی شایسته‌خواهی در سطح جامعه و سازمان‌ها و در عمل شایسته‌شناسی، شایسته‌پروری، شایسته‌گماری و شایسته‌داری، توسط مدیران و متولیان بخش نیروی انسانی، پیاده نماید. نزدیک به سه دهه است که براهمیت و ارزش نیروی انسانی به‌عنوان ارزشمندترین سرمایه‌ها در سطح سازمان‌ها تأکید می‌شود و امروز مدیران منابع انسانی براین باورند که انتخاب و انتصاب افراد شایسته متناسب با جایگاه شغلی، این ارزشمندی را نمایان ساخته است. پژوهش‌های اخیر در مباحث منابع انسانی به این نتیجه رسیده است که آنچه در عمق فرآیند جذب، نگهداشت و پرورش منابع انسانی نهفته است، انتخاب و انتصابی است که مبتنی بر شایستگی می‌باشد. اگرچه توجه به شایستگی کارکنان قدمتی دیرینه دارد، اما از عمر عنایت علمی به شایستگی در کار و سازمان بیش از چند دهه نمی‌گذرد.

۸- منابع انسانی با کیفیت

نیروی انسانی با کیفیت و دانش‌مدار مهم‌ترین مزیت رقابتی سازمان و کمیاب‌ترین منبع در اقتصاد دانش‌محور امروز است. ارائه‌ی محصولات و خدمات متفاوت و متمایز با کیفیت، کاهش هزینه‌ها، خلاقیت و نوآوری و افزایش رقابت‌پذیری از مزایای وجود منابع انسانی کیفی و دانش‌مدار است. لذا سازمان‌های پیشرو با درک این حقیقت، تلاش وصف‌ناپذیری جهت به‌کارگیری بهینه از این منبع کلیدی در حوزه‌های گوناگون از جمله کیفیت، تولید و مدیریت به‌منظور تحقق اهداف استراتژیک خود با استفاده از شیوه‌ها و نظام‌های نوین اثر بخش کرده‌اند.

«لستر تارو» می‌گوید: ((مبنای ثروت‌آفرینی در اقتصاد امروز، دانش و تخصص است)). تارو از انقلابی خبر می‌دهد که نیروی حرکت خود را از مغزها می‌گیرد و ارزش مغزها را بالا می‌برد. بی‌شک عصر حاضر، عصر سازمان‌هاست و متولیان این سازمان‌ها، انسان‌ها هستند. انسان‌هایی که خود به‌واسطه‌ی در اختیار داشتن عظیم‌ترین منبع قدرت یعنی تفکر، می‌توانند موجبات تعالی، حرکت و رشد سازمان‌ها را پدید آورند. به‌واقع، در جهان پرشتاب و سرشار از تحول و رقابت دنیای امروز، آنچه که موجبات تحقق مزیت رقابتی سازمان‌ها را تضمین می‌کند، نیروی انسانی با کیفیت، خلاق و پویا است. از این‌روست که در عصر حاضر، منابع انسانی دانش‌گرا به‌عنوان مهم‌ترین قابلیت سازمان در کسب مزیت رقابتی و همچنین عمده‌ترین دارایی نامشهود قلمداد شده و اعتقاد سازمان‌ها نیز بر آنست که باید کارکنان را پایه و اساس بهبود کیفیت و بهره‌وری کلیه‌ی فرآیندهای سازمانی دانست. لذا باید این عامل را مبنای اصلی فرآیند افزایش کارآیی و اثربخشی و همچنین با ارزش‌ترین سرمایه و کلید طلایی رقابت قلمداد کرد. سازمان‌های پیشرو با تلاش برای جذب، پرورش، نگهداشت و به‌کارگیری نیروهای دانش‌گرا و زبده، مزیت رقابتی امروز و فردای خود را تضمین خواهند کرد.

۹- توسعه‌ی مدیریت یادگیری در سازمان

"دانشگاه پنسیلوانیا" ۱۰ سال درباره کیفیت کارکنان مطالعه کرد. آن‌ها ۳۰۰۰ شرکت را بررسی کردند و دریافتند که ۱۰ درصد افزایش در تحصیلات سبب ۹ درصد افزایش در بهره‌وری می‌شود و ۱۰ درصد افزایش در هزینه‌های سرمایه‌ای سبب ۳/۵ درصد افزایش در بهره‌وری می‌شود. می‌توان مصداق این وضع را در شرکت‌های برتر دید. "شرکت اینتل" سالانه برای آموزش و تعلیم و تربیت هر فرد ۴۰۰۰ دلار خرج می‌کند."شرکت مشاوران اندرسن" ۶ درصد از درآمد ۱۰ میلیارد دلاری خود را هر ساله

صرف آموزش و پـرورش می‌کند. هر متخصص این شـرکت باید در هر سـال ۱۳۰ سـاعت آموزش ببیند. "موتورولا" برای آموزش سـالی ۲۰۰ میلیون دلار خرج می‌کنـد. نیویورک‌تایمز گزارش کرده اسـت که "جنرال موتور" درصدد اسـت تا برای بهره‌گیـری از دانایی‌های کارکنان خویش در سرتاسـر جهان، یک مدیر ارشـد در مقام مدیریت یادگیری منصوب کند تا توزیع اطلاعات را در مجموعه‌ی عظیم سازمان‌های آن شرکت هماهنگ کند. هم‌اکنون خیلی از سازمان‌ها کسانی را به مدیریت یادگیری منصوب می‌کنند که بتوانند دانشـگاه‌های خاص آن شـرکت را برپا کنند. روز به روز شمار شرکت‌هایی‌که برای اشاعه‌ی سریع ایده‌های خوب در درون سـازمان، واحـد جدیدی ایجاد می‌کنند بیشتر می‌شـود. در نتیجه می‌توان گفت مدیر هنرپیشه‌ای است که نقشـی که کار نامیده می‌شـود را در صحنه‌ای به‌نام کارگاه ایفا می‌کند. پس اتاق تمرین مدیر کجاسـت؟ پاسخ اینست که هر کجا که او حضور دارد و بازدید می‌کند در طی ۲۴ سـاعت روز، محل تمرین مدیر محسوب می‌شـود. اگر این چنین باشد، اولین چیزی‌که مدیر باید در جسـتجوی آن باشـد، اینست که تمامی دانش خویش را برای برآوردن انتظارات افرادی که در اطرافش هسـتند جمع‌آوری کند. نقش مدیر شـامل نظم و ترتیب دادن به محیط کاری قبل از تولید کالا، توسـعه و پرورش منابع بشـری قبـل از نظم و ترتیب دادن محیط کاری و توسـعه‌ی ذهن و فکر آدمی اسـت؛ به‌طوری‌که خـود از اتاق تمرین بـه روی صحنه می‌رود و کالاها را از کارخانه به بازار می‌فرستد.

ادامه دارد ...

منابع:

۱- ماهنامه‌ی علمی و آموزشی تدبیر در زمینه‌ی مدیریت

۲- هارگریور جرارد "مدیریت استرس"، مترجم مرتضی مقدمی‌پور

۳- سایت www.ravanshenasi.mihanblog.com

۴- سایت www.modir.ir

* * * * *

قیمت‌گذاری آزاد در تمام کالاهای عرضه شده در بورس کالا

۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۰/شاسا

سید حسین هاشمی، رئیس کمیسیون صنایع و معادن مجلس شورای اسلامی معتقد است: دلیل نبود عرضه‌ی مناسب و متناسب با تعهدات از سوی شرکت‌های سیمانی را باید از بورس کالا جویا شد. شرکت‌های سیمانی هیچ مشکلی برای عرضه‌ی تولیدات خود در بورس کالا ندارند. او در پاسخ به این پرسش که آیا ادعای شرکت‌های سیمانی مبنی بر نبود روش آزاد قیمت‌گذاری در مورد سیمان دلیل عرضه نکردن این کالا از سوی تولیدکننده‌هاست، گفت: قیمت‌گذاری در بورس باید به‌صورت آزاد باشد و کالاها طی معاملات کشف قیمت شوند. بعد از اجرای نهایی طرح هدفمندی یارانه‌ها، هزینه‌های تولید به‌دلیل افزایش قیمت حامل‌های انرژی، افزایش یافت و شاید عدم عرضه‌ی سیمان توسط شرکت‌های تولیدی به‌همین دلیل باشد. در حال حاضر تولید سیمان در کشور بیش از میزان نیاز داخل است و بخشی می‌تواند در خدمت افزایش توان صادراتی کشور قرار گیرد.

این در حالیست که «علی‌اکبر هاشمیان» مدیرعامل شرکت بورس کالای ایران، درباره این‌که شرکت‌های سیمانی معتقدند قیمت‌گذاری بر روی این کالا آزاد و رقابتی نیست و به‌همین دلیل عرضه نمی‌کنند، گفت: در حال حاضر این شرکت‌ها به دنبال حل‌کردن قیمت پایه هستند. قیمت‌گذاری در تمام کالاهایی که در بورس کالا، عرضه می‌شود آزاد است و هیچ موردی از سوی بورس کالا مبنی بر جلوگیری از عرضه وجود ندارد.

۳۰ درصد سیمان همدان در نهاوند تولید می‌شود

۱۳ اردیبهشت ۱۳۹۰ /خبرگزاری فارس

«اسـماعیل زارعی‌کوشـا» فرماندار نهاوند با اشـاره به شـروع به تولید کارخانه‌ی تولید سـیمان به‌عنوان بزرگ‌ترین پروژه‌ی تولید شهرسـتان اظهار داشـت: این پروژه با ۱۵۰ میلیارد تومان سرمایه‌گذاری موجب شده است که نهاوند مقام نخست سرمایه‌گذاری بخش خصوصی استان همدان را کسب کند.

وی با اشـاره به تولید سـالانه یک میلیون تن سـیمان از نهاوند افزود: با تولید این میزان سیمان، شهرستان نهاوند نیاز به واردات این محصول ندارد و قادر است ۳۰ درصد نیاز استان را در زمینه‌ی مصرف سیمان تولید کند که موجب اشتغال‌زایی ۲۵۰ نفر به‌طور مستقیم شده است.

احداث کارخانه‌ی بزرگ سیمان در شمال‌غرب کشور

۲۱ اردیبهشت ۱۳۹۰/ شاسا

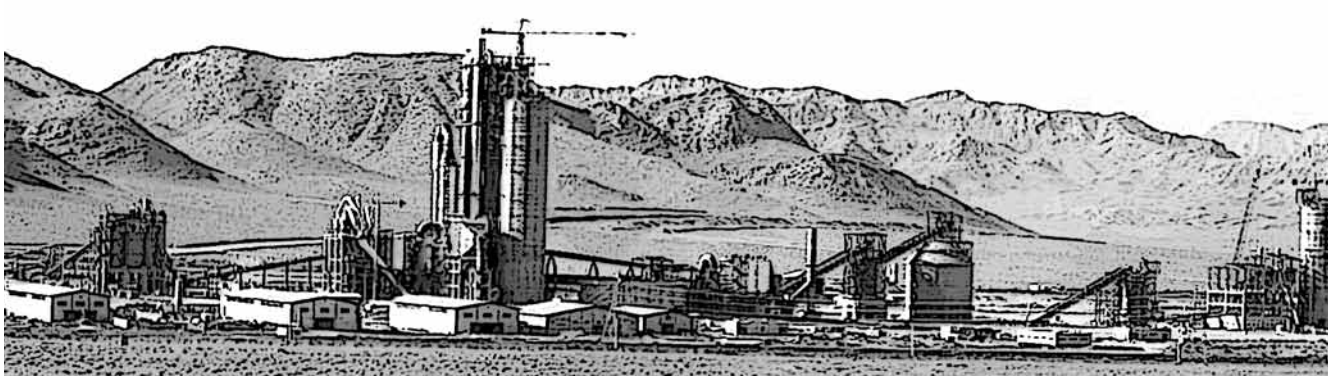
ذبیح‌الـه عبداللهـی، فرمانـدار شهرسـتان خلخـال گفت: بزرگ‌ترین کارخانه‌ی سـیمان شـمال‌غرب کشـور در شهرسـتان خلخال احـداث و بـه بهره‌بـرداری می‌رسـد. پـروژه‌ی کارخانـه‌ی ۵ هـزار و ۳۰۰ تنـی سـیمان خلخال کـه بزرگ‌تریـن کارخانه‌ی سـیمان شـمال‌غرب کشور است، با آزادسـازی ۱۰ میلیارد تومان از اعتبار ۶۰ میلیارد تومانی حمایتی مشـارکتی بانک مرکزی فعال شده است.

بهره‌برداری از کارخانه‌ی بتن نیشابور

۲۷ اردیبهشت ۱۳۹۰ / شاسا

فرماندار نیشابور گفت: کارخانه‌ی بتن نیشابور با ۵۰ میلیارد تومان سرمایه‌گذاری در هفته‌ی دولت به بهره‌برداری می‌رسد.

«سیدجلال هاشمی» اظهار داشت: کارخانه‌ی بتن آمود در زمینی به مساحت ۲۰ هکتار با ۵۰ میلیارد تومان سرمایه‌گذاری، در هفته‌ی دولت به بهره‌برداری می‌رسد. فرماندار نیشابور گفت: این طرح با اشتغال‌زایی ۴۵۰ نفر در سه شیفت، تولید بتن سبک با فناوری منحصر به فرد را در دسـتور کار دارد. این مقام مسـئول گفت: سال جهاد اقتصادی فرصت مناسبی برای توزیع اعتبار برای ظرفیت‌های اقتصادی نیشابور است.



تولید محصول جدید در سیمان مازندران

۳ خرداد ۱۳۹۰/شاسا

مدیر عامل شرکت سیمان مازندران گفت: محصول جدید سیمان مازندران با ویژگی‌ها و کاربردهای ممتاز وارد بازار شد.

«حمید یوسفی» افزود: تولید جدید شرکت، سیمان تیپ سه بوده که به‌عنوان سیمان با مقاومت اولیه‌ی زیاد یا سیمان زودگیر مطرح است و در شرایطی که مقاومت اولیه‌ی زیاد بتن مورد نظر باشد، به‌کار می‌رود. به‌دلیل بالا بودن فاز C_3S (سه کلسیم سیلیکات) گرمای هیدراتاسیون این نوع سیمان بالا بوده و می‌توان از این نوع سیمان در هوای سرد زمستان استفاده کرد.

یوسفی، کاهش زمان عمل‌آوری بتن در آب و هوای سرد، سخت‌شوندگی سریع و مقاومت برتر آن نسبت به سیمان‌های معمولی، امکان تسریع در عملیات بتن‌ریزی و کاهش هزینه‌های جانبی را از ویژگی‌های این نوع سیمان عنوان کرد.

ساخت کارخانه‌ی سیمان در آبدانان

۷ خرداد ۱۳۹۰ / شاسا

«پرویز کوثری» فرماندار شهرستان آبدانان گفت: برای ایجاد کارخانه‌ی سیمان شهرستان آبدانان واقع در استان ایلام دو هزار میلیارد ریال سرمایه‌گذاری می‌شود. این کارخانه در زمینی به وسعت ۵۰ هکتار ایجاد می‌شود که بخش عظیمی از زمین‌های اطراف، برای مواد اولیه، مورد استفاده این کارخانه قرار خواهد گرفت. ظرفیت تولید این کارخانه یک میلیون تن تولید در سال و با اشتغال‌زایی ۳۵۰ نفر مستقیم و ۳۰۰۰ نفر غیرمستقیم است.

این واحد صنعتی با مشارکت بخش خصوصی در دست ساخت بوده که قرار است برای ایجاد این کارخانه دو هزار میلیارد ریال اعتبار سرمایه‌گذاری شود. عملیات ساخت این کارخانه اواخر سال گذشته آغاز شده و اکنون از پیشرفت ۱۵ درصدی برخوردار است. بر اساس برنامه‌ریزی‌های انجام شده، کارخانه‌ی سیمان آبدانان سال ۹۲ به بهره‌برداری کامل می‌رسد. شهرستان ۴۵ هزار نفری آبدانان، در ۱۸۰ کیلومتری جنوب ایلام واقع است.

سیمان تهران بیش از پیش‌بینی سود محقق کرد

۹ خرداد ۱۳۹۰/ دنیای اقتصاد

شرکت سیمان تهران برای سال مالی منتهی به پایان اسفندماه ۸۹، مبلغ ۶۷۸ ریال سود به‌ازای هر سهم محقق کرد. به گزارش بورس و اوراق بهادار، این شرکت طی آخرین پیش‌بینی خود در تاریخ ۲۸ اسفندماه ۸۹ سود هر سهم را ۶۱۲ ریال پیش‌بینی کرده بود. شرکت یکی از دلایل تغییرات اخیر خود را افزایش فروش مقداری سیمان به میزان ۱۹۱ هزار و ۶۲۸ تن و افزایش ریالی به میزان ۹۴ میلیارد و ۵۹۳ میلیون ریال اعلام کرده است. سیمان تهران در صورت‌های مالی حسابرسی نشده سال ۸۹ مبلغ یک‌هزار و ۹۵۱ میلیارد ریال فروش داشته است. سود ناخالص شرکت ۷۹۵ میلیارد ریال و سود عملیاتی آن نیز ۷۱۵ میلیارد ریال محقق شده است.

درخواست تأسیس مرکز تحقیقات بتن در گیلان

۶ خرداد ۱۳۹۰/ شاسا

استاندار گیلان خواستار تأسیس مرکز تحقیقات بتن، آب و فاضلاب در گیلان شد.

«مهدی سعادتی» در نخستین کنفرانس بین‌المللی بتن‌های ناتراوا در تالار حکمت دانشگاه گیلان اظهار داشت: تولید بتن با ضریب جذب پایین آب در کشور برای ساخت سازه‌های آبی ضروری است. وی گیلان را از استان‌های پیشتاز در برگزاری همایش‌ها و تحقیقات در زمینه‌ی بتن‌های ناتراوا عنوان کرد و افزود: گیلان قابلیت راه‌اندازی مرکز تحقیقات بتن آب و فاضلاب را دارد.

سعادتی با اشاره به اینکه مصالح فراوانی در ساخت مخازن آبی به‌کار می‌رود، تصریح کرد: بتن دارای گستره‌ی مصرف بیشتری است و مهندسان در مخزن‌سازی از آن استفاده می‌کنند. وی ادامه داد: به‌کارگیری دقیق مصالح مصرفی در ساخت بتن می‌تواند موجب افزایش دوام و ناتراوایی مخازن شود؛ ضمن اینکه مخازن و سازه‌های آبی مقاوم‌تر و با عمر بیشتر از قبل ساخته می‌شوند. استاندار گیلان تکنولوژی را مهم‌ترین دستاورد تحقیقات گسترده و خستگی‌ناپذیر محققان، پژوهشگران و دانشگاهیان فرهیخته معرفی کرد و بیان داشت: بتن مؤثرترین نقش را توانسته در زمینه‌ی پیدایش دانش، فن و اجرا در زندگی بشر ایفا کند. وی با اشاره به اینکه ساخت بتن‌های آب‌بند به یک تخصص و علم ویژه تبدیل شده است، اضافه کرد: اجرای مخازن آب بتنی نیاز به تجربه‌ی بالا دارد.

سیمان بورسی همچنان روی قیمت ٥٤ تومان

۱۰ خرداد ۱۳۹۰/دنیای اقتصاد

اوایل خرداد سال جاری در بورس کالا برای اولین بار سیمان خوزستان ۵ هزار تن کالا را به‌صورت پاکتی با قیمت هر کیلو ۵۴ تومان و ۹ ریال وارد بازار کرد که در پایان همه‌ی محصول عرضه شده به فروش رسید. به گفته‌ی «اعلایی» مدیر کالایی یکی از کارگزاری‌های بورس کالا، سیمان خوزستان برای اولین بار عرضه‌هایش را در بورس کالا از سر گرفت و قرار است از ده خرداد سال جاری نیز عرضه‌های سیمان صوفیان پی گرفته شود. پیش از این سیمان شاهرود نیز برای اولین بار عرضه‌هایش را در بورس دنبال کرده بود تا عرضه‌ی سیمانی‌ها به رقم بالای ۵ شرکت برسد. بر اساس آمار بورس کالا، تاکنون ۱۷ شرکت سیمانی مرحله‌ی پذیرش را طی کرده که یا آماده عرضه هستند یا اینکه تولیداتشان را در بورس به مرحله‌ی اجرا گذاشته‌اند. همچنین شرکت سیمان فارس نو نیز که به تازگی پذیرش شده است، با فاصله زمانی بسیار کم اولین محموله‌ی تولید خود را روی تابلوی معاملاتی می‌برد.

پیشرفت فیزیکی کارخانه‌ی سیمان کهگیلویه

۱۰ خرداد ۱۳۹۰/شاسا

کارخانه‌ی سیمان سپو در کهگیلویه ۲۵ درصد پیشرفت فیزیکی دارد. این کارخانه در زمینی به وسعت ۷۰ هکتار در حال ساخت است. انصاری فرماندار شهرستان کهگیلویه گفت: اعتبارات مصوب ریالی این طرح از محل اعتبارات بنگاه های زود بازده ۳۵۰ میلیارد ریال و اعتبارات ارزی ۲۳ میلیون یورو است و تاکنون ۶۰ میلیارد ریال از اعتبارات ریالی پرداخت شده و مابقی اعتبار از طرف بانک عامل پرداخت خواهد شد. تمام مشکلات این طرح رفع شده و آبرسانی و برق‌رسانی به آن نیز به اتمام رسیده است. با بهره‌برداری از این کارخانه برای ۴۵۰ نفر اشتغال مستقیم و برای حدود ۲ هزار نفر اشتغال غیرمستقیم ایجاد خواهد شد.

تولید ۳۲۰ میلیون تن سیمان در هند

۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۰/ ایسنا

پیش‌بینی می‌شود تا پایان سال مالی جاری تولید سیمان در هند به ۳۲۰ میلیون تن برسد. هند در سال مالی گذشته بالغ بر ۳۰۰ میلیون تن سیمان تولید کرد. انجمن تولیدکنندگان سیمان هند با اشاره به این‌که هدف‌گذاری شده بود امسال ۲۹۰ میلیون تن سیمان در این کشور تولید شود، اعلام کرد که این هدف هم‌اکنون محقق شده و پیش‌بینی می‌شود تولید سیمان در شبه قاره از مرز ۳۲۰ میلیون تن هم فراتر رود. هند بعد از چین بزرگ‌ترین تولیدکننده‌ی سیمان در جهان است. این کشور ۱۳۷ کارخانه‌ی بزرگ و ۳۶۵ کارخانه‌ی کوچک تولید سیمان دارد. کارخانه‌های بزرگ تولید سیمان در هند تا ۱۲۰ هزار نفر نیروی کار دارد. در سال ۱۹۸۲ کل تولید سیمان هند تنها ۶۴ میلیون تن بود که این رقم هم‌اکنون از مرز ۳۰۰ میلیون تن فراتر رفته است.

صادرات کلینکر به کشورهای حاشیه‌ی خلیج فارس

۱۱ خرداد ۱۳۹۰/ خبرگزاری فارس

«محمد مؤذنی» معاون کارخانه‌ی سیمان کنگان از صادرات روزانه ۴۰۰۰ تن کلینکر به کشورهای حاشیه‌ی خلیج‌فارس در کارخانه‌ی سیمان ساروج کنگان خبر داد.

شرکت بین‌المللی ساروج کنگان، برای تولید کلینکر و سیمان و صادرات آن‌ها توسط بخش خصوصی ایجاد شده و تاکنون موفقیت‌های بسیار ارزشمندی حاصل شده است. ۳۷۵ نفر به‌صورت مستقیم و بیش از ۱۰۰۰ نفر به‌صورت غیرمستقیم در این کارخانه به کار اشتغال دارند و این کارخانه در کاهش نرخ بیکاری در جنوب استان بوشهر نقش مهمی داشته است. کارخانه‌ی سیمان ساروج کنگان روزانه ۶ هزار تن کلینکر تولید می‌کند که ۲ هزار تن آن تبدیل به سیمان و ۴ هزار تن کلینکر صادر می‌شود.

افزایش ظرفیت تولید سیمان در کشور

۱۸ خرداد ۱۳۹۰ /شاسا

«مهندس جعفری» معاون امور معادن و صنایع معدنی وزارت صنایع و معادن گفت: امسال ۹ طرح تولید سیمان در کشور به بهره‌برداری میرسد و ظرفیت تولید سیمان کشور به ۸۰ میلیون تن خواهد رسید.

ظرفیت تولید سیمان کشور را در پایان سال گذشته ۷۲ میلیون تن و تولید سیمان کشور در این سال را ۶۲ میلیون تن اعلام کرد و افزود: امسال ۹ طرح تولید سیمان در کشور به بهره‌برداری می‌رسد که با افتتاح این طرح‌ها ظرفیت تولید سیمان کشور به ۸۰ میلیون تن و تولید سیمان نیز به ۷۰ میلیون تن افزایش خواهد یافت.

افزایش احتمالی قیمت سیمان

۲۲ خرداد ۱۳۹۰ /شاسا

«علی محمد بد» مدیرعامل هلدینگ سیمانی غدیر با اعلام لزوم افزایش قیمت سیمان برای تداوم توسعه و حفظ موقعیت موجود گفت: هرچند باید تا زمان نهایی شدن تصمیم مسئولان صبر کرد، اما با توجه به سپری شدن سه ماه از سال و در پیش رو بودن زمستان، افزایش قیمت احتمالی سیمان حداکثر محدود به شش ماه از سال خواهد بود.

وی در رابطه با این سؤال که تشکیل صف‌های خرید شرکت‌های سیمانی در روزهای پایانی خردادماه سال جاری تا چه حد ناشی از احتمال افزایش نرخ سیمان است و آیا مسئولان مربوطه با رشد نرخ قیمت سیمان موافقند یا خیر، پاسخ داد: طی پنج ماه اخیر بهای تمام شده‌ی تولید سیمان در نتیجه‌ی اجرای قانون هدفمندسازی یارانه‌ها تا ۲۵ درصد رشد کرده است و این مسئله منجر به کاهش سودآوری و عدم امکان توسعه و نوسازی صنعت سیمان شده است.

وی با بیان اینکه هم‌اکنون قیمت سهام شرکت‌های سیمانی حاضر در بورس معادل یک سوم قیمت تمام شده است، ادامه داد: این در حالی است که صنعت سیمان کشور طی چند سال گذشته با سرمایه‌گذاری‌های انجام شده به هفتمین تولیدکننده و پنجمین صادرکننده در دنیا رسیده و به تنهایی ۲ درصد تولید ناخالص ملی را تشکیل داده است؛ بنابراین با توجه به این پشتوانه و در صورتی‌که حفظ این موقعیت مدنظر باشد، باید افزایش نرخ قیمت سیمان اعمال شود. بد با اشاره به برگزاری جلسه‌ی مشترک فعالان سیمان کشور با مسئولان سازمان حمایت از تولیدکننده و مصرف‌کنندگان خاطر نشان کرد: در این جلسه متولیان صنعت سیمان اعلام کردند آزادسازی قیمت‌ها باید در همه‌ی جوانب و صنایع باشد تا زمینه‌ی تولید و اشتغال فراهم شود، چرا که از مهم‌ترین عوامل مؤثر در توسعه‌ی این صنعت متعادل کردن قیمت‌ها و تناسب بین بهای تمام شده و فروش محصول است. با این همه امیدواریم مسئولان امر، تصمیم معقولی را اتخاذ کنند تا جایگاه صنعت سیمان در کشور و دنیا حفظ شده و بسترهای لازم برای رشد و توسعه‌ی آن فراهم شود.

وی خاطرنشان کرد: با این اوصاف درصد افزایش رشد و زمان اعمال افزایش قیمت محصول سیمان را تا زمان ابلاغ نمی‌توان اعلام کرد. افزایش بهای خرید سهام تعدادی از شرکت‌های سیمانی هم ناشی از قرار گرفتن در فصل ساخت و ساز، افزایش حجم صادرات شرکت‌های حاضر در مرزها و احتمال افزایش قیمت سیمان است که باید تا زمان نهایی شدن تصمیم مسئولان صبر کرد.

تکذیب توقف توزیع سیمان در بازار

۱۶ خرداد ۱۳۹۰ /شاسا

«محمدحسن پورخلیل» دبیر انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان ایران هرگونه ایجاد اختلال در بازار سیمان کشور توسط تولیدکنندگان را تکذیب کرد. متأسفانه برخی افراد با اظهارات غیرمسئولانه اعلام کرده‌اند که تولیدکنندگان سیمان به‌دلیل این‌که با پیشنهاد افزایش قیمت محصولاتشان موافقت نشده، توزیع سیمان در بازار را متوقف کرده‌اند که این اظهارات نادرست است. وی افزود: تولیدکنندگان همچنان به‌دنبال افزایش قیمت سیمان در بازار داخلی هستند، اما این موضوع را از طریق مرجع صاحب صلاحیت یعنی سازمان حمایت از تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان پیگیری می‌کنند.

او در ادامه با اشاره به این‌که تولید سیمان در کشور در دو ماه نخست امسال با افزایش ۱۸ درصدی نسبت به مدت مشابه در سال قبل به ۱۰ میلیون و ۷۱۰ هزار تن رسید، گفت: در دو ماهه‌ی امسال ۱۰ میلیون و ۵۴۶ هزار تن سیمان نیز در بازار توزیع شد که این رقم نسبت به توزیع سیمان در فروردین ماه امسال رشد ۳۰ درصدی را نشان می‌دهد. بنابراین اظهارات عده‌ای درباره‌ی کارشکنی تولیدکنندگان سیمان در بازار داخلی دروغ محض است.

دبیر انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان ایران همچنین با اشاره به صادرات یک میلیون و ۶۵۵ هزار تن سیمان و کلینکر از کشور در دو ماهه‌ی امسال اظهار کرد: این میزان صادرات نسبت به دو ماهه‌ی نخست سال قبل ۱۷ درصد افزایش را نشان می‌دهد. به گفته‌ی وی در دو ماهه‌ی نخست امسال، عراق و افغانستان اصلی‌ترین مقاصد صادراتی صنعت سیمان ایران بودند.

افزایش ظرفیت تولید کارخانه‌ی سیمان خوی

۳ خرداد ۱۳۹۰ / بنا نیوز

«غلامحسین عماری» فرماندار خوی از افزایش ظرفیت تولید کارخانه‌ی سیمان این شهرستان به سه میلیون تن در سال خبر داد. با اجرای طرح توسعه‌ی کارخانه‌ی سیمان خوی، ظرفیت تولید این کارخانه با دو میلیون تن افزایش به سه میلیون تن می‌رسد: مطالعات اجرایی طرح توسعه‌ی کارخانه‌ی سیمان خوی پایان یافته و تا نیمه‌ی اول امسال عملیات اجرایی این طرح آغاز خواهد شد. میزان سرمایه‌گذاری طرح توسعه‌ی خوی بیش از دو هزار و ۵۰۰ میلیون ریال است و با این کارخانه هم‌اکنون با سرمایه‌گذاری هزار و ۵۰۰ میلیون ریال سالانه، یک میلیون تن محصول تولید می کند. این واحد تولیدی برای ۵۰۰ نفر فرصت شغلی ایجاد کرده است.

صدور سیمان از کردستان

۲۲ خرداد ۱۳۹۰/ شاسا

«محمد پورنگ» معاون توسعه‌ی تجارت خارجی سازمان بازرگانی کردستان گفت: شرکت سیمان کردستان سال گذشته ۱۵ میلیون و ۸۱۳ هزار دلار سیمان به خارج از کشور صادر کرد. سیمان تولید کارخانه‌ی سیمان کردستان به کشورهای کویت، قطر، اسپانیا، پرتغال، آلمان، جمهوری آذربایجان، سودان و عراق صادر شد. در راستای حمایت از صادرات غیر نفتی کشور به‌عنوان یکی از ارکان توسعه اقتصادی و تولید صادرات محور، وزارت بازرگانی از شرکت سیمان کردستان به‌عنوان صادرکننده‌ی برتر سال ۸۹ کشور تقدیر نمود.

در متن این تقدیرنامه، اشاره شده که امید است با بهره‌گیری از حداکثر توان تجارت و امکانات موجود و همگام و همراه با سیاست‌های نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران، در پیشبرد اهداف اقتصادی در عرصه‌ی صادرات غیرنفتی کوشش نمایید. شرکت سیمان کردستان به‌عنوان بزرگ‌ترین واحد صنعتی استان کردستان در سال ۱۳۷۵ در شهرستان بیجار فعالیت خود را آغاز کرد. شرکت سیمان کردستان هم‌اکنون با ظرفیت تولید سه هزار و ۲۰۰ تن کلینکر در روز به فعالیت خود ادامه می‌دهد.

رشد ۱۸ درصدی تولید سیمان در دو ماه اول سال

۱۶ خرداد ۱۳۹۰/خبرگزاری فارس

«محمد حسن پورخلیل» دبیر انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان گفت: طی ماه‌های فروردین و اردیبهشت امسال، میزان تولید سیمان در کشور به ۱۰ میلیون و ۷۱۰ هزار تن رسید که نسبت به دو ماهه‌ی نخست سال ۸۹ رشد ۱۸ درصدی را نشان می‌دهد.

میزان تولید سیمان در اردیبهشت سال جاری بالغ بر ۶ میلیون و ۱۱۸ هزار تن بود. وی گفت: میزان تولید کلینکر طی ماه‌های فروردین و اردیبهشت ۹۰، بالغ بر ۱۱ میلیون و ۸۴۶ هزار تن بود که نسبت به مدت مشابه سال ۸۹، رشد ۲۲ درصدی را نشان می‌دهد. وی تصریح کرد: میزان تولید کلینکر در اردیبهشت سال جاری ۶ میلیون و ۱۷۹ هزار تن بوده است. میزان توزیع سیمان طی ماه‌های فروردین و اردیبهشت ۹۰، بالغ بر ۱۰ میلیون و ۵۴۶ هزار تن بود که در مقایسه با دو ماه نخست سال ۸۹، رشد ۱۷ درصدی را نشان می‌دهد. همچنین میزان توزیع سیمان در اردیبهشت سال ۹۰، بالغ بر ۶ میلیون و ۱۸ هزار تن بوده است. میزان صادرات مجموع سیمان و کلینکر طی دو ماهه‌ی نخست امسال به خارج از کشور، یک میلیون و ۶۵۴ هزار و ۵۰۰ تن بود که نسبت به مدت مشابه سال ۸۹ ، رشد ۱۷ درصدی را نشان می‌دهد.

نایب رئیس خانه معدن ایران:

اختصاص سالانه ۲ میلیارد دلار برای اکتشافات معدنی ضروری است

۲۸ خرداد ۱۳۹۰/خبرگزاری فارس

نایب رئیس خانه‌ی معدن ایران گفت: چنانچه سالانه ۲ میلیارد دلار برای عملیات اکتشاف معادن (شناسایی، حفاری و ذخیره‌یابی) اختصاص یابد، در یک دوره‌ی ۱۰ ساله می‌توان به ذخایر عظیم فلزی، غیرفلزی و مصالح ساختمانی دست یافت.

به گزارش فارس به نقل از روابط عمومی سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران (ایمیدرو)، «محمدرضا بهرامن» که در آستانه‌ی برگزاری همایش نقش معدن در جهاد اقتصادی سخن می‌گفت، افزود: سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در ۵۰ سال اخیر در بخش معدن و صنایع معدنی ایران تنها ۲۳ میلیارد دلار بود و ایجاد صنایع بزرگ مانند فولاد، مس، آلومینیوم، ذوب‌آهن، سیمان و... را به‌دنبال داشت؛ در حالی‌که سال گذشته بیش از ۱۰ میلیارد دلار برای کشور درآمد ایجاد کرده است.

وی ادامه داد: پیشرفت‌های به‌دست آمده در بخش معدن و صنایع معدنی کشور در سال‌های اخیر به‌خصوص در صنایعی مانند سیمان، کاشی و سرامیک، فولاد و... در شرایطی تحقق یافته که کشورهای اصلی تولیدکننده‌ی این مواد در دنیا با بحران اقتصاد جهانی یا کاهش تولید مواجه شده‌اند.

نایب رئیس خانه‌ی معدن ایران:

رشد ۲۵ درصدی هزینه‌ی واردات قطعات معدنی با افزایش قیمت ارز

۲۷ خرداد ۱۳۹۰/خبرگزاری فارس

نایب رئیس خانه‌ی معدن با اشاره به افزایش ۱۲ درصدی نرخ واقعی ارز در کشور گفت: تغییر ناگهانی نرخ ارز طی روزهای اخیر، هزینه‌ی واردات قطعات مورد نیاز بخش معدن و صنایع معدنی را ۲۰ تا ۲۵ درصد افزایش داده است.

«محمدرضا بهرامن» در گفت‌وگو با خبرنگار اقتصادی خبرگزاری فارس، اظهار داشت: اکثر تولیدکنندگان در بخش معدن و صنایع معدنی تجهیزات و وسایل مورد نیاز خود را از طریق واردات تأمین می‌کنند.

وی ادامه داد: تغییر ناگهانی نرخ ارز طی ۱۰ روز گذشته، هزینه‌ی واردات قطعات مورد نیاز بخش معدن و صنایع معدنی را ۲۰ تا ۲۵ درصد افزایش داده است. وی با بیان اینکه رشد نرخ واقعی ارز، کارشناسی نشده اتفاق افتاده است، افزود: در حال حاضر بخش صنعت با مشکلاتی مانند تأثیر هدفمندی یارانه‌ها بر قیمت تمام شده، درگیر است و در این شرایط افزایش نرخ ارز نیز یک شوک مجدد به بخش تولید وارد کرده است.

بهرامن تأکید کرد: بانک مرکزی باید قبل از هرگونه تغییر در قیمت ارز مسائل مربوط به این بخش را به‌طور واقعی می‌دید و یک برنامه‌ی تنظیم شده برای آن تهیه می‌شد.

وی ادامه داد: با اجرای طرح هدفمندی یارانه‌ها واحدهای تولیدی با کنترل قیمت فروش تولیداتشان، همکاری خوبی با دولت داشته‌اند و در چنین شرایطی بهتر بود سیاست قابل قبولی در مورد قیمت ارز اعمال می‌شد.

نایب رئیس خانه‌ی معدن با اشاره به رویکرد مثبت برخی صادرکنندگان از افزایش نرخ ارز، گفت: باید دید بخش تولید نیز مانند بخش صادرات توان برخورد با این مسئله را دارد یا خیر. به گفته‌ی وی، حتی تغییر نرخ یورو نسبت به دیگر ارزهای جهانی نیز بر قیمت خرید ماشین‌آلات معدنی از کشورهای دیگر تأثیرگذار است و معدن‌کارانی که تعهدات ارزی دارند شدیداً تحت تأثیر تغییر نرخ ارز هستند. بهرامن ادامه داد: حتی سازندگان داخلی تجهیزات نیز به‌دلیل تأمین بخشی از مواد اولیه‌ی مورد نیاز خود از طریق واردات با رشد نرخ ارز، قیمت تولیدشان افزایش خواهد یافت.

کشمکش سیمانی‌ها برای تعدیل قیمت‌ها

سرپرست وزارت صنایع :«سازمان حمایت» خواسته سیمانی‌ها را بررسی کند

۱۶ خرداد ۱۳۹۰/دنیای اقتصاد

سرپرست وزارت صنایع و معادن هرگونه افزایش قیمتی را قبل از اخذ تأییدیه، تخلف محسوب کرد. وی خواستار طی شدن مسیر قانونی قبل از هر اقدامی و عدم نگهداری سیمان در انبار توسط تولیدکنندگان سیمان شد. علاوه بر این، مدیرکل امور معدنی وزارت صنایع و معادن با بیان اینکه با اصلاح قیمت‌ها موافقیم، از بررسی افزایش قیمت صنعت سیمان در سازمان حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان خبر داد. این در حالی است که یک عضو انجمن تولیدکنندگان سیمان از احتمال افزایش یک طرفه‌ی قیمت سیمان در بازار داخلی ظرف یکی دو ماه آینده خبر داد. صنعت‌گران سیمان خواستار تسریع در افزایش قیمت سیمان شده‌اند و وضعیت کنونی را برای ادامه‌ی کار نامساعد بیان کرده‌اند. پیش از این، کارفرمایان بخش خصوصی طی نامه‌ای با امضاء ۳۲ شرکت سیمانی، با بیان اینکه کارخانه‌هایشان اغلب در دو سال اخیر راه‌اندازی شده است و دارای هزینه مالی و استهلاک بالا هستند، خواستار اجازه‌ی افزایش قیمت سیمان در جهت جبران بخشی از زیان این شرکت‌ها و جلوگیری از بازار سیاه شدند؛ اما در جواب این نامه مدیرکل دفتر کالاهای فلزی و معدنی سازمان حمایت، از احتمال کاهش قیمت سیمان خبر داد.

عبور از مسیر قانونی

در پی انتشار خبرهای افزایش قیمت سیمان و واکنش‌های مسئولان و سیمانی‌های بخش خصوصی نسبت به این موضوع، سرپرست وزارت صنایع و معادن نیز گفت: تولیدکنندگان سیمان، فولاد و سایر کالاها باید دلایل منطقی و کارشناسی خود را برای افزایش قیمت به سازمان حمایت مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان ارائه کنند، بنابراین قبل از اخذ تاییدیه‌های لازم، هرگونه تغییر قیمت تخلف محسوب می‌شود. «مهدی غضنفری» از تولیدکنندگانی که به‌دلیل بالا رفتن قیمت مواد اولیه در بازارهای جهانی یا افزایش قیمت حامل‌های انرژی متقاضی افزایش قیمت هستند، خواست تا قبل از هرگونه اقدام، مسیر قانونی را طی کنند.

سرپرست وزارت صنایع و معادن درباره مشکلات مطرح شده از سوی تولیدکنندگان سیمان مبنی بر افزایش هزینه‌های تولید آن‌ها به دلیل بالا رفتن قیمت حامل‌های انرژی به‌ویژه سوخت مازوت (به‌دلیل استفاده نکردن از سوخت گاز در نتیجه‌ی نبود این انرژی در محل واحد تولیدی) نیز گفت: مقرر شد این تولیدکنندگان مدارک خود را به سازمان حمایت مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان ارائه کنند تا بررسی‌ها صورت گرفته و نظر نهایی از سوی این سازمان اعلام شود.

وی با بیان اینکه تولیدکنندگان سیمان نباید با نگهداری سیمان به گونه‌ای که شائبه‌ی احتکار داشته باشد، باعث گرانی شوند، تأکید کرد: هم‌اکنون بازار نیازمند سیمان است و نباید مانع از توزیع آن در سطح عرضه شد.

نباید اجازه دهیم تعادل بازار به هم بخورد و به‌همین دلیل هرگونه ناهماهنگی در افزایش قیمت کالاهای مختلف غیرقابل قبول است، مگر با هماهنگی و ارائه‌ی دفاعیات که معمولاً از طریق سازمان حمایت از مصرف‌کننده صورت می‌گیرد. فاطمیان در حالی تصمیم‌گیری یک شبه و سریع در مورد قیمت تمام شده‌ی تولیدات صنعتی را رد می‌کند که قائم‌مقام وزیر سابق صنایع اخیراً از تصمیم‌گیری‌های پنج دقیقه‌ای در مورد برخی مسائل صنعتی کشور خبر داده و گفته بود: تصمیم‌گیری شجاعانه و سریع مهندس محرابیان، وزیر سابق وزارت صنایع از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است و ما در برخی موارد حتی در پنج دقیقه در مورد مسائلی که اهمیت داشت، تصمیم می‌گرفتیم.

متأثر از سیاست‌های دولت هستیم

«محمدرضا احسانفر» مدیر عامل شرکت صنایع سیمان زابل با اشاره به مهم‌ترین مشکل شرکت‌های سیمان گفت: دولت نمی‌آید در مورد صنعت سیمان تصمیم نمی‌گیرد، ما متأثر از سیاست‌های دولت هستیم و ما به‌عنوان سرمایه‌گذار به دعوت دولت اعتماد کردیم و وارد این صنعت شده‌ایم. تصمیم دولت این بود که سیمان را از بسته‌ی حمایتی خود خارج کند و قیمت به شکلی منطقی رشد داشته باشد؛ اما در حال حاضر دولت در قیمت، دست برده و از سوی دیگر قیمت نهاده‌های تولید و هزینه‌ها را افزایش داده است. با افزایش قیمت‌های مواد اولیه و انرژی، هزینه‌های ما به‌صورتی بالا رفته است که الان در حال زیانده هستیم.

وضعیت کارخانه‌ها یکی نیست

«محمدرضا کرباسیان» مشاور حوزه‌ی صنعت سیمان در مورد وضعیت کنونی صنعت سیمان کشور گفت: این صنعت در شرایط کنونی، روزهای خوبی را سپری نمی‌کند. یکی از مشکلات این است که بعضی مسئولان، کارخانه‌های با ظرفیت تولید بالا را با کارخانه‌هایی با ظرفیت تولید پایین‌تری و با عمر کارکرد کوتاه‌تر در یک دسته قرار می‌دهند. به‌طور کلی صنعت سیمان چه آن‌هایی که عمر طولانی‌تر و حجم تولید بالاتری دارند و چه آن‌هایی که حجم پایین‌تر و عمر کمتری دارند، هر دو یکسری مشکل خاص خود را دارند. کارخانه‌های عظیم صنعت سیمان قبلاً محصولاتشان را پیش‌فروش می‌کردند و از اختیارات قانونی‌شان و تسهیلات استفاده می‌کردند، این امر باعث شد که بتوانند روی پا بایستند؛ اما در شرایط کنونی وضعیت برای همه کارخانه‌ها نامطلوب شده است. هزینه‌های بالا، میزان سود را کاهش داده و به ضرردهی رسانده است. شاید روی کاغذ سود نشان داده شود، ولی در عمل پولی وجود ندارد. کارخانه‌های جدید، قیمت تمام شده بالایی دارند. برخی از این کارخانه‌ها مازوت سوز هستند که در روز حدود ۷۰ میلیون هزینه مازوت می‌دهند؛ که ایم میزان در ماه مبلغ هنگفتی است. اگر هزینه‌های دیگری که این صنعت متحمل می‌شود، اضافه کنیم، وضعیت مساعدی را نشان نمی‌دهد.

مهندس سید عطاء ا.. سیدان جانشین مهندس سید محمد اتابک گردید

تودیع و معارفه‌ی مدیرعامل شرکت سیمان تهران

در مراسمی با حضور تعدادی از مدیران و کارکنان سیمان تهران و شرک‌های تابعه، مهندس «سید محمد اتابک» تودیع و مهندس «سید عطاء ا.. سیدان» جانشین وی گردید. مهندس سید محمد اتابک نیز به‌عنوان مدیرعامل شرکت سرمایه‌گذاری صنعتی کاوه پارس از شرکت‌های تابعه‌ی بنیاد مستضعفان منصوب گردید. مهندس سید عطاء ا.. سیدان از سابقه‌ی فعالیت به‌عنوان مدیرعامل شرکت سیمان سپاهان، قائم مقام مدیرعامل شرکت سیمان تهران و مدیرعامل شرکت سیمان آبیک برخوردار است.

مهندس سید محمد اتابک طی سخنانی در این مراسم عنوان داشت: مجتمع صنعتی سیمان تهران به‌عنوان یکی از شاخص‌های واحدهای صنعتی منطقه و از مؤلفه‌های اقتصادی کشور به یاری خدا توانسته طی هفت سال گذشته با تولید مجموعاً مقدار ۳۷ میلیون تن انواع سیمان نقش بسزائی در امر عمران و آبادانی میهن اسلامی ایفاء نماید، به‌طوری‌که تحقق این موضوع جز با تلاش و کوشش کلیه‌ی کارکنان و مدیران، طی برنامه‌ریزی مدون ممکن نبود.

آنچه مسلم است صنعت سیمان کشور با سابقه‌ی ۷۰ سال تولید یکی از صنایع زیربنایی محسوب گردیده، به‌نحوی‌که رابطه و پیوندی عمیق با طیف گسترده‌ای از صنایع و مراکز خدماتی گوناگون برقرار نموده است و در حال حاضر و تا فروردین ماه سال ۱۳۸۸، علاوه بر خودکفائی در امر تأمین سیمان مورد نیاز کشور با ظرفیت تولید ۶۵ میلیون تن سیمان در سال توانسته خود را در بالاترین سطح ظرفیت تولید این کالای استراتژیک در سطح خاورمیانه مطرح نماید و از نظر رتبه بندی جهانی نیز در بین ۱۵ کشور اول تولید کنندگان سیمان قرار گیرد.

وی اشاره نمود که شرکت سیمان تهران در سال ۱۳۳۳ در جنوب شهر تهران تأسیس و اولین واحد تولیدی آن با ظرفیت تولید روزانه ۳۰۰ تن سیمان در سال ۱۳۳۵ مورد بهره برداری قرار گرفت و به‌تدریج طی سال‌های ۱۳۳۵ الی ۱۳۵۷ با احداث چهار واحد تولیدی دیگر ضمن توسعه‌ی خطوط تولیدی خود نسبت به افزایش ظرفیت تولید سیمان تا سقف ۷۳۰۰ تن در روز اقدام نموده است. کما اینکه در راستای توسعه و گسترش زیر شاخه‌های خود در سال ۱۳۶۵ نیز با خرید واحد ۲۰۰۰ تنی سیمان ری و خرید واحد ۳۰۰ تنی سیمان شمال در سال ۱۳۷۳ (به ترتیب اولی در فاصله‌ی شش کیلومتری از محل کارخانه و دومی در محوطه‌ی مجتمع) ظرفیت تولید خود را تا سقف ۹۶۰۰ تن سیمان در روز ارتقا داده است.

همچنین در ادامه‌ی طرح‌های توسعه‌ای خود، در مهرماه سال ۱۳۸۲ عملیات اجرای طرح جایگزینی واحدهای فرسوده را آغاز و مبادرت به احداث یک واحد ۳۴۰۰ تنی در محوطه‌ی داخلی نمود که این واحد در اسفندماه سال ۱۳۸۵ به بهره‌برداری رسیده است. به‌طوری‌که همزمان با راه‌اندازی آن، واحد ۳۰۰ تنی شماره‌ی پنج که از واحدهای قدیمی و فرسوده محسوب می‌گردید، تعطیل و از

چرخه‌ی تولید خارج شده است.

همچنین واحدهای ۱ و ۲ با ظرفیت تولید مجموعاً ۶۰۰ تن سیمان در روز را به‌دلیل فرسودگی و آلایندگی محیط‌زیست و بالا بودن مصرف انرژی و نداشتن صرفه‌ی اقتصادی، در اوایل آبان‌ماه ۱۳۸۸ از مدار تولید خارج نموده و در حال حاضر تولیدات این مجموعه بالغ بر ۱۲۱۰۰ تن انواع سیمان در روز است.

مهندس سید محمد اتابک در ادامه‌ی توضیحات خود افزود: هر چه دایره‌ی مسئولیت و خدمت افزون‌تر باشد، پاسخگویی نیز سخت‌تر است و هر موفقیتی که طی این هفت سال در سیمان تهران اتفاق افتاده، براساس کار جمعی و تلاش میسر گردیده است و من به‌عنوان مدیر به تنهایی هیچ کاری را جز با کمک جمعی همه‌ی کارکنان انجام نداده‌ام.

وی با بیان اینکه طی هفت سال گذشته مقدار ۳۷ میلیون تن سیمان در این کارخانه برای عمران و آبادانی کشور تولید شده است؛ اظهار داشت: به یاد دارم زمانی که پیش‌قسط سیمان همدان را داده بودیم، با سازمان خصوصی‌سازی برای الباقی اقساط درگیر بودیم، ولی با وجود همه‌ی این مشکلات و در این مدت، همه‌ی طرح‌ها با کمک کارگران و همه‌ی پرسنل کارخانه‌ی سیمان تهران به سر منزل مقصود رسیده است.

مهندس اتابک در راستای گسترش مجتمع صنعتی سیمان تهران ادامه داد: سیمان هگمتان با ظرفیت تولید ۶۰۰۰۰۰ تن خریداری شد که در حال حاضر ظرفیت آن به دو میلیون تن در سال رسیده و طرح توسعه‌ی سیمان ایلام نیز آغاز و یک میلیون تن به ظرفیت آن اضافه خواهد شد و سیمان نهاوند نیز از زیر مجموعه‌های ماست که شروع به تولید نموده است. پشت سر همه این موفقیت ها یک اراده‌ی جمعی قوی وجود داشته است.

وی همچنین در راستای تأمین منابع انرژی واحدهای زیرمجموعه‌ی تولیدی شرکت سیمان تهران خاطرنشان کرد: طی سه سال گذشته به دنبال آن بودیم که یک نیروگاه در محل کارخانه راه‌اندازی شود و برق مورد نیاز را خودمان تولید نماییم، تا اقتصاد سیمان تهران مستحکم‌تر از قبل شود که در همین خصوص و به کمک الطاف بی‌کران خداوند در سال جاری توانستیم ۲۰ درصد نیروگاه ۷۱۲ مگاواتی قم را خریداری نمائیم. به‌نحوی‌که با این کار ضمن تهیه‌ی برق مورد نیاز کارخانه، می‌توان پاسخگوی نیاز سایر واحدهای تحت پوشش از جمله همدان، ایلام، نهاوند و گیلان سبز نیز باشیم و امیدوارم این کار برای سیمان تهران ماندگار باشد.

وی ادامه داد: طی هفت سال گذشته دو بار توسط دولت و شخص رییس‌جمهور از سیمان تهران به‌دلیل عملکرد مطلوب به‌صورت مکتوب قدردانی شده که این تقدیر به لحاظ توسعه‌ی صنعت سیمان بوده و من هم به مسؤلان اعلام کردم، نماینده‌ی همه کارکنان شرکت هستم و این موفقیت‌ها مرهون زحمات تمامی کارکنان شرکت سیمان تهران می‌باشد.

در پایان سخنانم ورود آقای مهندس سید عطاء ا.. سیدان که از ذخایر

صنعت سیمان هستند را به این شرکت خوش‌آمد می‌گویم و از همه‌ی معاونین، مدیران، کارکنان، کارگران و تک تک عزیزانی که در پیشبرد اهداف این کارخانه نقش داشتند، تشکر و قدردانی می‌کنم.

در ادامه مهندس سیدعطاءا... سیدان ضمن عرض تشکر از زحمات آقای مهندس سیدمحمد اتابک عنوان نمود: بقا و اعتبار سیمان تهران در گروی توجه به کیفیت محصولات آن است. با توجه به تجربیات دوره های قبل و حضور در سیمان سپاهان، کارهای مختلفی در ابعاد علمی، فنی و فرهنگی در مدت زمان کوتاهی که در سپاهان بودم آغاز کردیم و مهندس اتابک با توجه به لطفی که به من داشتند به من تکلیف کردند که در سیمان تهران فعالیت داشته باشم.

مهندس سیدعطا ا... سیدان با بیان اینکه این مسؤلیت کار سختی است، افزود: با این حال با توکل به خدا و تکیه به فضل الهی و کمک همه‌ی دوستان و همکاران این مأموریت و مسؤلیت را به سرانجام خواهیم رساند و با اتکا به برنامه‌ریزی صحیح، تجربه‌ی همکاران و تدبیر و اندیشه‌ی همه‌ی متخصصان باید کاری کنیم که انتظارات آقای مهندس اتابک، هیئت مدیره و سهامدار سیمان تهران را برآورده سازیم.

وی با اشاره به اینکه سیمان تهران یک نام بلند آوازه دارد تصریح کرد: در پرتو تلاش و انسجام مدیران، این شرکت بزرگ نه تنها در کل صنعت سیمان، بلکه در صنعت کشور از یک اعتبار و جایگاه ویژه برخوردار است و ما باید این جایگاه و موفقیت را حفظ کنیم. سیدان افزود: در همین راستا یکی از موارد مهم و محوری توجه به قیمت سیمان و عواملی که در شرایط سخت بر قیمت آن تأثیرگذار هستند، می باشد. زمانی‌که عرضه زیاد است، به‌طور طبیعی ما باید روی قیمت تمام شده تأکید خاصی داشته باشیم.

وی یادآور شد: با تکیه بر دانش، تلاش و مسایل اساسی و محوری باید فضایی را ایجاد کنیم که وقتی محصول سیمان تهران به بازار می‌رود و با توجه به اینکه از یک برند و اعتبار خوبی نیز برخوردار است، مشتریان در مقایسه با سایر محصولات به‌سمت محصولات ما سوق پیدا کنند.

مهندس سیدان در ادامه عنوان نمود: اگر بخواهیم موقعیت سیمان تهران را حفظ و ارتقا دهیم و به اعتبار آن بیافزاییم، باید به کیفیت محصول توجه خاص داشته باشیم، چرا که سیمان تهران از نظر کیفیت زبانزد بوده و هست و این را باید باز هم ارتقاء دهیم.

در ادامه ایشان از هفت سال حضور مهندس اتابک در سیمان تهران و خدمات ارزشمند ایشان قدردانی نمودند.

در آغاز این مراسم، مهندس «رمضان»، مدیر مجتمع صنعتی سیمان تهران طی سخنانی به اوصاف منش و شخصیت مهندس اتابک پرداخته و اشاره نمود: از جهاتی باید خوشحال باشیم که مهندس اتابک از مجموعه‌ی سیمان تهران به‌طور کامل جدا نشدند و کماکان عضو هیئت مدیره‌ی شرکت هستند و ایشان در جایگاهی قرار گرفته‌اند که منشأ خیر و برکت برای سایر صنایع و سیمان خواهند بود.

ورود مهندس اتابک به سیمان تهران باعث شد توجهات ما به یکسری از مسایلی که در گذشته کم بود، معطوف شود و ما وظیفه داریم آن‌ها را حفظ نماییم. در کنار همه‌ی برنامه‌ریزی‌ها، اکنون به یک بالندگی در سیمان تهران رسیده‌ایم، به‌طوری‌که بهره‌وری نیروی کار در سیمان تهران نسبت به گذشته افزایش یافته است.

تولید کارخانه‌های سیمان کشور در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۰

(بر حسب واحد تن)

نام کارخانه‌ها	ظرفیت سالیانه		تولید اردیبهشت ماه سال ۹۰			
			کلینکر	سیمان		
	کلینکر	سیمان	تولید	بازده	تولید	بازده
سیمان آبیک	۳٫۷۵۰٫۰۰۰	۳٫۹۰۰٫۰۰۰	۳۰۵٫۵۴۹	۹۷/۷۸	۲۵۵٫۰۷۰	۷۸/۴۸
سیمان ارومیه	۹۰۰٫۰۰۰	۹۳۶٫۰۰۰	۸۷٫۵۶۵	۱۱۶/۷۵	۹۰٫۲۷۳	۱۱۵/۷۳
سیمان اصفهان	۹۹۶٫۰۰۰	۱٫۰۳۵٫۸۴۰	۸۲٫۱۷۵	۹۹/۰۰۶	۱۰۳٫۴۲۲	۱۱۹/۸۱
سیمان بهبهان	۶۹۰٫۰۰۰	۷۱۷٫۶۰۰	۶۱٫۸۹۱	۱۰۷/۶۴	۷۸٫۱۸۱	۱۳۰/۷۴
سیمان تهران	۳۲۴٫۶۰۰۰	۳٫۳۷۵٫۸۴۰	۲۶۶٫۷۷۵	۹۸/۶۲	۲۶۷٫۳۲۸	۹۵/۰۳
سیمان صفائیه	۶۰۰٫۰۰۰	۶۲۴٫۰۰۰	۴۶٫۰۰۹	۹۲/۰۱۸	۴۸٫۹۵۴	۹۴/۱۴
سیمان دورود	۱٫۱۹۷٫۰۰۰	۱٫۲۴۴٫۸۸۰	۸۶٫۱۸۱	۸۶/۴۰	۱۱۱٫۴۳۱	۱۰۷/۴۱
سیمان خزر	۱٫۲۰۰٫۰۰۰	۱٫۲۴۸٫۰۰۰	۱۱۷٫۰۲۲	۱۱۷/۰۲	۸۴٫۰۱۶	۸۰/۷۸
سیمان سپاهان	۲٫۹۷۰٫۰۰۰	۳٫۰۸۸٫۸۰۰	۲۳۸٫۰۰۰	۹۶/۱۶۲	۲۷۹٫۵۰۰	۱۰۸/۵۹
سیمان شمال	۱٫۲۰۰٫۰۰۰	۱٫۲۴۸٫۰۰۰	۹۸٫۴۲۵	۹۸/۴۳	۹۱٫۵۷۸	۸۸/۰۶
سیمان شرق	۲٫۳۱۳٫۷۵۰	۲٫۴۲۳٫۵۹۰	۱۶۵٫۳۷۵	۸۵/۷۷	۱۹۰٫۸۶۵	۹۴/۵۰
سیمان صوفیان	۱٫۴۱۳٫۰۰۰	۱٫۴۶۹٫۵۲۰	۷۲٫۶۳۱	۶۱/۶۸	۱۲۱٫۱۵۸	۹۸/۹۴
سیمان غرب	۱٫۲۰۰٫۰۰۰	۱٫۲۴۸٫۰۰۰	۱۰۶٫۵۳۳	۱۰۶/۵۳	۱۲۲٫۵۲۶	۱۱۷/۸۱
سیمان فارس	۷۸۷٫۵۰۰	۸۱۹٫۰۰۰	۵۲٫۱۷۰	۷۹/۵۰	۷۳٫۷۴۹	۱۰۸/۰۶
سیمان کرمان	۱٫۱۰۴٫۰۰۰	۱٫۱۴۸٫۱۶۰	۸۸٫۳۵۰	۹۶/۰۳۳	۱۲۷٫۴۳۰	۱۳۳/۱۸
سیمان لوشان	۱۹۸٫۰۰۰	۲۰۵٫۹۲۰	۸٫۰۵۰	۴۸/۷۹	۱۴٫۲۲۰	۸۲/۸۷
سیمان نکا	۲٫۱۹۰٫۰۰۰	۲٫۲۷۷٫۶۰۰	۲۲۱٫۲۱۰	۱۲۱/۲۱	۲۲۴٫۷۲۰	۱۱۸/۴۰
سیمان شمال	۸۵٫۸۰۰	۸۹٫۲۳۲	۶٫۴۰۵	۸۹/۵۸	۵٫۶۹۲	۷۶/۵۵
سیمان آباده	۳۷۸٫۰۰۰	۳۹۳٫۱۲۰	۲۹٫۲۹۶	۹۳/۰۰۳	۳۶٫۹۲۷	۱۱۲/۷۲
سیمان اردبیل	۱٫۰۵۰٫۰۰۰	۱٫۰۹۲٫۰۰۰	۳۴٫۱۶۵	۳۹/۰۴۶	۸۱٫۰۹۳	۸۹/۱۱
سیمان استهبان	۳۱۵٫۰۰۰	۳۲۷٫۶۰۰	۲۵٫۰۱۰	۹۵/۲۸	۳۲٫۷۱۷	۱۱۹/۸۴
سیمان اکباتان	۱۶۵٫۰۰۰	۱۷۱٫۶۰۰	۱۴٫۲۳۴	۱۰۳/۵۲	۱۴٫۷۳۶	۱۰۳/۰۵
سیمان ایلام	۱٫۵۹۰٫۰۰۰	۱٫۶۵۳٫۶۰۰	۱۱۱٫۳۹۴	۸۴/۰۷۱	۸۳٫۹۰۲	۶۰/۸۹
سیمان خاش	۷۸۰٫۰۰۰	۸۱۱٫۲۰۰	۷۰٫۷۲۸	۱۰۸/۸۱	۸۴٫۶۱۰	۱۲۵/۱۶
سیمان خوزستان	۲٫۵۵۰٫۰۰۰	۲٫۶۵۲٫۰۰۰	۱۶۵٫۱۶۰	۷۷/۷۲۲	۱۶۵٫۰۷۴	۷۴/۶۹
سیمان شاهرود	۱٫۸۰۰٫۰۰۰	۱٫۸۷۲٫۰۰۰	۱۷۹٫۰۱۵	۱۱۹/۳۴	۲۱۸٫۳۲۵	۱۳۹/۹۵
سیمان قائن	۷۸۰٫۰۰۰	۸۱۱٫۲۰۰	۶۸٫۲۶۷	۱۰۵/۰۳	۶۹٫۳۷۹	۱۰۲/۶۳
سیمان کردستان	۹۶۰٫۰۰۰	۹۹۸٫۴۰۰	۱۸٫۹۰۰	۲۳/۶۲۵	۱۲۵٫۵۹۰	۱۵۰/۹۵
سیمان سفید ساوه	۳۱۵٫۰۰۰	۲۳۰٫۰۰۰	۲۳٫۵۵۳	۸۹/۷۲۶	۲۳٫۱۳۴	۱۲۰/۷۰
سیمان سفید نیریز	۱۵۷٫۵۰۰	۱۶۳٫۸۰۰	۱۳٫۱۷۰	۱۰۰/۳۴	۱۴٫۸۶۰	۱۰۸/۸۶
سیمان هرمزگان	۱٫۸۰۰٫۰۰۰	۱٫۸۷۲٫۰۰۰	۱۷۴٫۱۰۰	۱۱۶/۰۷	۱۹۰٫۴۸۵	۱۲۲/۱۱
سیمان هگمتان	۱٫۹۸۰٫۰۰۰	۲٫۰۵۹٫۲۰۰	۱۳۳٫۴۱۱	۸۰/۸۵۵	۱۷۷٫۳۲۷	۱۰۳/۳۴
سیمان کارون	۹۰۰٫۰۰۰	۹۳۶٫۰۰۰	۹۲٫۳۷۴	۱۲۳/۱۷	۹۹٫۰۷۶	۱۲۷/۰۲
سیمان سفید ارومیه	۱۵۷٫۵۰۰	۱۶۳٫۸۰۰	۱۵٫۰۳۱	۱۱۴/۵۲	۱۵٫۹۹۷	۱۱۷/۱۹
سیمان بجنورد	۱٫۵۹۰٫۰۰۰	۱٫۶۵۳٫۶۰۰	۱۵۳٫۵۷۵	۱۱۵/۹۱	۱۵۳٫۶۹۷	۱۱۱/۵۴
سیمان قشم	۲۳۱٫۰۰۰	۲۴۰٫۲۴۰	۱۹٫۲۰۰		۱۸٫۴۰۰	۹۱/۹۱
سیمان دشتستان	۹۰۰٫۰۰۰	۹۳۶٫۰۰۰	۱۰۸٫۰۶۰	۱۴۴/۰۸	۱۲۰٫۷۷۳	۱۵۴/۸۴
سیمان داراب	۱٫۰۸۰٫۰۰۰	۱٫۱۲۳٫۲۰۰	۸۹٫۹۰۹	۹۹/۸۹۹	۱۲۴٫۸۵۷	۱۳۳/۳۹
سیمان بنوید	۱۵۷٫۵۰۰	۱۶۳٫۸۰۰	۱۴٫۹۷۲	۱۱۴/۰۷	۱۹٫۲۷۱	۱۴۱/۱۸
سیمان یاسوج	۲۱۰٫۰۰۰	۲۱۸٫۴۰۰	۱۹٫۵۵۶	۱۱۱/۷۵	۲۲٫۵۰۴	۱۲۳/۶۵
سیمان بوهروک	۱٫۰۸۰٫۰۰۰	۱٫۱۲۳٫۲۰۰	۶۵٫۷۶۰	۷۳/۰۶۷	۷۲٫۰۱۹	۷۶/۹۴
سیمان کویر کاشان	۵۳۵٫۵۰۰	۵۵۶٫۹۲۰	۴۲٫۳۱۰	۹۴/۸۱	۴۸٫۶۲۶	۱۰۴/۷۷
سیمان فارس نو	۹۰۰٫۰۰۰	۹۳۶٫۰۰۰	۸۴٫۵۳۲	۱۱۲/۷۱	۱۱۵٫۵۷۵	۱۴۸/۱۷
سیمان زنجان	۵۸۲٫۷۵۰	۶۰۶٫۰۶۰	۴۶٫۰۱۳	۹۴/۷۵	۷۰٫۷۱۹	۱۴۰/۰۲
سیمان فیروزکوه	۹۹۰٫۰۰۰	۱٫۰۲۹٫۶۰۰	۵۹٫۱۵۸	۷۱/۷۱	۱۰۹٫۰۰۰	۱۲۷/۰۴
سیمان لارستان	۲۱۰٫۰۰۰	۲۱۸٫۴۰۰	۲۵٫۱۵۹	۱۴۳/۷۷	۲۳٫۱۰۵	۱۲۶/۹۵
سیمان خاکستری ساوه	۲/۱۶۰٫۰۰۰	۲٫۲۴۶٫۴۰۰	۱۷۱٫۰۳۸	۹۵/۰۲	۲۲۱٫۹۲۰	۱۱۸/۵۵
سیمان فراز فیروزکوه	۱٫۰۲۰٫۰۰۰	۱٫۰۶۰٫۸۰۰	۷۵۰٫۵۰۱	۸۸۲/۹۴	۹۶٫۰۱۰	۱۰۸/۶۱
سیمان ممتازان	۹۹۰٫۰۰۰	۱٫۰۲۹٫۶۰۰	۱۰۳٫۶۰۶	۱۲۵/۵۸	۹۹٫۵۷۲	۱۱۶/۰۵
سیمان اردستان	۱٫۰۵۰٫۰۰۰	۱٫۰۹۲٫۰۰۰	۹۵٫۲۴۳	۱۰۸/۸۵	۹۵٫۶۸۰	۱۰۵/۱۴
سیمان شهرکرد	۹۹۰٫۰۰۰	۱٫۰۲۹٫۶۰۰	۱۱۰٫۲۲۵	۱۳۳/۶۱	۱۳۸٫۰۴۲	۱۷۲/۵۴
سیمان عمران انارک	۹۹۰٫۰۰۰	۱٫۰۲۹٫۶۰۰	۱۰۷٫۴۸۰	۱۳۰/۲۸	۱۱۱٫۰۰۴	۱۲۹/۳۸
سیمان ساروج اصفهان	۶۰۰٫۰۰۰	۶۲۴٫۰۰۰	۴۳٫۸۷۰	۸۷/۷۴	۶۲٫۶۳۹	۱۲۰/۴۶
سیمان ساروج بوشهر	۱٫۸۰۰٫۰۰۰	۱٫۸۷۲٫۰۰۰	۱۰۸٫۶۸۸	۷۲/۴۶	۹۷٫۴۵۰	۶۲/۴۷
سیمان لار سبزوار	۹۹۰٫۰۰۰	۱٫۰۲۹٫۶۰۰	۹۱٫۴۳۴	۱۱۰/۸۳	۷۲٫۱۰۳	۸۴/۰۴
سیمان زاوه تربت	۱٫۰۵۰٫۰۰۰	۱٫۰۹۲٫۰۰۰	۱۰۸٫۵۴۲	۱۲۴/۰۵	۱۱۷٫۹۶۱	۱۲۹/۶۳
سیمان زرین رفسنجان	۲۱۰٫۰۰۰	۲۱۸٫۴۰۰	۲۲٫۵۷۰	۱۲۸/۹۷	۲۴٫۲۷۲	۱۳۳/۳۶
سیمان باقران بیرجند			۰		۰	
سیمان زابل	۹۹۰٫۰۰۰	۱٫۰۲۹٫۶۰۰	۱۰۵٫۶۰۲	۱۲۸/۰۰	۷۳٫۳۵۷	۸۵/۵۰
سیمان جوین	۱٫۲۰۰٫۰۰۰	۱٫۴۰۰٫۰۰۰	۱۰۲٫۴۰۰	۱۰۲/۴۰	۶۰٫۵۳۰	۵۱/۸۸
سیمان خوی	۹۹۰٫۰۰۰	۱٫۰۲۹٫۶۰۰	۸۵٫۸۴۲	۱۰۴/۰۵	۹۶٫۳۸۲	۱۱۲/۳۳
سیمان سردار			۰		۰	
سیمان نهاوند	۹۹۰٫۰۰۰	۱٫۰۲۹٫۶۰۰	۷۰۰٫۱۵	۸۴/۸۷	۸٫۵۸۲	۱۰/۰۰
سیمان سامان غرب	۲٫۱۰۰٫۰۰۰	۲٫۱۸۴٫۰۰۰	۹۵٫۸۱۷	۵۴/۷۵	۱۱۱٫۴۷۴	۶۱/۲۵
جمع	۶۸٫۳۰۵٫۸۰۰	۷۰٫۹۸۴٫۹۲۲	۶٫۱۷۹٫۲۰۱	۱۰۸/۵۶	۶٫۱۱۸٫۸۶۹	۱۰۳/۴۴

نسبت تولید کلینکر اردیبهشت ماه در مقایسه با ماه مشابه سال قبل ۱۲۵/۲۶ درصد و در مقایسه با پیش‌بینی ۱۱۳/۴۳ درصد بوده است.

نسبت تولید کلینکر دو ماهه در مقایسه با دوره مشابه سال قبل ۱۲۱/۷۷ درصد و در مقایسه با پیش‌بینی ۱۱۰/۰۰ درصد بوده است.

تولید کارخانه‌های سیمان کشور در دو ماه اول سال ۱۳۹۰ (بر حسب واحد تن)

(بر حسب واحد تن)

نام کارخانه‌ها	تولید دو ماه اول سال جاری					
	کلینکر			سیمان		
	سال قبل	تولید	بازده	سال قبل	تولید	بازده
سیمان آبیک	۵۱۸٬۶۹۶	۶۰۳٬۶۰۹	۹۶/۶	۳۹۸٬۳۵۰	۴۴۴٬۷۲۲	۶۸/۴۲
سیمان ارومیه	۱۷۱٬۴۳۴	۱۵۶٬۲۱۱	۱۰۴	۱۹۷٬۹۰۹	۱۶۴٬۰۵۳	۱۰۵/۲
سیمان اصفهان	۱۷۲٬۸۵۸	۱۶۳٬۲۳۶	۹۸/۳	۱۵۱٬۱۳۱	۱۷۰٬۸۶۴	۹۸/۹۷
سیمان بهبهان	۱۴۲٬۱۳۹	۱۳۶٬۶۰۴	۱۱۹	۱۶۱٬۳۰۰	۱۵۹٬۱۶۱	۱۳۳/۱
سیمان تهران	۴۵۱٬۰۱۹	۵۱۹٬۵۷۴	۹۶	۴۳۸٬۸۰۵	۴۹۸٬۱۴۰	۸۸/۵۴
سیمان صفائیه	۸۵٬۴۴۰	۹۶٬۶۵۰	۹۶/۷	۳۰٬۳۵۳	۹۹٬۶۳۴	۹۵/۸
سیمان دورود	۱۸۳٬۴۲۸	۱۷۷٬۱۳۷	۸۸/۸	۱۷۸٬۸۱۶	۱۷۷٬۵۳۱	۸۵/۵۷
سیمان خزر	۱۷۶٬۶۲۳	۲۲۰٬۶۳۴	۱۱۰	۱۳۴٬۲۴۹	۱۷۲٬۹۲۵	۸۳/۱۴
سیمان سپاهان	۴۸۴٬۹۳۰	۴۷۴٬۲۲۰	۹۵/۸	۴۸۵٬۷۹۰	۴۴۳٬۳۱۰	۸۶/۱۱
سیمان شمال	۱۵۵٬۵۰۹	۱۸۸٬۵۹۴	۹۴/۳	۱۵۳٬۹۴۵	۱۸۸٬۷۹۹	۹۰/۷۷
سیمان شرق	۱۷۶٬۷۰۵	۳۵۵٬۷۷۵	۹۲/۳	۲۵۳٬۰۴۳	۳۵۷٬۲۰۸	۸۸/۴۳
سیمان صوفیان	۱۸۲٬۲۰۷	۱۷۰٬۲۶۳	۷۲/۳	۲۷۸٬۴۹۰	۲۲۵٬۲۶۱	۹۱/۹۷
سیمان غرب	۲۳۱٬۲۸۶	۲۲۹٬۱۲۸	۱۱۵	۱۹۵٬۹۲۰	۲۳۴٬۹۱۰	۱۱۲/۹
سیمان فارس	۱۰۵٬۰۴۲	۱۰۷٬۸۷۰	۸۲/۲	۱۰۷٬۴۳۲	۱۲۱٬۹۱۷	۸۹/۳۲
سیمان کرمان	۱۴۵٬۲۶۰	۱۹۰٬۸۵۰	۱۰۴	۱۷۳٬۶۹۰	۲۰۳٬۴۸۰	۱۰۶/۳
سیمان لوشان	۱۶٬۵۰۹	۱۸٬۰۵۵	۵۴/۷	۲۰٬۹۱۸	۲۵٬۱۵۷	۷۳/۳
سیمان نکا	۴۵۶٬۴۹۴	۴۴۱٬۷۶۰	۱۲۱	۳۱۰٬۷۹۶	۴۱۲٬۵۰۰	۱۰۸/۷
سیمان شمال	۱۴٬۲۷۷	۱۳٬۲۹۰	۹۲/۹	۱۲٬۶۶۶	۱۱٬۸۱۶	۷۹/۴۵
سیمان آباده	۴۲٬۹۶۶	۵۴٬۳۲۶	۸۶/۲	۵۹٬۹۲۷	۶۶٬۵۸۷	۱۰۱/۶
سیمان اردبیل	۱۰۶٬۹۸۶	۱۱۵٬۳۶۱	۶۵/۹	۱۶۲٬۹۳۱	۱۴۳٬۵۷۸	۷۸/۸۹
سیمان استهبان	۴۸٬۹۴۰	۵۰٬۶۳۰	۹۶/۴	۳۴٬۹۸۰	۶۲٬۷۵۰	۱۱۴/۹
سیمان اکباتان	۲۷٬۸۳۶	۲۶٬۲۶۲	۹۵/۵	۳۶٬۹۴۰	۲۱٬۵۴۹	۷۵/۳۵
سیمان ایلام	۱۰۸/۶۸۴	۱۸۶٬۱۹۸	۷۰/۳	۱۲۷٬۳۹۰	۱۴۸٬۸۴۷	۵۴/۰۱
سیمان خاش	۱۳۰٬۲۵۶	۱۴۸٬۸۹۳	۱۱۵	۱۴۵٬۷۴۵	۱۶۷٬۹۲۸	۱۲۴/۲
سیمان خوزستان	۲۳۴٬۰۷۰	۳۷۷٬۲۳۹	۸۸/۸	۲۰۸٬۳۷۴	۲۷۸٬۷۰۸	۶۳/۰۶
سیمان شاهرود	۲۳۲٬۷۵۰	۲۹۱٬۳۸۰	۹۷/۱	۲۵۵٬۴۳۵	۳۵۰٬۷۵۰	۱۱۲/۴
سیمان قائن	۱۱۱٬۴۷۶	۱۴۱٬۷۶۳	۱۰۹	۱۲۶٬۰۶۲	۱۲۱٬۸۸۷	۹۰/۱۵
سیمان کردستان	۱۸۱٬۵۱۶	۱۱۰٬۲۵۰	۶۸/۹	۲۵۹٬۲۷۵	۲۳۵٬۰۵۰	۱۴۱/۳
سیمان سفید ساوه	۵۶٬۸۶۵	۵۲٬۵۸۹	۱۰۰	۲۹٬۰۳۰	۳۸٬۵۱۷	۱۰۰/۵
سیمان سفید نیریز	۳۰٬۷۵۰	۲۷٬۲۸۰	۱۰۴	۲۲٬۳۲۵	۲۶٬۴۲۹	۹۶/۸۱
سیمان هرمزگان	۳۸۰٬۸۹۴	۳۴۱٬۸۰۲	۱۱۴	۳۳۵٬۲۷۴	۳۵۶٬۰۶۱	۱۱۴/۱
سیمان هگمتان	۳۷۸٬۹۷۸	۳۰۷٬۴۰۰	۹۳/۲	۲۵۹٬۳۲۸	۳۰۱٬۶۰۴	۸۷/۸۸
سیمان کارون	۱۱۳٬۷۰۴	۱۸۲٬۷۰۲	۱۲۲	۱۳۹٬۸۰۸	۱۶۷٬۲۲۰	۱۰۷/۲
سیمان سفید ارومیه	۲۹/۶۲۳	۲۳٬۶۳۲	۹۰	۳۰٬۶۳۵	۲۶٬۳۹۷	۹۶/۶۹
سیمان بجنورد	۳۲۷٬۰۶۴	۳۲۵٬۷۱۸	۱۲۳	۳۳۶٬۵۵۴	۲۶۶٬۸۴۶	۹۶/۸۲
سیمان قشم	۳۸٬۱۵۱	۴۸٬۸۵۴	۱۲۷	۴۸٬۶۲۸	۴۰٬۹۹۳	۱۰۲/۴
سیمان دشتستان	۲۱۸٬۸۱۶	۱۹۷٬۲۵۳	۱۳۲	۲۰۴٬۴۰۷	۲۱۷٬۰۷۰	۱۳۹/۱
سیمان داراب	۲۱۴٬۲۸۶	۱۶۶٬۵۷۷	۹۲/۵	۱۸۵٬۸۵۴	۲۱۰٬۶۹۳	۱۱۲/۵
سیمان بنوید	۲۹٬۸۴۳	۲۹٬۷۴۶	۱۱۳	۲۰٬۴۲۴	۳۲٬۳۳۶	۱۱۸/۴
سیمان یاسوج	۴۵٬۷۸۲	۳۶٬۴۲۶	۱۰۴	۴۹٬۴۴۵	۳۹٬۵۱۲	۱۰۸/۵
سیمان بوهروک	۱۰۸٬۷۷۴	۷۶٬۶۶۰	۴۲/۶	۱۲۶٬۳۴۸	۱۰۵٬۵۶۹	۵۶/۳۹
سیمان کویر کاشان	۹۱٬۴۶۶	۸۹٬۷۳۸	۱۰۱	۸۹٬۴۴۷	۸۴٬۴۷۶	۹۱/۰۱
سیمان فارس نو	۱۵۷٬۲۸۸	۱۶۶٬۳۱۴	۱۱۱	۱۵۱٬۸۱۵	۲۱۵٬۴۹۸	۱۳۸/۱
سیمان زنجان	۷۲٬۸۵۰	۹۱٬۲۶۷	۹۴	۹۶٬۰۱۹	۱۱۰٬۸۴۱	۱۰۹/۷
سیمان فیروزکوه	۱۴۶٬۶۰۸	۱۳۶٬۴۹۱	۸۲/۷	۱۴۳٬۱۰۰	۱۵۰٬۹۰۰	۸۷/۹۴
سیمان لارستان	۴۰٬۴۴۳	۴۳٬۵۷۳	۱۲۴	۴۵٬۱۷۳	۴۲٬۳۴۴	۱۱۶/۳
سیمان خاکستری ساوه	۳۶۲٬۳۶۹	۳۴۶٬۷۰۲	۹۶/۳	۲۴۴٬۱۱۹	۳۸۳٬۳۸۰	۱۰۲/۴
سیمان فراز فیروزکوه	۱۶۸٬۷۰۲	۸۱۳٬۳۱۳	۴۷۸	۱۶۰٬۸۳۷	۱۵۸٬۸۰۵	۸۹/۸۲
سیمان ممتازان	۱۵۲٬۳۴۵	۲۰۴٬۷۱۵	۱۲۴	۱۴۴٬۵۸۱	۱۷۶٬۲۰۰	۱۰۲/۷
سیمان اردستان	۱۶۴٬۵۶۴	۱۹۹٬۱۶۲	۱۱۴	۱۷۱٬۴۱۴	۱۶۱٬۱۵۰	۸۸/۵۴
سیمان شهرکرد	۲۰۹٬۲۲۳	۲۲۲٬۸۴۰	۱۳۵	۱۶۹٬۳۱۹	۲۴۴٬۱۴۴	۱۴۲/۳
سیمان عمران انارک	۲۱۱٬۴۸۳	۲۱۷٬۵۲۳	۱۳۲	۱۸۴٬۶۷۹	۱۹۷٬۶۲۶	۱۱۵/۲
سیمان ساروج اصفهان	۸۶٬۰۸۸	۱۱۵٬۷۱۹	۱۱۶	۸۳٬۱۰۰	۱۰۷٬۰۱۵	۱۰۲/۹
سیمان ساروج بوشهر	۲۴۶٬۶۳۸	۲۳۶٬۸۳۷	۷۸/۹	۱۲۳٬۱۸۸	۱۴۸٬۶۶۳	۴۷/۶۵
سیمان لار سبزوار	۱۵۲٬۹۸۳	۱۹۶٬۵۶۸	۱۱۹	۱۳۹٬۴۰۰	۱۱۵٬۴۲۵	۶۷/۲۶
سیمان زاوه تربت	۲۱۴٬۸۳۰	۲۱۶٬۶۹۵	۱۲۴	۱۴۱٬۷۴۷	۱۹۸٬۷۷۴	۱۰۹/۲
سیمان زرین رفسنجان	۴۰٬۹۲۶	۴۶٬۸۲۰	۱۳۴	۳۴٬۱۳۷	۴۱٬۵۱۳	۱۱۴
سیمان باقران بیرجند	۰	۰		۴٬۵۲۵	۰	
سیمان زابل	۱۰۵٬۱۳۷	۱۸۹٬۹۷۹	۱۱۵	۸۵٬۲۳۴	۱۳۹٬۸۵۵	۸۱/۵
سیمان جوین	۳۵٬۴۲۲	۲۰۶٬۹۷۳	۱۰۳	۰	۱۰۰٬۸۶۸	۴۳/۲۳
سیمان خوی	۰	۱۹۷٬۱۶۹	۱۱۹	۰	۱۹۷٬۲۸۳	۱۱۵
سیمان سردار	۰	۰		۰	۰	
سیمان نهاوند	۰	۱۶۱٬۰۰۱	۹۷/۶	۰	۱۳٬۸۲۲	۸/۰۵۵
سیمان سامان غرب		۱۶۴٬۳۵۹	۴۷		۱۸۳٬۰۱۰	۵۰/۲۸
جمع	۹٬۷۲۸٬۵۳۱	۱۱٬۸۴۶٬۱۵۹	۱۰۴	۹٬۱۰۰٬۵۵۶	۱۰٬۷۰۹٬۸۶۱	۹۰/۵۳

نسبت تولید سیمان اردیبهشت ماه در مقایسه با ماه مشابه سال قبل ۱۱۷/۷۳ درصد و در مقایسه با پیش‌بینی ۱۰۸/۸۰ درصد بوده است.

نسبت تولید سیمان دو ماهه در مقایسه با دوره مشابه سال قبل ۱۱۷/۶۸ درصد و در مقایسه با پیش‌بینی ۱۰۳/۴۲ درصد بوده است.

تحویل و موجودی کارخانه‌های سیمان کشور در سال ۱۳۹۰ (بر حسب واحد تن)

(بر حسب واحد تن)

نام کارخانه‌ها	تحویل				موجودی	
	اردیبهشت ماه			دو ماهه اول		
	مجموع	درصد فله	درصد کیسه	امسال	سیمان	کلینکر
سیمان آبیک	۲۴۷٫۳۰۵	۵۳/۹۱	۴۶/۰۹	۴۵۱٫۸۳۳	۱۷٫۵۰۰	۱۸۶٫۰۸۷
سیمان ارومیه	۱۰۹٫۹۱۸	۵۴/۵۹	۴۵/۴۱	۱۸۱٫۵۵۱	۱۴٫۱۶۹	۳۰٫۳۹۳
سیمان اصفهان	۱۰۰٫۰۴۳	۵۴/۳۴	۴۵/۶۶	۱۷۲٫۲۶۸	۸٫۸۷۰	۲۸٫۶۲۸
سیمان بهبهان	۸۵٫۵۶۲	۴۶/۷۵	۵۳/۲۵	۱۶۲٫۶۲۰	۱۳٫۴۰۰	۲۱٫۰۵۶
سیمان تهران	۲۶۵٫۸۱۵	۵۶/۲۱	۴۳/۷۹	۴۹۶٫۸۴۶	۲۱٫۵۰۴	۶۹٫۹۴۳
سیمان صفائیه	۵۰٫۹۰۷	۸۴/۷۵	۱۵/۲۵	۹۸٫۱۷۲	۵٫۴۱۳	۶٫۶۹۳
سیمان دورود	۱۰۲٫۷۰۲	۲۹/۳۶	۷۰/۶۴	۱۶۹٫۹۹۴	۱۲٫۱۴۵	۶۲٫۵۱۶
سیمان خزر	۱۰۰٫۱۴۶	۶۰/۰۶	۳۹/۹۴	۱۸۱٫۵۵۹	۷٫۹۸۴	۷۷٫۷۴۵
سیمان سپاهان	۲۸۳٫۰۰۶	۴۹/۵۰	۵۰/۵۰	۴۷۱٫۵۲۲	۴۱٫۹۵۰	۴۳۵٫۲۴۹
سیمان شمال	۹۵٫۲۵۰	۶۸/۱۳	۳۱/۸۷	۱۷۴٫۱۷۱	۱۲٫۸۰۰	۱۳۱٫۵۸۱
سیمان شرق	۱۸۶٫۶۶۹	۵۳/۵۷	۴۶/۴۳	۳۵۱٫۰۵۶	۲۲٫۳۴۵	۳۱۲٫۹۶۶
سیمان صوفیان	۱۱۸٫۱۱۵	۵۷/۶۷	۴۲/۳۳	۲۱۵٫۷۰۴	۲۱٫۲۹۰	۵۲٫۲۸۷
سیمان غرب	۱۳۰٫۲۰۰	۳۸/۴۰	۶۱/۶۰	۲۳۵٫۳۶۱	۵٫۸۳۷	۳۳٫۲۳۵
سیمان فارس	۶۹٫۹۲۹	۵۷/۱۰	۴۲/۹۰	۱۲۰٫۲۳۸	۸٫۲۳۲	۳۸٫۳۷۷
سیمان کرمان	۱۱۷٫۸۳۰	۳۷/۴۷	۶۲/۵۳	۲۰۰٫۷۶۸	۲۳٫۲۱۴	۱۰۳٫۶۰۰
سیمان لوشان	۱۴٫۹۲۰	۵۹/۷۹	۴۰/۲۱	۲۶٫۳۰۸	۸۰۰	۶۱۰
سیمان نکا	۱۹۳٫۱۸۸	۴۸/۲۴	۵۱/۷۶	۳۸۳٫۸۰۳	۲۴٫۰۳۹	۲۹۶٫۴۱۷
سیمان شمال	۶٫۰۷۶	۱/۲۵	۹۸/۷۵	۱۱٫۶۲۷	۷۶۶	۶٫۹۷۰
سیمان آباده	۳۷٫۵۹۹	۴۰/۲۴	۵۹/۷۶	۶۹٫۵۷۴	۷۷	۹٫۳۵۴
سیمان اردبیل	۷۴٫۲۳۴	۴۲/۷۲	۵۷/۲۸	۱۳۷٫۲۰۷	۲۲٫۹۵۷	۱۷٫۹۰۰
سیمان استهبان	۲۸٫۸۴۵	۵۰/۹۲	۴۹/۰۸	۵۸٫۵۹۶	۴٫۹۶۸	۵۲٫۱۲۸
سیمان اکباتان	۱۴٫۵۱۹	۷۱/۸۰	۲۸/۲۰	۲۱٫۲۳۵	۱٫۷۵۱	۵۳٫۷۰۴
سیمان ایلام	۷۷٫۱۵۸	۳۲/۹۴	۶۷/۰۶	۱۴۹٫۰۷۷	۸٫۳۵۱	۸٫۰۸۹
سیمان خاش	۸۳٫۳۸۶	۵۹/۹۶	۴۰/۰۴	۱۶۰٫۰۲۹	۳۷٫۹۶۳	۴۸٫۸۰۴
سیمان خوزستان	۱۶۷٫۸۶۹	۳۹/۰۸	۶۰/۹۲	۲۵۳٫۴۷۱	۲۶٫۱۰۹	۴۶۳٫۶۴۰
سیمان شاهرود	۲۴۷٫۸۱۹	۳۶/۱۲	۶۳/۸۸	۳۹۴٫۳۹۶	۱۲٫۴۲۷	۲۸۸٫۸۱۲
سیمان قائن	۷۲٫۶۵۶	۲۵/۰۸	۷۴/۹۲	۱۲۵٫۴۷۸	۸٫۱۶۶	۷۴٫۹۵۲
سیمان کردستان	۱۳۲٫۰۶۵	۶۲/۱۴	۳۷/۸۶	۲۴۲٫۱۶۸	۹٫۷۶۸	۶۱٫۱۴۰
سیمان سفید ساوه	۲۱٫۳۸۲	۳/۵۳	۹۶/۴۷	۳۸٫۰۰۷	۱٫۴۰۸	۷۷٫۷۰۹
سیمان سفید نیریز	۱۵٫۳۱۳	۰	۱۰۰/۰۰	۲۵٫۲۷۷	۴٫۲۵۱	۲۷٫۲۱۶
سیمان هرمزگان	۱۹۰٫۷۹۰	۵۲/۸۳	۴۷/۱۷	۳۵۰٫۷۶۰	۲۳٫۵۰۸	۳۱۰٫۰۳۱
سیمان هگمتان	۱۷۵٫۰۰۱	۵۷/۱۴	۴۲/۸۶	۲۹۷٫۸۵۴	۱۶٫۶۵۰	۱۷۶٫۹۲۶
سیمان کارون	۹۹٫۵۷۶	۲۹/۷۰	۷۰/۳۰	۱۶۳٫۰۲۸	۱۰٫۲۳۰	۵۲٫۸۴۰
سیمان سفید ارومیه	۱۳٫۱۹۵	۰	۱۰۰/۰۰	۲۳٫۳۸۱	۵٫۱۴۱	۱۴٫۸۱۵
سیمان بجنورد	۱۶۴٫۷۶۱	۲۹/۹۰	۷۰/۱۰	۲۶۷٫۲۳۱	۲۴٫۴۲۰	۲۸۱٫۴۲۸
سیمان قشم	۱۹٫۳۸۹	۱۷/۴۸	۸۲/۵۲	۴۲٫۳۱۵	۸٫۰۰۰	۳۱٫۸۰۰
سیمان دشتستان	۱۲۲٫۶۹۶	۵۹/۲۵	۴۰/۷۵	۲۲۲٫۰۳۶	۶٫۱۴۵	۵۵٫۴۶۵
سیمان داراب	۱۲۲٫۰۴۰	۵۹/۰۳	۴۰/۹۷	۲۱۷٫۹۶۷	۹٫۵۸۷	۱۰۵٫۷۱۰
سیمان بنوید	۱۹٫۵۳۲	۰	۱۰۰/۰۰	۳۲٫۹۷۶	۳٫۶۶۵	۱۳٫۴۹۷
سیمان یاسوج	۲۳٫۳۴۰	۷۹/۳۷	۲۰/۶۳	۴۲٫۳۶۲	۶٫۹۰۲	۴٫۳۳۲
سیمان بوهروک	۵۸٫۵۵۵	۵۱/۲۳	۴۸/۷۷	۱۰۱٫۷۶۳	۱۷٫۴۹۱	۳۰٫۸۱۰
سیمان کویر کاشان	۴۹٫۴۷۹	۷۹/۵۱	۲۰/۴۹	۸۳٫۷۳۸	۱۰٫۰۲۸	۸۶٫۵۰۳
سیمان فارس نو	۱۱۶٫۱۶۲	۵۶/۹۶	۴۳/۰۴	۲۱۶٫۳۱۰	۹٫۷۵۲	۹٫۳۴۷
سیمان زنجان	۵۳٫۷۹۴	۶۲/۸۲	۳۷/۱۸	۸۸٫۰۵۳	۵٫۷۱۴	۹۰٫۴۳۲
سیمان فیروزکوه	۱۰۸٫۱۶۸	۶۲/۱۹	۳۷/۸۱	۱۵۶٫۵۳۳	۱۶٫۳۰۸	۱۸۶٫۱۹۷
سیمان لارستان	۲۲٫۰۸۹	۵۴/۷۳	۴۵/۲۷	۴۱٫۱۹۰	۸٫۹۵۰	۵٫۵۰۷
سیمان خاکستری ساوه	۲۳۰٫۴۰۳	۵۷/۳۸	۴۲/۶۲	۳۷۸٫۵۰۶	۱۴٫۶۰۴	۲۰۹٫۰۳۱
سیمان فراز فیروزکوه	۸۸٫۶۸۰	۵۴/۶۶	۴۵/۳۴	۱۵۸٫۱۹۸	۱۴٫۵۰۹	۶۴٫۵۷۸
سیمان ممتازان	۹۹٫۳۰۳	۴۸/۸۹	۵۱/۱۱	۱۷۲٫۳۲۴	۸٫۵۱۷	۲۰۰٫۶۴۰
سیمان اردستان	۱۰۱٫۶۲۱	۶۵/۶۷	۳۴/۳۳	۱۶۴٫۷۷۳	۴٫۰۳۴	۵۹٫۵۰۵
سیمان شهرکرد	۱۴۴٫۹۸۰	۵۵/۱۸	۴۴/۸۲	۲۴۹٫۴۱۱	۱۶٫۶۰۱	۱۱۸٫۵۵۹
سیمان عمران انارک	۱۰۹٫۸۸۱	۶۸/۹۳	۳۱/۰۷	۱۸۷٫۰۷۴	۲۲٫۷۵۸	۹۲٫۱۱۹
سیمان ساروج اصفهان	۶۳٫۵۹۰	۶۳/۹۵	۳۶/۰۵	۱۰۸٫۱۱۵	۵٫۹۹۹	۹۴٫۷۹۹
سیمان ساروج بوشهر	۵۰٫۷۵۸	۴۰/۹۰	۵۹/۱۰	۹۴٫۵۷۴	۲۰٫۷۰۳	۲۴۰٫۷۵۰
سیمان لار سبزوار	۷۱٫۲۸۰	۵۷/۹۱	۴۲/۰۹	۱۱۴٫۱۱۲	۹٫۷۲۰	۱۵۵٫۵۱۹
سیمان زاوه تربت	۹۰٫۶۸۲	۵۴/۴۰	۴۵/۶۰	۱۶۸٫۳۶۴	۱۵٫۴۹۴	۳۵۹٫۰۵۴
سیمان زرین رفسنجان	۲۳٫۹۱۶	۳۳/۳۸	۶۶/۶۲	۴۰۰٫۷۶۶	۸٫۸۶۰	۵۴٫۷۶۵
سیمان باقران بیرجند	۰			۰	۰	۰
سیمان زابل	۷۹٫۵۳۹	۶۲/۲۸	۳۷/۷۲	۱۳۷٫۵۲۱	۵٫۹۴۹	۳۲۱٫۱۰۳
سیمان جوین	۵۶٫۲۴۰	۵۳/۳۴	۴۶/۶۶	۹۴٫۰۱۲	۹٫۶۸۴	۴۴۲٫۶۷۹
سیمان خوی	۹۶٫۲۶۸	۴۸/۸۱	۵۱/۱۹	۱۷۹٫۹۹۲	۱۶٫۱۰۶	۲۸٫۱۳۸
سیمان سردار	۰			۰	۰	۰
سیمان نهاوند	۰			۰	۰	۰
سیمان سامان غرب	۱۰۲٫۲۸۹	۳۳/۴۱	۶۶/۵۹	۱۷۱٫۲۳۳	۴٫۲۵۷	۳۰٫۸۱۰
جمع	۶٫۰۱۸٫۴۲۳	۵۰/۶۹	۴۹/۳۱	۱۰٫۵۴۶٫۳۸۸	۷۶۰٫۷۴۰	۷٫۰۰۵٫۴۹۰

❖ تهیه و تنظیم: مهندس حسین ذوقی - کارشناس دفتر صنایع معدنی(وزارت صنایع و معادن)

در صورت هرگونه اصلاحی و یا مغایرت در گزارش آماری فوق خواهشمند است مراتب را حداکثر ظرف مدت یک ماه کتباً به دفتر صنایع معدنی منعکس نمایید.

تولید کارخانه‌های سیمان کشور در خرداد ماه سال ۱۳۹۰

(بر حسب واحد تن)

نام کارخانجات	ظرفیت سالیانه		تولیدخرداد ماه سال ۱۳۹۰			
			کلینکر		سیمان	
	کلینکر	سیمان	تولید	بازده	تولید	بازده
سیمان آبیک	۳۷۵۰۰۰۰	۳۹۰۰۰۰۰	۲۴۰۳۴۰	۷۶/۹۱	۲۷۱۱۰۱	۸۳/۴۲
سیمان ارومیه	۱۸۹۰۰۰۰	۱۹۶۵۶۰۰	۱۳۵۵۶۳	۸۶/۰۷	۱۴۳۱۲۶	۸۷/۳۸
سیمان اصفهان	۹۹۶۰۰۰	۱۰۳۵۸۴۰	۶۳۳۲۴	۷۶/۲۹	۸۵۶۳۱	۹۹/۲۰
سیمان بهبهان	۶۹۰۰۰۰	۷۱۷۶۰۰	۴۵۸۲۵	۷۹/۷۰	۸۷۵۸۰	۱۴۶/۴۵
سیمان تهران	۳۲۴۶۰۰۰	۳۳۷۵۸۴۰	۱۹۱۷۰۵	۷۰/۸۷	۲۳۸۲۶۲	۸۴/۶۹
سیمان صفائیه	۶۰۰۰۰۰	۶۲۴۰۰۰	۴۵۰۰۵	۹۰/۰۱	۴۹۶۵۳	۹۵/۴۹
سیمان دورود	۱۱۹۷۰۰۰	۱۲۴۴۸۸۰	۸۰۶۲۷	۸۰/۸۳	۱۰۵۴۵۱	۱۰۱/۶۵
سیمان خزر	۱۲۰۰۰۰۰	۱۲۴۸۰۰۰	۱۰۸۴۲۵	۱۰۸/۴۳	۱۱۸۳۵۳	۱۱۳/۸۰
سیمان سپاهان	۲۹۷۰۰۰۰	۳۰۸۸۸۰۰	۱۸۶۲۳۰	۷۵/۲۴	۳۰۳۳۷۰	۱۱۷/۸۶
سیمان شمال	۱۲۰۰۰۰۰	۱۲۴۸۰۰۰	۴۱۴۶۵	۴۱/۴۷	۸۹۹۵۷	۸۶/۵۰
سیمان شرق	۲۳۱۳۷۵۰	۲۴۲۳۵۹۰	۱۵۸۱۰۵	۸۲/۰۰	۲۲۸۴۲۶	۱۱۳/۱۰
سیمان صوفیان	۱۴۱۳۰۰۰	۱۴۶۹۵۲۰	۸۸۵۴۹	۷۵/۲۰	۱۳۲۰۶۰	۱۰۷/۸۴
سیمان غرب	۱۲۰۰۰۰۰	۱۲۴۸۰۰۰	۱۱۹۵۷۷	۱۱۹/۵۸	۱۱۹۹۵۶	۱۱۵/۳۴
سیمان فارس	۷۸۷۵۰۰	۸۱۹۰۰۰	۵۴۶۴۱	۸۳/۲۶	۶۸۶۷۹	۱۰۰/۶۳
سیمان کرمان	۱۱۰۴۰۰۰	۱۱۴۸۱۶۰	۶۹۴۷۰	۷۵/۵۱	۱۱۹۲۲۰	۱۲۴/۶۰
سیمان لوشان	۱۹۸۰۰۰	۲۰۵۹۲۰	۱۱۰۷۶	۶۷/۱۳	۱۱۲۹۱	۶۵/۸۰
سیمان نکا	۲۱۹۰۰۰۰	۲۲۷۷۶۰۰	۱۸۱۰۷۰	۹۹/۲۲	۲۴۸۲۷۰	۱۳۰/۸۱
سیمان شمال	۸۵۸۰۰	۸۹۲۳۲	۶۷۹۱	۹۴/۹۸	۶۰۷۴	۸۱/۶۸
سیمان آباده	۳۷۸۰۰۰	۳۹۳۱۲۰	۲۳۲۰۸	۷۳/۶۸	۳۲۳۳۳	۹۸/۷۰
سیمان اردبیل	۱۰۵۰۰۰۰	۱۰۹۲۰۰۰	۸۴۴۱۲	۹۶/۴۷	۹۱۲۵۵	۱۰۰/۲۸
سیمان استهبان	۳۱۵۰۰۰	۳۲۷۶۰۰	۲۵۱۴۰	۹۵/۷۷	۲۶۴۷۵	۹۶/۹۸
سیمان اکباتان	۱۶۵۰۰۰	۱۷۱۶۰۰	۱۰۶۸۵	۷۷/۷۱	۱۷۲۰۸	۱۲۰/۳۴
سیمان ایلام	۱۵۹۰۰۰۰	۱۶۵۳۶۰۰	۸۶۰۹۰	۶۴/۹۷	۱۰۳۷۳۰	۷۵/۲۸
سیمان خاش	۷۸۰۰۰۰	۸۱۱۲۰۰	۸۰۰۳۹	۱۲۳/۱۴	۹۲۹۹۲	۱۳۷/۵۶
سیمان خوزستان	۲۵۵۰۰۰۰	۲۶۵۲۰۰۰	۱۵۷۸۳۳	۷۴/۲۷	۱۵۶۰۶۵	۷۰/۶۲
سیمان شاهرود	۱۸۰۰۰۰۰	۱۸۷۲۰۰۰	۱۱۳۱۴۵	۷۵/۴۳	۲۱۹۹۸۵	۱۴۱/۰۲
سیمان قائن	۷۸۰۰۰۰	۸۱۱۲۰۰	۵۹۳۸۸	۹۱/۳۷	۸۲۶۴۴	۱۲۲/۲۵
سیمان کردستان	۹۶۰۰۰۰	۹۹۸۴۰۰	۹۳۰۰۰	۱۱۶/۲۵	۱۰۸۰۰۵	۱۲۹/۸۱
سیمان سفید ساوه	۳۱۵۰۰۰	۲۳۰۰۰۰	۲۷۰۹۷	۱۰۳/۲۳	۲۳۷۵۸	۱۲۳/۹۵
سیمان سفید نیریز	۱۵۷۵۰۰	۱۶۳۸۰۰	۱۱۵۵۵	۸۸/۰۴	۹۵۱۴	۶۹/۷۰
سیمان هرمزگان	۱۸۰۰۰۰۰	۱۸۷۲۰۰۰	۱۰۰۶۸۵	۶۷/۱۲	۱۹۵۱۸۰	۱۲۵/۱۲
سیمان هگمتان	۱۹۸۰۰۰۰	۲۰۵۹۲۰۰	۱۸۰۶۱۹	۱۰۹/۴۷	۲۱۹۱۳۳	۱۲۷/۷۰
سیمان کارون	۹۰۰۰۰۰	۹۳۶۰۰۰	۵۴۳۵۰	۷۲/۴۷	۸۱۰۸۸	۱۰۳/۹۶
سیمان سفید ارومیه	۱۵۷۵۰۰	۱۶۳۸۰۰	۱۲۸۰۰	۹۷/۵۲	۱۴۳۸۷	۱۰۵/۴۰
سیمان بجنورد	۱۵۹۰۰۰۰	۱۶۵۳۶۰۰	۱۵۹۹۵۲	۱۲۰/۷۲	۱۷۸۶۶۱	۱۲۹/۶۵
سیمان قشم	۲۳۱۰۰۰	۲۴۰۲۴۰	۳۰۳۰۰	۱۵۷/۴۰	۲۰۰۰۰	۹۹/۹۰
سیمان دشتستان	۹۰۰۰۰۰	۹۳۶۰۰۰	۵۹۸۱۷	۷۹/۷۶	۱۲۳۸۸۰	۱۵۸/۸۲
سیمان داراب	۱۰۸۰۰۰۰	۱۱۲۳۲۰۰	۸۸۵۸۶	۹۸/۴۳	۱۲۴۱۱۸	۱۳۲/۶۰
سیمان بنوید	۱۵۷۵۰۰	۱۶۳۸۰۰	۱۲۸۷۸	۹۸/۱۲	۱۷۱۰۱	۱۲۵/۲۸
سیمان یاسوج	۲۱۰۰۰۰	۲۱۸۴۰۰	۱۳۰۴۰	۷۴/۵۱	۱۳۲۹۶	۷۳/۰۵
سیمان بوهروک	۱۰۸۰۰۰۰	۱۱۲۳۲۰۰	۸۸۳۳۰	۹۸/۱۴	۶۴۹۸۶	۶۹/۴۳
سیمان کویر کاشان	۵۳۵۵۰۰	۵۵۶۹۲۰	۵۱۷۴۳	۱۱۵/۹۵	۵۲۸۳۰	۱۱۳/۸۳
سیمان فارس نو	۹۰۰۰۰۰	۹۳۶۰۰۰	۹۵۱۸۵	۱۲۶/۹۱	۱۰۱۸۸۸	۱۳۰/۶۳
سیمان زنجان	۵۸۲۷۵۰	۶۰۶۰۶۰	۴۴۳۵۰	۹۱/۳۳	۷۸۴۵۶	۱۵۵/۳۴
سیمان فیروزکوه	۹۹۰۰۰۰	۱۰۲۹۶۰۰	۱۰۵۴۳۷	۱۲۷/۸۰	۹۸۷۵۰	۱۱۵/۰۹
سیمان لارستان	۲۱۰۰۰۰	۲۱۸۴۰۰	۲۶۰۲۵	۱۴۸/۷۱	۲۳۸۶۹	۱۳۱/۱۵
سیمان خاکستری ساوه	۲۱۶۰۰۰۰	۲۲۴۶۴۰۰	۶۱۴۱۱	۳۴/۱۲	۱۵۵۶۳۹	۸۳/۱۴
سیمان فراز فیروزکوه	۱۰۲۰۰۰۰	۱۰۶۰۸۰۰	۶۴۲۰۸	۷۵/۵۴	۹۰۳۵۰	۱۰۲/۲۱
سیمان ممتازان	۹۹۰۰۰۰	۱۰۲۹۶۰۰	۹۷۹۹۴	۱۱۸/۷۸	۹۳۲۶۲	۱۰۸/۷۰
سیمان اردستان	۱۰۵۰۰۰۰	۱۰۹۲۰۰۰	۴۶۸۶۶	۵۳/۵۶	۱۰۳۶۹۰	۱۱۳/۹۵
سیمان شهرکرد	۹۹۰۰۰۰	۱۰۲۹۶۰۰	۱۱۹۸۵۰	۱۴۵/۲۷	۱۳۱۴۹۷	۱۵۳/۲۶
سیمان عمران انارک	۹۹۰۰۰۰	۱۰۲۹۶۰۰	۷۸۳۱۵	۹۴/۹۳	۱۲۵۴۶۷	۱۴۶/۲۳
سیمان ساروج اصفهان	۶۰۰۰۰۰	۶۲۴۰۰۰	۶۰۹۰۸	۱۲۱/۸۲	۸۷۷۰۷	۱۶۸/۶۷
سیمان ساروج بوشهر	۱۸۰۰۰۰۰	۱۸۷۲۰۰۰	۱۱۸۵۴۶	۷۹/۰۳	۴۳۱۵۸	۲۷/۶۷
سیمان لار سبزوار	۹۹۰۰۰۰	۱۰۲۹۶۰۰	۶۵۷۷۱	۷۹/۷۲	۶۶۷۰۷	۷۷/۷۵
سیمان زاوه تربت	۱۰۵۰۰۰۰	۱۰۹۲۰۰۰	۱۶۴۵۵	۱۸/۸۱	۱۲۳۴۷۰	۱۳۵/۶۸
سیمان زرین رفسنجان	۲۱۰۰۰۰	۲۱۸۴۰۰	۲۱۰۳۰	۱۲۰/۱۷	۲۹۱۳۱	۱۶۰/۰۶
سیمان باقران بیرجند	–	–	۰	–	۰	–
سیمان زابل	۹۹۰۰۰۰	۱۰۲۹۶۰۰	۱۰۵۹۹۵	۱۲۸/۴۸	۷۸۲۳۷	۹۱/۱۹
سیمان جوین	۱۲۰۰۰۰۰	۱۴۰۰۰۰۰	۱۰۶۸۷۲	۱۰۶/۸۷	۸۲۶۹۱	۷۰/۸۸
سیمان خوی	۹۹۰۰۰۰	۱۰۲۹۶۰۰	۹۷۶۳۷	۱۱۸/۳۵	۸۴۹۸۰	۹۹/۰۴
سیمان سردار		–	۰	–	۳۷۶۷	–
سیمان نهاوند	۹۹۰۰۰۰	۱۰۲۹۶۰۰	۶۲۴۷۶	۷۵/۷۳	۳۴۴۹۲	۴۰/۲۰
سیمان سامان غرب	۲۱۰۰۰۰۰	۲۱۸۴۰۰۰	۱۵۸۰۴۴	۹۰/۳۱	۱۶۸۰۸۵	۹۲/۳۵
جمع	۶۹۲۹۵۸۰۰	۷۲۱۳۹۳۲۲	۵۰۰۵۸۵۵	۸۶/۶۹	۶۳۰۰۳۷۷	۱۰۴/۸۰

نسبت تولید کلینکر خردادماه در مقایسه با ماه مشابه سال قبل ۱۰۳/۱۳ درصد و در مقایسه با پیش‌بینی ۹۴/۱۶ درصد بوده است.

نسبت تولید کلینکر سه ماهه در مقایسه با دوره مشابه سال قبل ۱۱۰/۵۷ درصد و در مقایسه با پیش‌بینی ۱۰۰/۲۳ درصد بوده است.

تولید کارخانه‌های سیمان کشور در سه ماه اول سال ۱۳۹۰

(بر حسب واحد تن)

نام کارخانه‌ها	تولید سه ماه اول سال جاری					
	کلینکر			سیمان		
	سال قبل	تولید	بازده	سال قبل	تولید	بازده
سیمان آبیک	۷۱۴۷۳۱	۸۴۳۹۴۹	۹۰۰۲/	۶۰۸۶۰۹	۷۱۵۸۲۳	۷۳/۴۲
سیمان ارومیه	۲۳۷۵۴۳	۲۹۱۷۷۴	۶۱۷۵/	۲۸۱۰۹۸	۳۰۷۱۷۹	۶۲/۵۱
سیمان اصفهان	۲۵۷۶۸۲	۲۲۶۵۶۰	۹۰۹۹/	۲۳۷۹۰۸	۲۵۶۴۹۵	۹۹/۰۵
سیمان بهبهان	۲۱۰۷۴۹	۱۸۲۴۲۹	۱۰۵/۷۶	۲۴۵۲۱۵	۲۴۶۷۴۱	۱۳۷/۵۴
سیمان تهران	۵۸۰۰۲۶	۷۱۱۲۷۹	۸۷/۶۵	۶۹۴۰۷۴	۷۳۶۴۰۲	۸۷/۲۶
سیمان صفائیه	۱۲۰۰۸۲	۱۴۱۶۵۵	۹۴/۴۴	۱۰۲۰۳۵	۱۴۹۲۸۷	۹۵/۷۰
سیمان دورود	۲۶۶۱۱۳	۲۵۷۷۶۴	۸۶/۱۴	۲۸۲۰۹۵	۲۸۲۹۸۲	۹۰/۹۳
سیمان خزر	۲۲۷۰۷۳	۳۲۹۰۵۹	۱۰۹/۶۹	۲۲۴۷۲۲	۲۹۱۲۷۸	۹۳/۳۶
سیمان سپاهان	۷۰۲۱۵۰	۶۶۰۴۵۰	۸۸/۹۵	۶۸۸۸۹۰	۷۴۶۶۸۰	۹۶/۷۰
سیمان شمال	۲۳۳۲۲۱	۲۳۰۰۵۹	۷۶/۶۹	۲۳۳۲۵۰	۲۷۸۷۵۶	۸۹/۳۴
سیمان شرق	۳۱۸۱۰۵	۵۱۳۸۸۰	۸۸/۸۴	۳۹۴۰۷۰	۵۸۵۶۳۴	۹۶/۶۶
سیمان صوفیان	۲۵۳۶۲۰	۲۵۸۸۱۲	۷۳/۲۷	۴۲۶۷۳۳	۳۵۷۳۲۱	۹۷/۲۶
سیمان غرب	۳۴۵۲۸۶	۳۴۸۷۰۵	۱۱۶/۲۴	۳۱۰۶۵۰	۳۵۴۸۶۶	۱۱۳/۷۴
سیمان فارس	۱۵۷۵۶۰	۱۶۲۵۱۱	۸۲/۵۵	۱۶۶۲۱۰	۱۹۰۵۹۶	۹۳/۰۹
سیمان کرمان	۲۵۰۲۰۰	۲۶۰۳۲۰	۹۴/۳۲	۳۰۶۸۴۰	۳۲۲۷۰۰	۱۱۲/۴۲
سیمان لوشان	۲۵۱۰۶	۲۹۱۳۱	۵۸/۸۵	۳۶۲۲۴	۳۶۴۴۸	۷۰/۸۰
سیمان نکا	۶۷۳۹۰۰	۶۲۲۸۳۰	۱۱۳/۷۶	۴۹۴۴۱۰	۶۶۰۷۷۰	۱۱۶/۰۵
سیمان شمال	۲۱۷۱۳	۲۰۰۸۱	۹۳/۶۲	۲۰۱۵۱	۱۷۸۹۰	۸۰/۲۰
سیمان آباده	۷۲۳۴۳	۷۷۵۳۴	۸۲/۰۵	۹۰۸۸۵	۹۸۹۲۰	۱۰۰/۶۵
سیمان اردبیل	۲۰۲۲۹۰	۱۹۹۷۷۳	۷۶/۱۰	۲۵۸۲۳۵	۲۳۴۸۳۳	۸۶/۰۲
سیمان استهبان	۷۱۴۱۵	۷۵۷۷۰	۹۶/۲۲	۶۰۴۱۳	۸۹۲۲۵	۱۰۸/۹۴
سیمان اکباتان	۴۰۴۴۵	۳۶۹۴۷	۸۹/۵۷	۵۶۱۶۸	۳۸۷۵۷	۹۰/۳۴
سیمان ایلام	۱۶۵۷۴۷	۲۷۲۲۸۸	۶۸/۵۰	۱۸۷۶۶۰	۲۵۲۵۷۷	۶۱/۱۰
سیمان خاش	۱۹۵۶۵۱	۲۲۸۹۳۲	۱۱۷/۴۰	۲۰۹۴۵۰	۲۶۰۹۲۰	۱۲۸/۶۶
سیمان خوزستان	۴۰۳۵۰۵	۵۳۵۰۷۲	۸۳/۹۳	۳۱۰۵۱۱	۴۳۴۷۷۳	۶۵/۵۸
سیمان شاهرود	۳۵۱۰۰۳	۳۵۱۱۰۰	۷۸/۰۲	۴۰۹۹۱۵	۵۷۰۷۳۵	۱۲۱/۹۵
سیمان قائن	۱۹۲۷۸۳	۲۰۱۱۵۱	۱۰۳/۱۵	۲۰۱۵۹۱	۲۰۴۵۳۱	۱۰۰/۸۵
سیمان کردستان	۲۳۵۴۱۶	۲۰۳۲۵۰	۸۴/۶۹	۳۸۹۶۱۰	۳۴۳۰۵۵	۱۳۷/۴۴
سیمان سفید ساوه	۸۵۳۸۹	۷۹۶۸۶	۱۰۱/۱۹	۴۸۷۳۲	۶۲۲۷۵	۱۰۸/۳۰
سیمان سفید نیریز	۴۵۸۹۵	۳۸۸۳۵	۹۸/۶۳	۳۶۲۱۳	۳۵۹۴۳	۸۷/۷۷
سیمان هرمزگان	۵۵۶۲۰۱	۴۴۲۴۸۷	۹۸/۳۳	۵۳۳۰۵۶	۵۵۱۲۴۱	۱۱۷/۷۹
سیمان هگمتان	۵۵۸۵۳۷	۴۸۸۰۱۹	۹۸/۵۹	۴۶۵۸۵۷	۵۲۰۷۳۷	۱۰۱/۱۵
سیمان کارون	۱۸۹۲۶۴	۲۳۷۰۵۲	۱۰۵/۳۶	۲۱۲۳۴۱	۲۴۸۳۰۸	۱۰۶/۱۱
سیمان سفید ارومیه	۴۳۰۷۷	۳۶۴۳۲	۹۲/۵۳	۴۵۶۷۹	۴۰۷۸۴	۹۹/۵۹
سیمان بجنورد	۴۲۱۸۷۹	۴۸۵۶۷۰	۱۲۲/۱۸	۵۱۳۴۵۲	۴۴۵۵۰۷	۱۰۷/۷۷
سیمان قشم	۵۷۴۵۳	۷۹۱۵۴	۱۳۷/۰۶	۷۱۸۴۵	۶۰۹۹۳	۱۰۱/۵۵
سیمان دشتستان	۳۳۲۹۹۰	۲۵۷۰۷۰	۱۱۴/۲۵	۲۸۸۱۴۹	۳۴۰۹۵۰	۱۴۵/۷۱
سیمان داراب	۳۰۰۲۹۰	۲۵۵۱۶۳	۹۴/۵۰	۳۰۰۵۴۹	۳۳۴۸۱۱	۱۱۹/۲۳
سیمان بنوید	۴۰۹۴۹	۴۲۶۲۴	۱۰۸/۲۵	۳۵۵۰۹	۴۹۴۳۷	۱۲۰/۷۳
سیمان یاسوج	۶۵۱۳۴	۴۹۴۶۶	۹۴/۲۲	۷۵۲۵۹	۵۲۸۰۸	۹۶/۷۲
سیمان بوهروک	۱۶۴۳۷۴	۱۶۴۹۹۰	۶۱/۱۱	۱۹۹۹۴۹	۲۰۰۸۲۹	۷۱/۵۲
سیمان کویر کاشان	۱۴۴۶۶۶	۱۴۱۴۸۱	۱۰۵/۶۸	۱۴۴۰۸۶	۱۳۷۳۰۶	۹۸/۶۲
سیمان فارس نو	۲۵۷۳۶۷	۲۶۱۴۹۹	۱۱۶/۲۲	۲۴۵۲۵۹	۳۱۷۳۸۶	۱۳۵/۶۴
سیمان زنجان	۱۱۴۴۰۸	۱۳۵۶۱۷	۹۳/۰۹	۱۵۱۰۲۵	۱۸۹۲۹۷	۱۲۴/۹۴
سیمان فیروزکوه	۲۴۴۹۳۹	۲۴۱۹۲۸	۹۷/۷۵	۲۳۴۴۰۰	۲۴۹۶۵۰	۹۶/۹۹
سیمان لارستان	۶۰۶۰۳	۶۹۵۹۸	۱۳۲/۵۷	۶۸۴۵۷	۶۶۲۱۳	۱۲۱/۲۷
سیمان خاکستری ساوه	۵۷۴۳۸۶	۴۰۸۱۱۳	۷۵/۵۸	۴۴۲۳۴۰	۴۴۲۷۱۴	۷۸/۸۳
سیمان فراز فیروزکوه	۲۶۵۷۹۴	۲۰۲۰۷۱	۷۹/۲۴	۲۷۶۴۲۰	۲۴۹۱۵۵	۹۳/۹۵
سیمان ممتازان	۲۲۹۴۹۷	۳۰۲۷۰۹	۱۲۲/۳۱	۲۳۲۳۰۸	۲۶۹۴۶۲	۱۰۴/۶۹
سیمان اردستان	۲۶۶۴۳۳	۲۴۶۰۲۸	۹۳/۷۲	۲۵۱۹۲۷	۲۶۴۸۴۰	۹۷/۰۱
سیمان شهرکرد	۲۹۸۵۶۰	۳۴۲۶۹۰	۱۳۸/۴۶	۲۸۷۸۸۷	۳۷۵۶۴۱	۱۴۵/۹۴
سیمان عمران انارک	۳۲۲۹۹۸	۲۹۵۸۳۸	۱۱۹/۵۳	۳۱۱۶۴۸	۳۲۳۰۹۳	۱۲۵/۵۲
سیمان ساروج اصفهان	۱۵۳۲۱۲	۱۷۶۶۲۷	۱۱۷/۷۵	۱۴۴۴۷۳	۱۹۴۷۲۲	۱۲۴/۸۲
سیمان ساروج بوشهر	۳۸۴۵۷۳	۳۵۵۳۸۳	۷۸/۹۷	۱۷۹۷۰۷	۱۹۱۸۲۱	۴۰/۹۹
سیمان لار سبزوار	۲۵۵۷۱۳	۲۶۲۳۳۹	۱۰۶/۰۰	۲۲۷۳۸۹	۱۸۲۱۳۲	۷۰/۷۶
سیمان زاوه تربت	۳۱۲۲۹۸	۲۳۳۱۵۰	۸۸/۸۲	۲۳۰۵۲۷	۳۲۲۲۴۴	۱۱۸/۰۴
سیمان زرین رفسنجان	۶۲۶۷۱	۶۷۸۵۰	۱۲۹/۲۴	۵۹۷۸۲	۷۰۶۴۴	۱۲۹/۳۸
سیمان باقران بیرجند	۰	۰	–	۸۹۳۳	۰	–
سیمان زابل	۱۷۷۲۴۱	۲۹۵۹۷۴	۱۱۹/۵۹	۱۳۹۴۸۳	۲۱۸۰۹۲	۸۴/۷۳
سیمان جوین	۷۰۰۴۶	۳۱۳۸۴۵	۱۰۴/۶۲	۰	۱۸۳۵۵۹	۵۲/۴۵
سیمان خوی	۰	۲۹۴۸۰۶	۱۱۹/۱۱	۰	۲۸۲۲۶۳	۱۰۹/۶۶
سیمان سردار	۰	۰	–	۰	۳۷۶۷	–
سیمان نهاوند	۰	۲۲۳۴۷۷	۹۰/۲۹	۰	۴۸۳۱۴	۱۸/۷۷
سیمان سامان غرب	۰	۳۲۲۴۰۳	۶۱/۴۱	۰	۳۵۱۰۹۵	۶۴/۳۰
جمع	۱۴۵۸۲۲۹۵	۱۶۱۲۳۱۳۹	۹۳/۰۷	۱۴۳۹۰۲۶۳	۱۶۹۴۴۲۰۷	۹۳/۹۵

نسبت تولید سیمان خرداد ماه در مقایسه با ماه مشابه سال قبل ۱۱۹/۱۱ درصد و در مقایسه با پیش‌بینی ۱۰۷/۹۱ درصد بوده است.

نسبت تولید سیمان سه ماهه در مقایسه با دوره مشابه سال قبل ۱۱۷/۷۵ درصد و در مقایسه با پیش‌بینی ۱۰۴/۶۳ درصد بوده است.

تحویل و موجودی کارخانه‌های سیمان کشور در سال ۱۳۹۰

(بر حسب واحد تن)

نام کارخانه‌ها	تحویل				موجودی	
	خردادماه			سه ماهه		
	مجموع	درصد فله	درصد کیسه	امسال	کلینکر	سیمان
سیمان آبیک	۲۷۶۱۸۲	۵۰/۹	۴۹/۱	۷۲۸۰۱۵	۱۴۹۲۴۴	۱۱۹۰۰
سیمان ارومیه	۱۲۸۸۴۷	۴۶/۶	۵۳/۴	۳۱۰۳۹۸	۲۵۷۱۳	۲۸۳۰۱
سیمان اصفهان	۸۸۵۲۱	۵۱/۴	۴۸/۶	۲۶۰۷۸۹	۱۶۱۷۵	۵۹۸۰
سیمان بهبهان	۹۱۱۲۶	۴۳/۹	۵۶/۱	۲۵۳۷۴۶	۱۳۴۷۵	۹۸۵۴
سیمان تهران	۲۴۸۷۸۴	۵۵/۲	۴۴/۸	۷۴۵۶۳۰	۹۶۰۶۵	۱۰۹۸۲
سیمان صفائیه	۵۰۴۶۳	۸۶/۱	۱۳/۹	۱۴۸۶۳۵	۳۵۳۵	۴۶۰۳
سیمان دورود	۱۰۷۰۵۹	۳۷/۲	۶۲/۸	۲۷۷۰۵۳	۴۶۴۸۷	۱۰۴۲۹
سیمان خزر	۱۱۲۳۲۵	۴۶/۶	۵۳/۴	۲۹۳۸۸۴	۶۰۰۰۹	۱۴۰۱۲
سیمان سپاهان	۳۰۷۱۳۰	۵۱/۳	۴۸/۷	۷۷۸۶۵۲	۳۷۰۳۱۹	۳۵۶۳۸
سیمان شمال	۹۱۹۹۲	۶۶/۵	۳۳/۵	۲۶۶۱۶۳	۹۵۶۵۲	۱۰۷۶۵
سیمان شرق	۲۲۰۰۰۹	۴۵/۵	۵۴/۵	۵۷۱۰۶۵	۲۶۵۵۰۳	۲۸۹۵۰
سیمان صوفیان	۱۳۰۹۵۱	۶۱/۸	۳۸/۲	۳۴۶۶۵۵	۲۹۳۰۸	۲۲۳۹۸
سیمان غرب	۱۲۰۳۶۶	۴۱/۵	۵۸/۵	۳۵۵۷۲۷	۳۵۲۳۹	۵۵۴۲۷
سیمان فارس	۶۸۱۸۵	۵۶/۰	۴۴/۰	۱۸۸۴۲۳	۵۱۰۶۰	۸۷۲۶
سیمان کرمان	۱۱۹۴۳۳	۳۹/۹	۶۰/۱	۳۲۰۲۰۱	۱۰۰۳۱۳	۲۲۰۰۷
سیمان لوشان	۱۱۲۴۱	۵۵/۵	۴۴/۵	۳۷۵۴۹	۲۰۳۱	۸۵۰
سیمان نکا	۲۴۰۶۳۵	۵۴/۳	۴۵/۷	۶۲۴۴۳۸	۲۴۹۹۵۶	۳۱۶۴۶
سیمان شمال	۵۹۵۳	۲/۶	۹۷/۴	۱۷۵۸۰	۷۸۷۸	۹۰۰
سیمان آباده	۳۱۵۰۶	۳۷/۵	۶۲/۵	۱۰۱۰۸۰	۴۴۷۷	۹۰۳
سیمان اردبیل	۷۱۵۹۴	۴۷/۱	۵۲/۹	۲۰۸۸۰۱	۲۱۸۴۸	۲۶۲۲۲
سیمان استهبان	۲۹۱۶۱	۴۴/۰	۵۶/۰	۸۷۷۵۷	۵۳۳۶۶	۲۲۷۳
سیمان اکباتان	۱۸۱۶۲	۶۷/۷	۳۲/۳	۳۹۳۹۷	۴۸۰۶۲	۸۹۷
سیمان ایلام	۱۰۵۸۸۰	۳۵/۱	۶۴/۹	۲۵۴۹۵۷	۱۲۲۱۷	۳۶۵۶
سیمان خاش	۸۴۰۲۴	۱۴/۱	۸۵/۹	۱۹۰۹۳۶	۵۲۲۰۰	۴۱۹۹۵
سیمان خوزستان	۱۵۴۴۸۷	۵۹/۶	۴۰/۴	۲۹۱۶۸۰	۴۴۵۸۵۵	۱۴۶۰۲
سیمان شاهرود	۲۱۴۲۱۸	۴۲/۵	۵۷/۵	۶۰۸۶۱۴	۱۹۷۱۳۲	۱۸۱۹۳
سیمان قائن	۷۸۱۳۶	۲۱/۰	۷۹/۰	۲۰۳۶۱۴	۵۵۶۳۶	۱۲۶۷۴
سیمان کردستان	۱۱۰۸۳۱	۴۵/۱	۵۴/۹	۳۵۲۹۹۹	۶۰۱۷۱	۶۹۴۲
سیمان سفید ساوه	۲۳۷۴۱	۶/۰	۹۴/۰	۴۹۴۴۷	۸۱۱۳۰	۱۴۲۵
سیمان سفید نیریز	۱۲۴۱۵	۰/۰	۱۰۰/۰	۳۷۶۹۲	۲۹۶۲۱	۱۳۵۱
سیمان هرمزگان	۱۹۱۱۸۹	۵۲/۳	۴۷/۷	۵۴۱۹۴۹	۲۱۵۹۳۰	۲۸۴۹۰
سیمان هگمتان	۲۲۲۸۰۸	۵۵/۱	۴۴/۹	۵۲۰۶۶۲	۱۳۷۵۴۶	۱۲۹۷۵
سیمان کارون	۸۰۷۶۵	۶۱/۹	۳۸/۱	۲۴۳۷۹۳	۳۲۰۰۰	۹۵۴۰
سیمان سفید ارومیه	۱۵۰۱۲	۰/۰	۱۰۰/۰	۳۸۳۹۳	۱۳۲۳۹	۴۵۵۷
سیمان بجنورد	۱۸۷۵۸۲	۲۸/۰	۷۲/۰	۴۵۴۸۱۳	۲۶۸۴۸۹	۱۵۴۹۹
سیمان قشم	۱۶۲۲۳	۲۴/۵	۷۵/۵	۵۸۵۳۸	۴۳۰۰۰	۹۸۰۰
سیمان دشتستان	۱۲۰۶۶۰	۵۸/۰	۴۲/۰	۳۴۲۶۹۶	۲۰۲۹	۹۰۰۴
سیمان داراب	۱۲۷۱۳۷	۵۵/۱	۴۴/۹	۳۴۵۱۰۴	۸۰۴۲۳	۶۵۶۹
سیمان بنوید	۱۸۸۹۳	۰/۰	۱۰۰/۰	۵۱۸۶۹	۸۴۲۷	۱۸۷۳
سیمان یاسوج	۱۶۵۹۱	۷۴/۰	۲۶/۰	۵۸۹۵۳	۵۱۲۸	۳۶۰۷
سیمان بوهروک	۵۱۵۵۹	۶۱/۲	۳۸/۸	۱۵۳۳۲۲	۵۵۷۵۵	۱۰۹۰۳
سیمان کویر کاشان	۵۸۲۶۵	۷۶/۷	۲۳/۳	۱۴۲۰۰۳	۸۸۵۴۶	۴۵۹۱
سیمان فارس نو	۹۷۲۲۷	۵۸/۹	۴۱/۱	۳۱۳۵۳۷	۱۹۹۵۴	۱۴۲۰۴
سیمان زنجان	۷۹۱۷۶	۶۲/۱	۳۷/۹	۱۶۷۲۲۹	۶۹۱۶۹	۴۶۳۰
سیمان فیروزکوه	۹۹۷۲۹	۶۳/۳	۳۶/۷	۲۵۶۲۶۲	۱۵۸۹۷۸	۱۵۳۲۹
سیمان لارستان	۲۴۶۲۰	۴۰/۶	۵۹/۴	۶۵۸۱۰	۸۲۵۹	۸۲۰۰
سیمان خاکستری ساوه	۱۶۳۵۱۲	۵۶/۵	۴۳/۵	۴۴۲۷۱۴	۱۱۹۲۹۶	۶۲۴۱
سیمان فراز فیروزکوه	۹۴۸۳۶	۵۸/۶	۴۱/۴	۲۵۳۰۳۴	۴۵۶۳۲	۱۰۰۲۲
سیمان ممتازان	۱۰۰۴۰۹	۵۰/۲	۴۹/۸	۲۷۲۷۳۳	۱۹۶۴۲۵	۱۳۷۱
سیمان اردستان	۹۶۵۵۳	۶۷/۹	۳۲/۱	۲۶۱۳۲۶	۸۰۰۰	۱۱۱۷۱
سیمان شهرکرد	۱۳۶۶۶۷	۵۸/۵	۴۱/۵	۳۸۶۰۷۸	۱۲۴۵۷۲	۱۱۴۱۰
سیمان عمران انارک	۱۲۳۲۸۸	۶۵/۳	۳۴/۷	۳۱۰۳۶۲	۵۲۳۴۷	۲۴۹۳۸
سیمان ساروج اصفهان	۸۶۸۴۲	۶۶/۹	۳۳/۱	۱۹۴۹۵۷	۷۱۵۰۸	۶۸۶۵
سیمان ساروج بوشهر	۴۷۷۶۹	۵۸/۱	۴۱/۹	۱۴۲۳۴۳	۱۷۷۳۹۵	۱۶۰۹۲
سیمان لار سبزوار	۷۰۷۸۹	۵۶/۵	۴۳/۵	۱۸۴۹۰۱	۱۵۷۷۰۰	۷۰۰۰۰
سیمان زاوه تربت	۱۰۷۳۷۴	۴۸/۹	۵۱/۱	۲۷۵۷۳۸	۲۵۴۲۱۷	۱۱۷۹۰
سیمان زرین رفسنجان	۲۵۲۲۱	۲۱/۶	۷۸/۴	۶۵۹۸۷	۴۸۸۵۶	۹۷۷۰
سیمان باقران بیرجند	۰	–	–	۰	۰	۰
سیمان زابل	۷۸۶۱۱	۶۳/۶	۳۶/۴	۲۱۶۱۳۲	۳۵۰۵۸۰	۵۴۱۷
سیمان جوین	۸۷۲۵۲	۵۴/۲	۴۵/۸	۱۸۱۲۶۴	۴۲۸۷۲۹	۴۵۷۴
سیمان خوی	۸۷۷۸۵	۴۲/۶	۵۷/۴	۲۶۷۷۷۷	۱۲۲۵۴	۴۱۷۵۸
سیمان سردار	۰	–	–	۰	۰	۰
سیمان نهاوند	۲۹۸۷۲	۳۳/۵	۶۶/۵	۲۹۸۷۲	۲۸۲۲۲۹	۱۳۸۰۰
سیمان سامان غرب	۱۶۵۴۶۷	۳۴/۰	۶۶/۰	۳۳۶۷۰۰	۳۰۳۷۹	۲۶۱۹۰
جمع	۶۲۶۳۰۴۰	۵۰/۳	۴۹/۷	۱۶۵۲۸۴۲۸	۶۲۴۶۶۶۸	۸۷۵۶۸۱

❖ تهیه و تنظیم: مهندس حسین ذوقی – کارشناس دفتر صنایع معدنی (وزارت صنایع و معادن)

در صورت هرگونه اصلاحی و یا مغایرت در گزارش آماری فوق خواهشمند است مراتب را حداکثر ظرف مدت یک ماه کتباً به دفتر صنایع معدنی منعکس نمایید.

همایش‌ها و نمایشگاه‌ها

سومین نمایشگاه بین‌المللی صرفه‌جویی انرژی

- زمان: ۱۳ تا ۱۶ تیر ۱۳۹۰
- مکان: نمایشگاه بین‌المللی تهران
- وب سایت: **www. Energysaving.ir**

چهاردهمین نمایشگاه بین‌المللی ساختمان و خدمات فنی و مهندسی مشهد

- زمان: ۱۳ تا ۱۷ تیر ۱۳۹۰
- مکان: نمایشگاه بین‌المللی مشهد
- وب سایت: **www.expo.ir**

همایش اقتصاد انرژی در صنعت ساختمان

- زمان: ۱۵ تیر ۱۳۹۰
- مکان: مرکز همایش‌های بین‌المللی نیایش
- وب سایت: **www.ibec.ir**

یازدهمین نمایشگاه بین‌المللی محیط‌زیست

- زمان: ۲۲ تا ۲۵ تیر ۱۳۹۰
- مکان: نمایشگاه بین‌المللی تهران
- وب سایت: **www.persianfair.ir**

همایش ملی فناوری‌های نوین صنعت ساختمان

- زمان: ۲۹ تا ۳۰ تیر ۱۳۹۰
- مکان: مشهد
- وب سایت: **www.mhud.ir**

یازدهمین نمایشگاه بین‌المللی صنعت ساختمان

- زمان: ۴ تا ۷ مرداد ۱۳۹۰
- مکان: نمایشگاه بین‌المللی تهران
- وب سایت: **www.iranconfair.ir**

نخستین همایش ملی کوره‌های صنعتی

- زمان: ۲۳ تیر ۱۳۹۰
- مکان: تهران، ضلع غربی خیابان ولیعصر، بالاتر از مسجد بلال صدا و سیما، کوی استقلال
- وب سایت: **www.koureh.ir**

هفتمین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط‌زیست ایران

- زمان: ۱۵ تا ۱۷ شهریور ۱۳۹۰
- مکان: شاهرود
- وب‌سایت: **www.ireg2011.ir**

کنفرانس مدیریت بازاریابی و کیفیت

- زمان: ۱۶ شهریور ۱۳۹۰
- مکان: تهران
- آدرس سایت: **www.hap-co.org**

دومین کنفرانس و نمایشگاه مدیریت و برنامه‌ریزی انرژی

- زمان: ۲۰ تا ۲۱ شهریور ۱۳۹۰
- مکان: تهران – مرکز همایش‌های هتل المپیک
- وب سایت: **www.emciran.com**

هشتمین کنفرانس دانشجویی مهندسی معدن

- زمان:۲۰ تا ۲۲ شهریور
- مکان: دانشگاه تهران
- وب سایت: **info@ ismec.ir**

سومین نمایشگاه بین‌المللی تکنولوژی ساختمان

- زمان: شهریور ۱۳۹۰
- مکان: نمایشگاه بین‌المللی اصفهان
- وب سایت: **www.isfahan-fair.com**

فرم اشتراک

Cement Technology

Cement Technology Magazine

نام و نام خانوادگی:..... زمینه فعالیت:.....

میزان تحصیلات:.....

دوره اشتراک مورد درخواست:..... از شماره:..... تا شماره:.....

تعداد مورد درخواست:..... آدرس:.....

.....کدپستی:.....

تلفن:..... فکس:.....

- اشتراک ۶ شماره مبلغ ۱۵۰۰۰۰ریال
- اشتراک ۱۲ شماره مبلغ ۳۰۰۰۰۰ ریال
- اشتراک ۲۴ شماره مبلغ ۶۰۰۰۰۰ ریال

در صورت تمایل به اشتراک فرم تکمیل شده فوق را به همراه فیش بانکی واریزی به شماره حساب۷-۷۶۵۰۴-۲۰-۱۲۳۷ بانک پارسیان کد (۱۲۳۷) به نام حسین چهرگانی ارسال یا به دفتر ماهنامه فکس نمایید.

تهران-خیابان بهشتی-خیابان کاووسی فر-کوچه آریا وطنی-شماره ۵-واحد ۱۱

کدپستی:۱۵۷۷۸۳۷۴۱۱ تلفکس:۹-۸۸۵۳۹۷۸۸-۰۲۱

www.cementechnology.ir cementtm@hotmail.com