

نتایج افزودن سنگ آهک خام با کیفیت Cao بالای ۵۰٪ به کلینکرتیپ ۲ پرتلند و لزوم تهیه سنگ آهک با این کیفیت برای سیمان تهران



## بسمه تعالی

### مقدمه

از آنجایی که افزودنی‌های مختلفی در نهایت تولید کلینکر به آن اضافه شده و سائیده می‌شود و سیمان هائی در حد استانداردهای تعریف شده تولید می‌شود لذا یکی از این افزودنی‌ها که سنگ آهک خام می‌تواند باشد رابار عایت استاندارد های لازم جهت تولید سیمانهای تیپ ۲ پرتلند به شرح ذیل بررسی می‌نمائیم. هدف از ارائه این مقاله را می‌توان تهیه و تدارک سنگ آهک با کیفیت Cao بالای ۵۰ درصد ( $\text{CaCO}_3 \geq 90\%$ ) برای تولید سیمانهای 1-425 و 1-525 و تیپ ۲ در حد استاندارد های لازم دانست و محاسبه سودی را که از این بابت میتوان بدست آورد

با توجه به بررسی های انجام شده بر روی آمار ۱۰ ساله گذشته جبهه کارهای معادن سیمان تهران و حدود ۳۰۵۸ بلوک آتشیاری شده و به تبعه آن حدود ۳۰۵۸ نمونه پودر چال و بیشتر مر بوط به بلوکهای مذکور موارد ذیل قابل تامل است.

از آنجایی که آنالیزهای بررسی شده مر بوط به نمونه های گرفته شده از جبهه کارهای معادن می باشد و نمونه های مذکور نیز به صورت Channel Sampling تهیه شده و نماینده جبهه کارهای یاد شده می باشد و لذا می توان گفت استناد به آنالیزهای بررسی شده منطبق بر واقعیت معادن سیمان تهران بوده و منابع آهکی با کیفیت Cao بالای ۵۰٪ در حد قابل توجه نمی باشد.

**Chip Sampling** : در این روش نمونه گیری نمونه گرفته شده فقط شامل ترکیبات سنگ (کانیها) در مقیاس ماده سنگ بوده و عوامل ثانویه ای را که بر روی ماده سنگها اتفاق افتاده و توده سنگ را بوجود آورده نمی شود از همین رو از این نوع نمونه گیری فقط جهت پی جوئیهای اولیه استفاده شده و راهگشای کار می باشد.

**Channel Sampling** : یکی از روش های نمونه گیری می باشد که معرف تمامی ترکیبات زمین شناسی سنگ و منطقه سنگی می باشد و یا به عبارتی شامل خصوصیات ماده سنگ و توده سنگ می شود و از آنجایی که سینه کارهای استخراجی که سنگ آن به مصرف کارخانه می رسد در برگیرنده توده سنگ ها علاوه بر ماده سنگ می باشد لذا این نوع نمونه گیری معرف کاملی از سینه کار می باشد. لازم به ذکر است برای اینکه نمونه گیری در غالب این روش در معادن سیمان تهران بیشتر مشهود شود می توان اینگونه عنوان نمود که برای یک بلوک آتشیاری با متوسط ۱۰۰۰۰ تن سنگ استحصالی به ازای آن نیاز به حفر ۴۰۰ متر چال می باشد. این مقدار چال با توجه به قطر حفاری آنها در سیمان تهران (۳ اینچ) در برگیرنده ۴۹۰۰ کیلو گرم پودر چال حاصل از حفاری بوده که بخشی از آن به صورت غبار در محیط پخش شده و بخشی از آن حدود یک متر از هر چال در آن باقی مانده و بخش دیگر آن به صورت پودر در محل باقی می ماند که بخش اخیر منبع نمونه گیری در سیمان تهران می باشد حال اگر بلوک مذکور را شامل ۲۰ چال ۲۰ متری فرض کنیم از سر هر چال بعد از مخلوط کردن بخشی به عنوان نماینده برداشته شده در آخر سر از نماینده های مخلوط شده حدود ۵ کیلوگرم نمونه تهیه شده و برای ار سال به آزمایشگاه بعد از یک نماینده گیری از نمونه ۵ کیلوگرمی حدود یک کیلو گرم نمونه بدین منظور تهیه می شود.

با توضیحات داده شده و بررسی آمارهای آنالیزی ۱۰ سال گذشته جبهه کارها نمودارهای ۱ و ۲ بدست آمد که از روی این نمودارها اینگونه استنباط می شود که اولاً ذخایر با آنالیز  $\text{CaCO}_3$  بالای ۹۰ در صد در معادن سیمان تهران محدود بوده و ثانیاً این ذخائر مختص سینه کار های خاص و آیتم های زمانی خاص که این سینه کارها فعال بوده می باشد و در حال حاضر با توجه به نمودار شماره ۱ و اتمام بخش آزادسینه کارهای یادشده تهیه سالانه مقدار معین از ذخایر مذکور به منظور استفاده در بخشهایی غیر از سالن سنگ مقدور نیست.

نتایج افزودن سنگ آهک خام با کیفیت Cao بالای ۵۰٪ به کلینکرتیپ ۲ پرتلند و لزوم تهیه سنگ آهک با این کیفیت برای سیمان تهران

به عنوان مثال می توان از سینه کار ۴/۱۴ در این بخش یاد کرد این سینه کار تنها سینه کاری است که رقم قابل توجهی ذخیره با Cao بالای ۵۰٪ طی ۱۰ سال گذشته داشته اما با توجه به تمام شدن بخش آزاد آن طی برنامه ریزی انجام شده حداقل ۸ سال زمان نیاز است تا با برداشت ذخایر روی این سینه کار به موقعیت آن برسیم و بتوانیم آن را استخراج کنیم.

تنها راه حل پیشنهادی که در این بخش میتوان عنوان کرد اینکه اینگونه سینه کارها در مواقع خاص به صورت معدنکاری انتخابی Selective Mining به بهره برداری رسیده و در دیوهای جداگانه ذخیره شود که این کار هم در مواردی باعث اخلاص در سینه کارهای تولیدی معدن می شود و هم در بخش ترانسپورت و دیو آن بایستی زمان و وسایلی مازاد بر کار روزانه در اختیار بخش معدنکاری و ترانسپورت قرار گیرد و دیگر اینکه بارگیری و حمل مجدد از دیوهای ذخیره شده برای مصرف آسیابهای سیمان با احتساب واحد ۸ روزانه ۵۰۰ تن از این سنگ را به موارد ذکر شده افزود.

شاید این سوال مطرح باشد که آیا بخش معدن نمی تواند مقدار و محل اینگونه ذخایر را از پیش مشخص کرده تا با یک برنامه ریزی صحیح و به دور از به کار گیری نیرو و توان و انرژی بیشتر بتواند آن را به مصرف آسیابهای سیمان برساند؟

در پاسخ می توان گفت با توجه به تغییرات شدید آنالیزی در سینه کارهای مختلف حتی برای بلوکهای کوچک نمی توان عدد و رقمی برای ذخائر این بلوکها با آنالیزهای مشخص منظور کرد. البته لازم به ذکر است با توجه به پیشرفتهائی که در زمینه اکتشاف و وسائل و امکانات اکتشافی در بخش معدن در دنیا اتفاق افتاده است می توان بلوکهای معدنی در ابعاد کوچک با آنالیز مشخص را از پیش تعیین کرده و برای استخراج و حمل و بارگیری آن برنامه ریزی کرده و بر طبق زمان بندی خاصی آن را استحصال و به مصرف رساند ولی این نکته قابل تامل است که اولاً انجام این چنین فعالیتی دارای ریسک بالا و ثانیاً انجام آن مستلزم هزینه بالایی است به عنوان مثال می توان از همین طرح اخیری که در معادن سیمان تهران قرار است اجرا شود نام برد

همانگونه که مستحضرید از آنجایی که معادن سیمان تهران در حال حاضر دارای ذخائر Lsf بالای کمی است می بایست ذخائر جدیدی با کیفیت یاد شده پیدا شود تا بتوان با اطمینان بالایی خوراک کارخانه برای تولید سیمان برای حداقل ۳۰ سال آینده تضمین شود از همین رو بخش معدن و حتی پیمانکاری بنام شرکت ایتوک فعالیت اکتشافی در این زمینه انجام داده و همگی بر طبق شواهد و قرائن موجود و روند تشکیل لایه ها در این منطقه تعیین ذخایری انجام داده و عددی رقمی مبنی بر برداشت سنگ در قبال برداشت با طله آن ارائه داده اند. البته لازم به ذکر است که همگی تعیین ذخائر خود را منوط بر فعالیتهای اکتشافی تفصیلی و انجام عملیات کر گیری نموده اند. پس میتوان اینگونه نتیجه گرفت برای مشخص کردن کیفیت محدوده وسیعی از سنگها با محدوده آنالیزی قابل توجه می بایست فعالیت کر گیری با حالت خوشبینانه با طرح شبکه بندی ۲۰۰ متر انجام داد که لااقل برای محدوده ۲۰۰ هکتاری بی بی شهر بانویاز به موارد ذیل داریم:

$$\frac{2000000}{200 \times 200} = 50 \quad \text{تعداد چالهای کر گیری برای شبکه ۲۰۰ متری}$$

حال اگر باتوجه به ارتفاع دامنه های شمالی بی بی شهر بانو ۱۵۰ متر ارتفاع متوسط کر گیری داشته باشیم و با توجه به ارتفاع دامنه های جنوبی ۱۰۰ متر ارتفاع کرگیری داشته باشیم می توان گفت به طور میانگین چالهای کرگیری ۱۲۵ متر طول دارند که با احتساب کرگیری به ازای متری به طور متوسط ۱۰۰-۸۰ هزار تومان رقمی بالغ بر ۶۰۰ میلیون تومان هزینه لازم است که البته بایستی براین مبلغ هزینه خدمات اکتشافی و آنالیز نمونه ها را نیز اضافه کرد که رقم قابل توجهی نیز می باشد.

حال اگر قرار باشد بلوکهای کوچکتری با آنالیز مشخص برای ما معلوم باشد (بلوک ۱۵۰-۱۰۰-۵۰...) بایستی شبکه اکتشافی پیاده شده تنگتر (۱۵۰-۱۰۰-۵۰...) بوده و از همین رو میزان کر گیری بالاتر رفته و هزینه بیشتری بابت کر گیری و به تبعه آن خدمات اکتشافی آن تحمیل می شود که با توجه به روند برداشت ۱۰ ساله ذخایر یاد شده از معادن کار معقولی به نظر نمی آید در همین راستا نیز می توان با اعداد و ارقام بدست آمده از جداول ۱ و ۲ نیاز به شبکه اکتشافی کوچکتر و قبول هزینه بیشتر در قبال تعیین ذخائر با آنالیز مشخص و بلوکهای مطمئن را توجیه کرد

مثلاً با توجه به این جداول صرفنظر از سینه کار ۴/۱۴ در همه موارد بلوکهای با کیفیت مدنظر زیر ۱۰ بلوک می باشد اگر همه بلوکها را به طور ردیفی پشت سر هم فرض کرده باشیم با توجه به مقدار پیشروی متوسط

## نتایج افزودن سنگ آهک خام با کیفیت Cao بالای ۵۰٪ به کلینکرتیپ ۲ پرتلند و لزوم تهیه سنگ آهک با این کیفیت برای سیمان تهران

بلوکها (۶متر) حدود ۶۶متر در راستای امتداد لایه ها سنگ با کیفیت مورد نظر داریم که برای اطلاع از قبل آن احتیاج به شبکه های اکتشافی زیر ۱۰۰ متر شده و باعث افزایش هزینه ها خواهد شد و دوباره با توجه به روند برداشت ۱۰ ساله ذخایر یادشده از معادن کار معقولی به نظر نمی آید

شاید در این بخش این نکته مطرح باشد که مقادیر این ذخائر در جهت عرضی (شمالی-جنوبی و یا راستای عمود بر امتداد عمومی لایه ها) جبهه کارها رقم قابل توجه و دارای ابعاد بیشتری باشد که در پاسخ می توان عنوان نمود از آنجایی که سنگهای معادن سیمان تهران سنگهای رسوبی بوده و در محیط های رسوبی لایه ها باتوجه به رسوبگذاری به تر تیب تشکیل شده و دارای ابعاد بیشتری در مقایسه با ضخامت خود می باشند و لذا ترکیبات آنها در امتداد لایه بندی یکنواخت تر و دارای آنالیز یکسانتری در مقایسه با امتداد عمود بر لایه بندی می باشند. و از همین رو به عنوان مثال در معادن بی بی شهر بانو تغییرات ترکیبات لایه ها در امتداد عمومی آنها (شرقی- غربی) باتوجه به برداشت چندین ساله بسیار کمتر از تغییرات ترکیبات لایه های مذکور در امتداد (شمالی-جنوبی) می باشد و اینگونه می توان با اطمینان در غالب معادن سیمان تهران عنوان نمود که ذخائر با آنالیز و محدوده مشخص دارای ابعاد بیشتری در امتداد عمومی لایه هانسبت به امتداد عمود بر لایه ها می باشند.

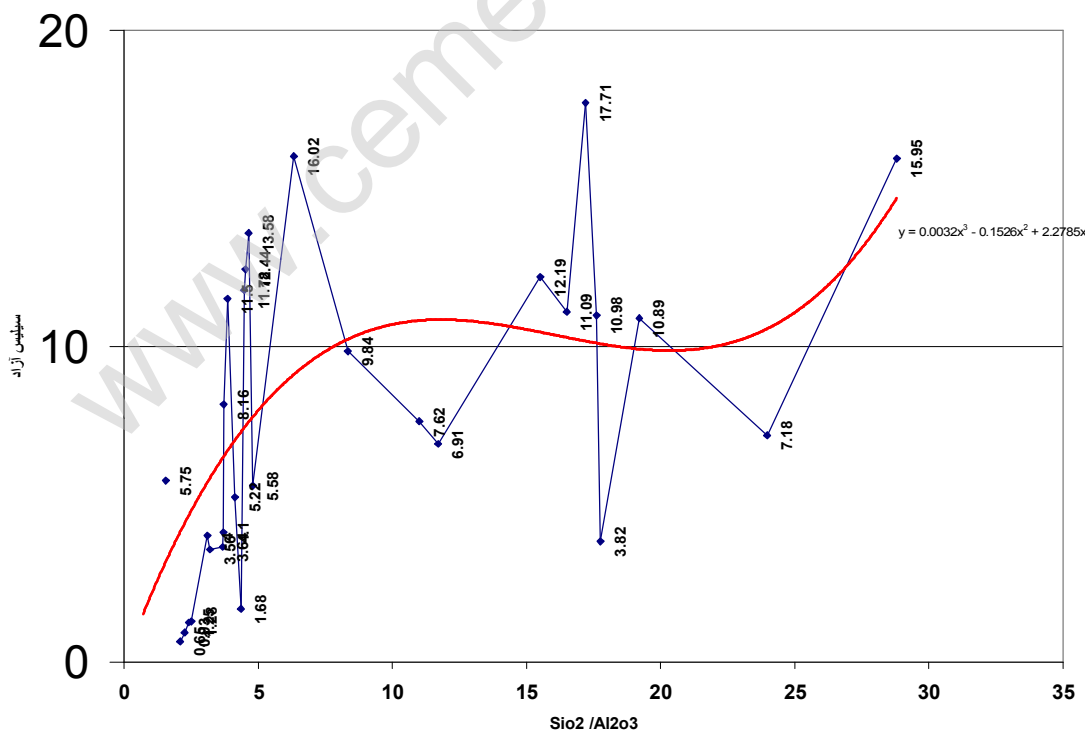
از همین رو در مقام قیاس خرید سنگ Cao بالای ۵۰٪ توصیه می شود و میتوان بر طبق زمانبندی خاصی پیمانکار را ملزم به تا مین سنگ مورد نظر در زمان مشخص کرده و از هزینه های اضافی پرهیز کرد.

### دلایل برتری افزودن سنگ Cao بالای ۵۰٪ به کلینکر پرتلند تیپ ۲ نسبت به سنگ مسگرآباد؟

با توجه به شرایط قبل که این سنگ به آسیابهای سیمان ۴۰۰۰ تنی اضافه میشد و شرایط کنونی میتوان استفاده از سنگ Cao بالای ۵۰٪ را به سه دلیل ذیل توجیه کرد

۱. پایین بودن سیلیس آزاد در سنگهای آهکی Cao بالای ۵۰٪ نسبت به سنگهای آهکی مسگرآباد که باعث سایش کمتر صفحات آسیاب و فرسودگی کمتر قطعات آسیاب و سایش کمتر در کل و پایین آمدن هزینه و توقفات آسیاب می شود.

البته مورد فوق با نمودار سیلیس آزاد نسبت به  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  نموداری است که از معادن مختلف بدست آمده است کاملاً قابل توجیه می باشد.



نتایج افزودن سنگ آهک خام با کیفیت Cao بالای ۵۰٪ به کلینکرتیپ ۲ پرتلند و لزوم تهیه سنگ آهک با این کیفیت برای سیمان تهران

با توجه به نمودار فوق که برآزش شده (رگرسیون یافته) نمودار اصلی می باشد می توان پایین بودن نسبت  $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$  سنگهای با Cao بالای ۵۰٪ را دلیل بر پایین بودن سیلیس آزاد موجود در این نوع سنگها دانسته و به تبعه آن مقاومت پایین تری نسبت به سایش در مقایسه با سنگ مسگر آباد از خود نشان دهند.

۲. بالا رفتن درصد اضافه کردن سنگ در حال حاضر که حدود ۴.۵٪ باخور ساعتی آسیاب است نسبت به حالت قبل که اضافه کردن سنگ ۱.۵٪ بار خور ساعتی آسیاب در شرایط کاملاً مشابه آسیاب می باشد

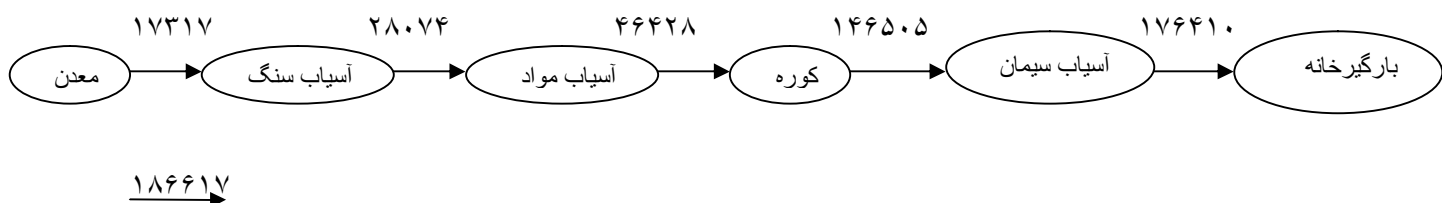
۳. افزودن سنگهای Cao بالای ۵۰٪ در صد بیشتر آیتیم های مقاومتی بلند مدت ( $C_2S$ ) و کوتاه مدت ( $C_3S$ ) را نسبت به سنگ مسگر آباد دیرتر و کمتر تحت تاثیر قرار می دهد. در همین ارتباط چند ماهی از سنگهای مسگر آباد به عنوان افزودنی استفاده شد اما از آنجائی که تا حدود افزودنی ۱.۵٪ با استاندارد های سیمان پرتلند تیپ ۲ مطابقت داشت و لذا در مقام قیاس به اضافه کردن سنگهای با Cao بالای ۵۰٪ روی آورده شد. تستهایی که در این راستا انجام شده گواه بر این مدعاست.

لازم به ذکر است در راستای افزودن سنگ آهک خام ابتدا در بهمن ماه ۱۳۸۴ به دنبال انجام تست آزمایشگاهی نمونه سنگ مسگر آباد بر کلینکرتیپ ۲ پرتلند به میزان ۲٪ و ۴٪ و ۶٪ نتایج قابل توجهی بدست آمد که با استناد به این نتایج تا افزودن ۲٪ و با اطمینان بیشتر افزودن ۱.۵٪ تولید سیمان مطابق با استانداردهای سیمان تیپ ۲ پرتلند بوده و حدود چند ماهی این تست آزمایشگاهی به مرحله اجرا در آمده و سیمان تولید شد.

در همین راستا در اواخر فروردین ماه ۸۵ برای بهبود بخشیدن به شرایط و افزودن سنگ آهک به میزان بیشتر تست آزمایشگاهی با افزودن سنگ تیترا بالای بی بی شهربانو (نمونه سنگ جبهه کار ۴/۸) انجام شده و نتایج مشابهی با تست سنگ مسگر آباد حاصل شد البته در برخی موارد امتیاز و برتری با تست سنگ مسگر آباد بود (از جمله مقاومت فشاری ۲۸ روزه برای مقادیر افزودنی ۲٪ و بیشتر) ولی در دیگر موارد از جمله مقاومت فشاری ۳ و ۷ روزه و الک و بلین وزنه به سمت تست نمونه تیترا بالا سنگین تر بود. لازم به ذکر است در پی انجام آزمایش فوق تست سومی بر روی نمونه سنگی با Cao بالای ۵۰٪ از معادن غیر از سیمان تهران انجام شده و به لحاظ قابل قبول بودن آیتیم های مقاومتی و الک و بلین تا حد افزودنی ۴.۵٪ از این سنگ به کلینکرتیپ ۲ و مطابقت با استاندارد های موجود سیمان تیپ ۲ پرتلند لذا تولید سیمان با کیفیت یاد شده از اواسط تیر ماه سال جاری به مرحله اجرا در آمده و همچنان ادامه دارد در این قسمت آیتیم های استاندارد سیمان پرتلند تیپ ۲ را با آیتیم های یاد شده برای سیمان تیپ ۲ با افزودنی آهک خام بررسی می کنیم.

با توجه به نمونه های گرفته شده از سیمان تولیدی مذکور و انجام آنالیزها و تستهای مقاومت فشاری نمودار و جدول زیر برای ماههای خرداد و تیر (افزودنی سنگ مسگر آباد) و برای تقریباً یک دوره یک ماهه (۲۴ روزه برای افزودنی سنگ Cao بالای ۵۰٪) بدست آمد.

**\*\*\*در این بخش سودی را که از تولید این نوع سیمان در سال بدست می آید محاسبه می نمایم.**  
در بخش هزینه هابرای پروسه تولید می توان فلوچارت زیر را در نظر گرفت.



ریال  $216389 - 186617 = 29772$

هزینه های اداری و مالی بابت یک تن سیمان  
هزینه ای که بابت یک تن سیمان به طور متوسط برای آسیاب سیمان و بارگیرخانه پرداخت می شود البته بدون احتساب هزینه های اداری

ریال  $186617 - 146505 = 40112$

نتایج افزودن سنگ آهک خام با کیفیت Cao بالای ۵۰٪ به کلینکرتیپ ۲ پرتلند و لزوم تهیه سنگ آهک با این کیفیت برای سیمان تهران

هزینه اداری و مالی که بطور مساوی در ۶ بخش فوق منظور شده است  $29772 \div 6 = 4962$  ریال

هزینه ای که بابت یک تن سیمان به طور متوسط برای آسیاب سیمان و بارگیرخانه پرداخت می شود

$$40112 + 2 \times 4962 = 50036 \text{ ریال}$$

هزینه آسیاب سنگ برای یک تن سنگ بدون احتساب هزینه های اداری و مالی

$$28074 - 17317 = 10757 \text{ ریال}$$

هزینه آسیاب سنگ برای یک تن سنگ با احتساب هزینه های اداری و مالی

$$10757 + 4962 = 15719 \text{ ریال}$$

اگر هزینه خرید یک تن سنگ معدن (غیر از معادن سیمان تهران) با کیفیت Cao بالای ۵۰٪ برای سال ۸۵ برابر ۳۰۰۰۰ ریال باشد لذا هزینه تمام شده برای یک تن سیمان با استفاده از سنگ مذکور برابر می شود با:

$$30000 + 15719 + 50036 = 95755 \text{ ریال}$$

اگر متوسط درصد اضافه کردن سنگ به کلینکرتیپ ۲ پرتلند را به ترتیب ۴/۵ و ۴ در نظر بگیریم و این سنگ را برای کلینکر تولیدی واحد ۸ و ۶ در نظر بگیریم داریم:

$$300 \times (4000 + 3400) = 2220000 \text{ تن کلینکر تولیدی مطابق با ظرفیت اسمی واحد ۸ و ۶}$$

باتوجه به میانگین ۵ ساله تولید کلینکر کوره واحد ۶ تولید سالانه این واحد حدود ۸۳٪ ظرفیت اسمی می باشد از همین رو در محاسبات تولید کلینکر واقعی ضریب ۰.۸۳ را برای واحد ۸ و ۶ منظور می کنیم لذا داریم:

$$2220000 \times 83\% = 1842600 \text{ تن کلینکر واقعی تولیدشده برای واحد ۸ و ۶}$$

$$1842600 \times 4.5\% = 82917 \text{ تن سنگ مطلوب استفاده شده در سال}$$

$$1842600 \times 4\% = 73704 \text{ تن سنگ مطلوب استفاده شده در سال}$$

اگر قیمت فروش سیمان تیپ ۲ پرتلند را به طور متوسط برابر ۳۷۵۰۰۰ ریال برای سال ۸۵ منظور کنیم داریم:

$$82917 \times (375000 - 95755) = 23.15 \times 10^9 \text{ ریال}$$

$$73704 \times (375000 - 95755) = 20.58 \times 10^9 \text{ ریال}$$

یعنی با توجه به لحاظ کردن دست بالای هزینه ها به ترتیب رقمی بالغ بر ۲/۳ و ۲ میلیارد تومان سود نصیب کارخانه می شود.

به عنوان پیشنهاد اگر پیمانکاری توانائی فراهم کردن اینچنین سنگ (از لحاظ کیفیت و کمیت) را بصورت خردشده با سایز زیر ۵ سانتیمتر (سایز مطلوب خوراک آسیاب سیمان) در طول سال و به طور مرتب ماهانه حدود ۷۰۰۰ تن و روزانه حدود ۲۵۰ تن با قیمتی حدود تنی ۴۰۰۰ تومان را داشته باشد اولاً در هزینه های تهیه سنگ صرف نظر شده و ثانیاً از اختلال و وقفه کار در قسمت معدن و بهره برداری برای آسیاب کردن جداگانه این سنگ در قسمت آسیاب سنگ پرهیز شده و می توان با فراهم کردن دمپی به همین منظور در نزدیکی آسیاب سیمانها از هزینه های دوباره کاری چه در بخش معدن و چه در بخش بهره برداری اجتناب نمود.

در پایان لازم به ذکر است که افزودن سنگ آهک خام به کلینکر و تهیه سیمان برای مقادیر بالای ۵٪ اولاً بایستی دارای استاندارد تعریف شده بوده و ثانیاً از طرف تولید کننده بر روی پاکتهای این چنین سیمانها کلمه سیمان آهکی حک شود که البته هم مورد مصرف این سیمانها و هم قیمت فروش آنها با سیمانهای تیپ ۲ فرق میکند. سیمانهای با ۱۵٪ افزودنی سنگ آهک خام بنام سیمانهای PKZ معروف است.

پر واضح است که بدون راهنماییها و کمک همکاران این مقول انجام نمی شد و لذا از کلیه همکاران در بخش معدن و آزمایشگاه و بهره برداری کمال تشکر را دارم.

با تشکر

امیر عرب زاده شهرپور ۱۳۸۵