

**دستیابی به کیفیت بهتر با هزینه کم**  
**درواحد 2100 تنی**  
**مجتمع صنعتی سیمان تهران**

قدرت مرادی

## بنام خدا

### پیشگفتار

سیمان کالایی است استراتژیک و یکی از پایه های مهم اقتصاد و صنعت هر کشور به شمار می رود . این صنعت هزینه بسیار سنگینی را در اکتشاف معادن ، طراحی ، ساخت و خرید ماشین الات و نصب ، استخراج و حمل مواد ، راه اندازی و تولید ، نیروی انسانی ، نوسازی و بهینه سازی متحمل میگرد د ، و میبایست محصول تولیدی آن مقرون به صرفه باشد تا رغبتی برای تولید و یا سرمایه گذاری در این صنعت خشن ، خطرآفرین و پرهزینه بوجود آید. عوامل متعددی میتوانند به رونق این صنعت کمک نمایند . دولت میتواند نرخ عادلانه ای برای سیمان در نظر بگیرد تا تولید کننده با اشتیاق بیشتر تولید را بالا ببرد و یا سرمایه گذار برای احداث واحدهای جدید به آینده ای روشن امیدوار گردد . عامل دیگر، به کار دانی مدیران در توسعه و بهینه سازی کمی و کیفی و افزایش بهره وری مربوط میشود . عامل سوم همه کارکنان یک واحد تولیدی را در بر میگیرد، بدین معنا که مشارکت آنها در حل مشکلات ، بسیار کار ساز بوده و از رکود تولید جلوگیری و سبب ارتقای کمی و کیفی تولید میگردد . اگر کارکنان دلگرم باشند و خود را از سود تولید بهره مند بینند، نوعی تعلق خاطر و دبستگی نسبت به واحد تولیدی در آنها بوجود میاید که مشارکت جدی و دلسوزانه آنان را در پی خواهد داشت و در اینصورت تجارب گذشته مرور میگردد و راههای نرفته مورد ازمون قرار میگیرند و گاه شیوه هایی یافت میشود که فقط با اندک هزینه ای و یا حتی بدون هزینه و فقط باتفکر و کار نرم

افزای گامهای بلندی در جهت ارتقای کمی و کیفی برداشته میشود بطوریکه بهینه سازی به روشهای مختلف حتی با صرف هزینه سنگین هم نتواند چنین نتایجی را کسب نماید .

کار حاضر نمونه ای از اینگونه فعالیتهاست که نیاز به سرمایه گذاری ندارد وهم اکنون با همکاری آزمایشگاه و معدن در حال انجام میباشد. هدف، کاستن از دامنه نوسانات مواد در برداشت مقاطع مختلف سالن با آنالیز کل سالن اختلاط واحد چهارم است. برای اینکار لازم است که اولاً نمونه گیر اتوماتیک نصب گردد، ثانیاً سالن به شیوه شورون و یا ردیفی طولی – لایه ای تبدیل شود. اما باتوجه به هزینه بسیار سنگین، انجام این کار بعید بنظر میرسد اما میتوان بدون این هزینه ها هم تا حد قابل قبولی به این هدف رسید. از جناب آقای مهندس یا دگاری مدیرت محترم معادن بخاطر پیشنهاد انجام این امر بصورت مستند و قابل ارایه و همچنین همکاری و مشارکت ایشان در تحقق این هدف تشکر و قدردانی مینمایم. از مدیرت محترم آزمایشگاه نیز به جهت در اختیار گذاشتن نیروی انسانی برای انجام کار تشکر میکنم. ضمناً جادارد اعلام نمایم که این کار بر پایه آموزشهای حضوری و توصیه های استاد گرانقدر جناب آقای مهندس رستگار بنا نهاده شده است که به یاری خداوند میخواهیم انرا بصورت یک کار روتین در آوریم. امید است مدیران دلسوز، نسبت به کارکنان دلسوزی نمایند تا دلسوزی کارکنان اهرمهای این صنعت را بحرکت در آورند و به رونق آن بیفزایند. مطمئناً این راه هم کوتاهترین و هم بهترین راه است.

## چکیده

کیفیت محصول نهایی فرایند تولید سیمان و هزینه تمام شده آن از موارد مهمی است که توجه مدیران یک واحد تولیدی سیمان را به خود جلب مینماید. واحد چهارم سیمان تهران دارای سالن اختلاطی است که نمونه گیر آن دستی و انباشت سنگ در آن بصورت ردیفی - لایه ای صورت می گیرد. در این واحد، اختلاط سنگ به خوبی انجام نمیشود و مواد برداشت شده با نوسانات نسبتاً بالایی همراه می باشد. بهمین جهت برای جبران این نواقص، در هنگام طراحی و نصب، سه سیلوی اختلاط و سه سیلوی ذخیره در نظر گرفته شده است. اما بهر حال در برخی موارد امکان تامین خوراک مناسب برای کوره بدلیل نوسانات زیاد مواد وجود ندارد و کوره دچار تلام میشود و توقف آسیای مواد برای گرفتن مواد اصلاحی اجتناب ناپذیر میگردد که این امر کاهش تولید را در پی دارد.

برای مقابله با این مشکلات نیاز به نصب نمونه گیر اتوماتیک و تغییرات اساسی در طراحی اولیه و سیستمهای سالن می باشد که هزینه بسیار سنگینی را مطالبه می نماید. با توجه به مشکلات تنظیم مواد، آزمایشگاه با همکاری معدن اقدام به بهینه سازی نرم افزاری تنظیم مواد نمود و نتایج نسبتاً رضی کننده ای بدست آمد که متعاقباً ارائه خواهند شد.

### 3 - مقدمه

روشهای مختلفی برای هموزن سازی و اختلاط مواد ناهمگون وجود دارد. یکی از روشهای بالنسبه خوب همگن سازی که در واحدهای 6 و 8 سیمان تهران هم مورد استفاده قرار گرفته، روش شورون است. در این روش نتایج برداشت مواد از مقاطع مختلف سالن، با میانگین کل سنگ انباشته شده در آن نزدیکی خوبی به هم نشان میدهند و در نتیجه نوسانات مواد کمتر و تنظیم مواد بهتر و راحت تر صورت میگیرد. در سالن اختلاط واحد 4 این مجتمع، از روش ردیفی - لایه ای استفاده میشود که برخلاف روش شورون تفاوت میان نتایج مقاطع مختلف سالن با میانگین کل سالن در برخی مقاطع زیاد میباشد بطوریکه تنظیم مواد را با مشکلات جدی روبرو میسازد. پر واضح است که برای دستیابی به تنظیم بهتر مواد، نیاز به نمونه گیری دقیق و اتوماتیک میباشد تا حداقل، آنالیز کل سالن، نماینده واقعی سنگ انبار شده در آن باشد. اما متأسفانه نمونه گیری بطور دستی انجام میشود که به نوبه خود بر دامنه مشکلات میافزاید. در این بستر اختلاط، سنگ خرد شده از طریق نوار نقاله به ریزنده متحرکی بنام پل، انتقال مییابد. این پل با حرکت در عرض سالن، یک ردیف را میریزد و با اندکی جابجایی در طول سالن ردیف بعدی را شروع میکند تا اینکه یک لایه که سطح کل سالن را میپوشاند کامل گردد و با تکرار ردیفها لایه ها سالن پر و چنانچه آنالیز کل سالن در محدوده قابل قبول باشد، آزمایشگاه مجوز برداشت مواد سالن را صادر مینماید. برای تنظیم بعدی مواد فقط یک اصلاح کننده (خاک رس) وجود دارد که با آن میتوان تنها یک فاکتور را تنظیم نمود. انهم اگر انحراف آن در جهت مثبت باشد اما اگر انحراف در جهت منفی باشد این امکان نیز از بین میرود و مشکلات تنظیم مواد بیشتر میگردد. بهر حال چنین موادی حتی پس از اختلاط در سیلوها هم نمیتواند خوراک مناسبی برای کوره باشد. در چنین روشی که تنها یک اصلاح کننده دارد و انهم در بعضی شرایط قابل استفاده میباشد،

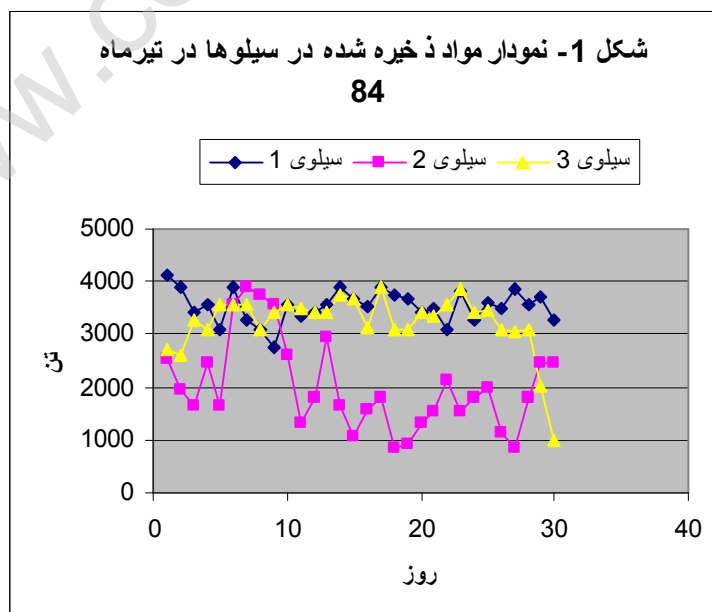
چگونه میتوان همزمان چهار متغیر را مهار کرد. درست است که با دسته بندی مواد وانتقال به سیلوهای مختلف استفاده از خروجیهای متعدد سیلوها تا حدودی از شدت نوسانات کاسته میشود اما درپاره ای از موارد هیچکدام از آنها کار ساز نبوده وتوقف آسیای مواد برای گرفتن لایه های اصلاحی ویا سالن اصلاحی کوچک اجتناب ناپذیر میباشد واین امر کاهش تولید را در پی دارد. بنابراین برای جلوگیری از کاهش تولید میبایست کیفیت را فدا کرد وچنانچه کیفیت برای ما مهمتر باشد (که مهمتر است) باید کاهش تولید را برای گرفتن اصلاحی های لازم پذیرفت وپرواضح است که هیچکدام از این دو گزینه مطلوب نمیباشند زیرا افت کیفیت مشکلات پخت کلینکر در کوره وعدم سلامت سیمان وغیره را در پی دارد وکاهش تولید نیز منافع اقتصادی را به خطر می اندارد وغیرمستقیم باعث افت کیفیت می شود پس لازم است گزینه سومی یافت تا همزمان هم کیفیت را بالا برد وهم از کاهش تولید جلوگیری کرد. زیرا در اینصورت است که کوره در مدت زمان بیشتر، با یکنواختی بهتر، توقفات بلند و کوتاه مدت کمتری کار خواهد کرد و عمر استرهای نسوز بیشتر وهزینه نسوز کاری کمتر خواهد شد ومحصول تولیدی هم کیفیت بهتری خواهد داشت وهمه این عوامل باعث افزایش بهره وری خواهند شد.

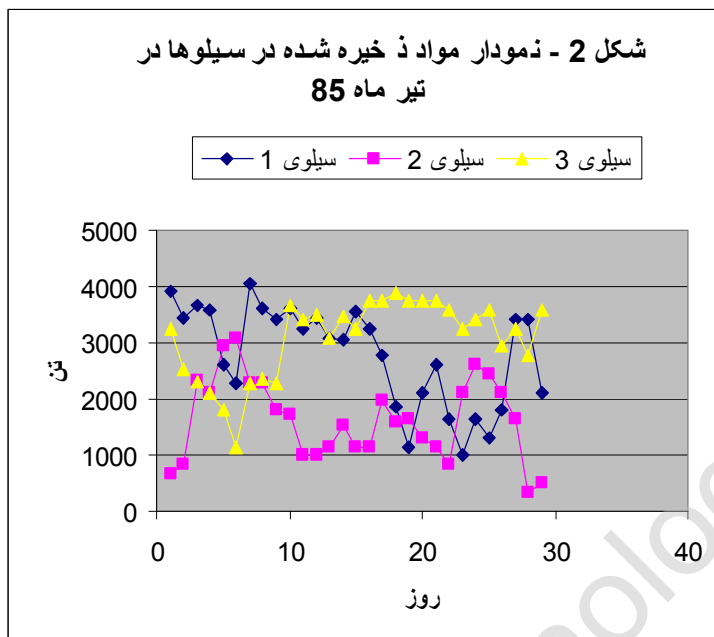
برای نیل به اهداف فوق مقاطع مختلف برداشت مواد (پنج متری) از آغاز انباشت سنگ در سالن، لایه به لایه توسط اپراتورهای تنظیم مواد در آزمایشگاه محاسبه و هر روز در اختیار معدن گذاشته میشود، مسولین ترانسپورت هم با نظارت مدیریت معدن در مقاطع پنج متری بگونه ای سنگ انباشت میکنند تا هر یک از مقاطع پس بر شدن سالن انالیزی نزدیک به مقدار از پیش تعریف شده داشته باشند واین عمل از اولین تا آخرین لایه در یک سالن وازیک سالن به سالن دیگر تکرار میشود. اگر چه این محاسبات برای اپراتورها وقت گیر وخسته کننده است و همچنین تنظیم مقاطع پنج متری نسبت به تنظیم کل سالن برای معدن دشوارتر میباشد اما مزایای حاصله ارزش انرا دارد تا این دشواریها را بر خود هموار سازیم.

## کار تجربی

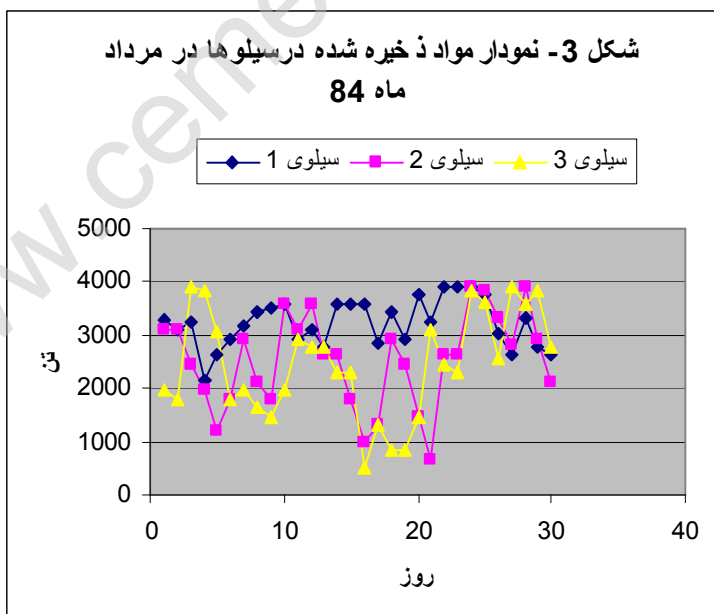
همانطور که قبلاً ذکر گردید اساس این کار تنظیم مقاطع پنج متری بجای کل سالن میباشد. اگر چه هنوز این کار بطور جدی شروع نشده وهمکاران مرتبط با این امر به مزایای این طرح پی نبرده اند اما همین حد از همکاری نیز نتایج راضی کننده ای در برداشته است و برای کسب نتایج بهتر نیاز به توجیه، فرهنگ سازی و تشویق افراد می باشد. برای نشان دادن تاثیر این عمل روی کیفیت و کمیت به ارائه چند نمودار بسنده میشود. لازم به ذکر است که در این مدت بندرت آسیای مواد برای گرفتن اصلاحی متوقف شده است و این به معنی بالا رفتن تولید میباشد ضمناً در همین زمان به دلیل مشکلات زیست محیطی مجبور به ریختن لایه های ضخیمتر در سالن بوده ایم که این خود تاثیر منفی روی کیفیت میگذارد اما علیرغم این محدودیت جدید، نمودارها نشان میدهند که نه تنها افت کیفیت بوجود نیامده بلکه در برخی موارد بهبود هم حاصل شده است.

نمودار ذخیره مواد در سیلوها نشاندهنده کیفیت مواد میباشد. برای مقایسه، ذخایر تیر و مرداد ماه سالهای 84 و 85 ارائه میگردد.

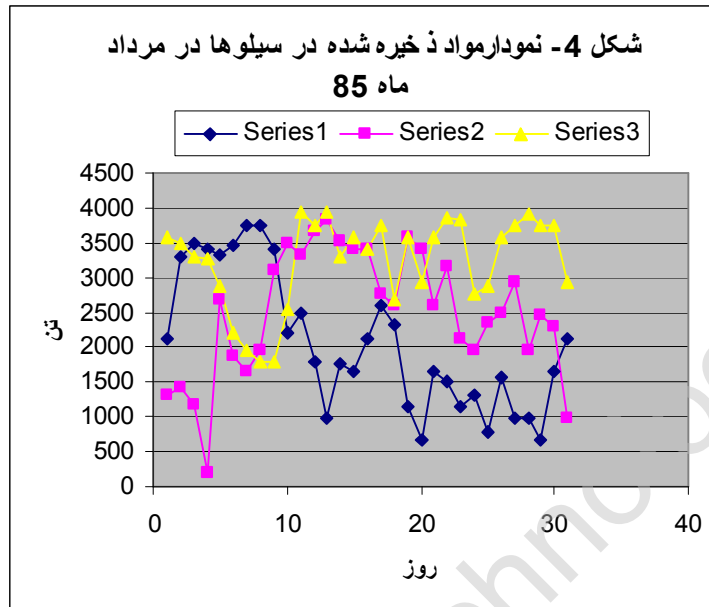




همانگونه که ملا حظہ میگرد د در تیر ماه 84 سیلوی یک در اکثر موارد حاوی بیشترین مقدار مواد و سیلوی سه در رده بعدی و سیلوی د و کمترین مقدار را داشته است در رجا لیکه در تیر ماه 85 سیلوی سه بجز اوایل ماه حد اکثر تناژ را در خود جای داده و تقریباً همیشه فول بوده است ، سیلوی د و هم بالنسبه وضعیت بهتری داشته است .  
 حال نمودار ذخیره مواد سیلوها در مرداد ماه 84 و 85 ارا ئه میگرد د .



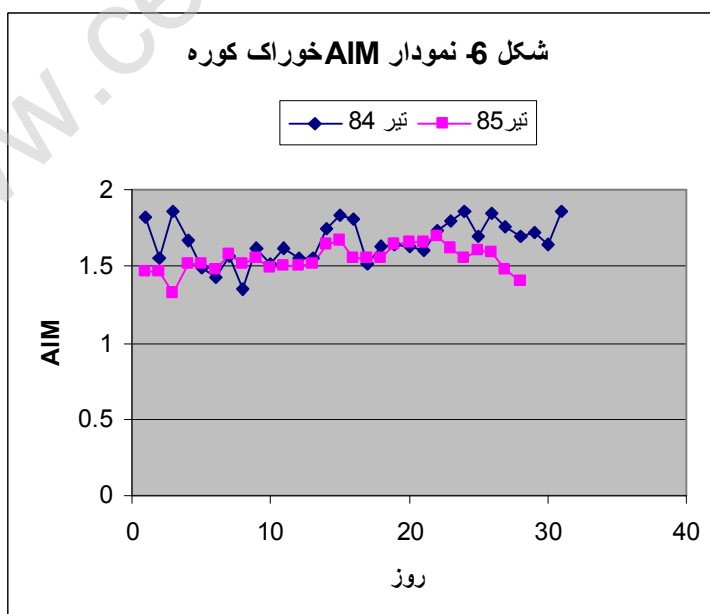
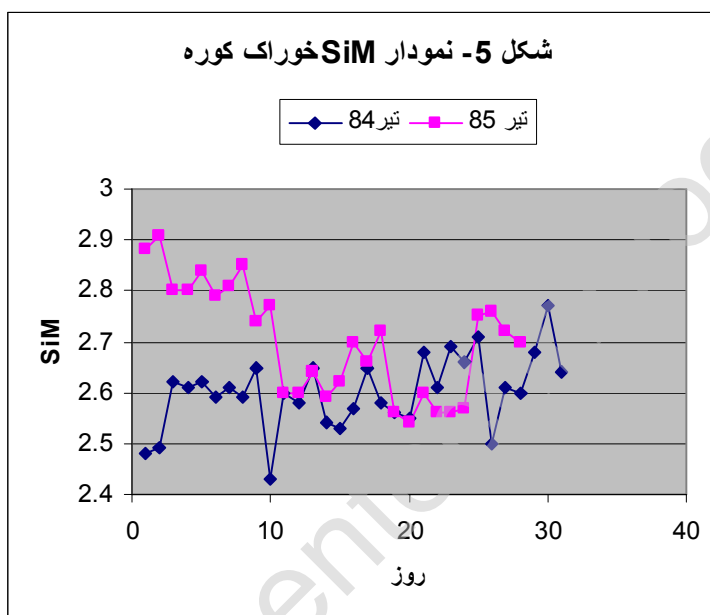


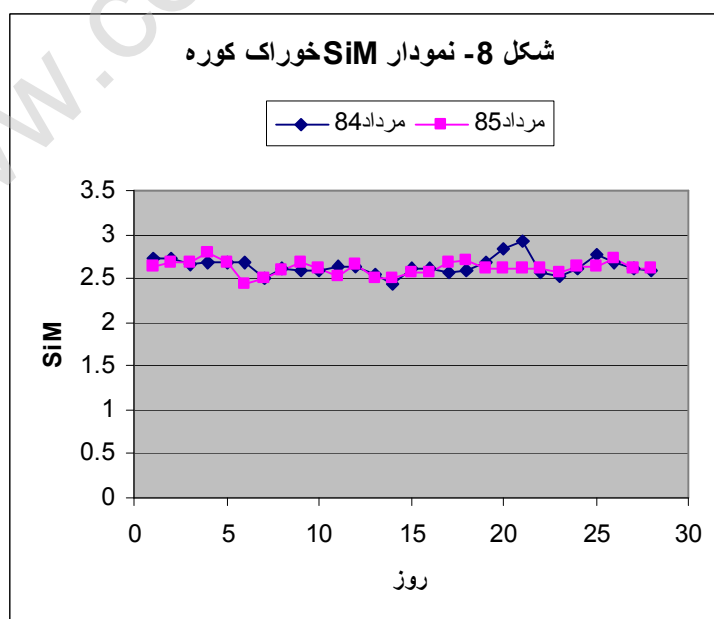
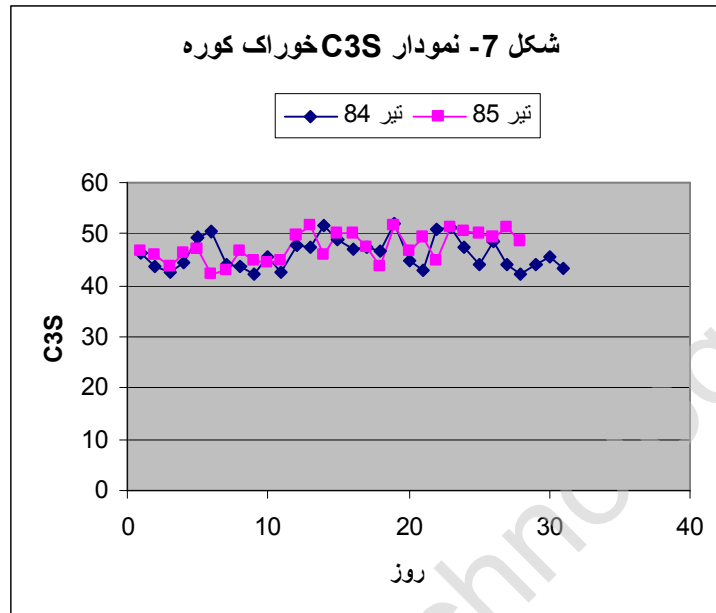


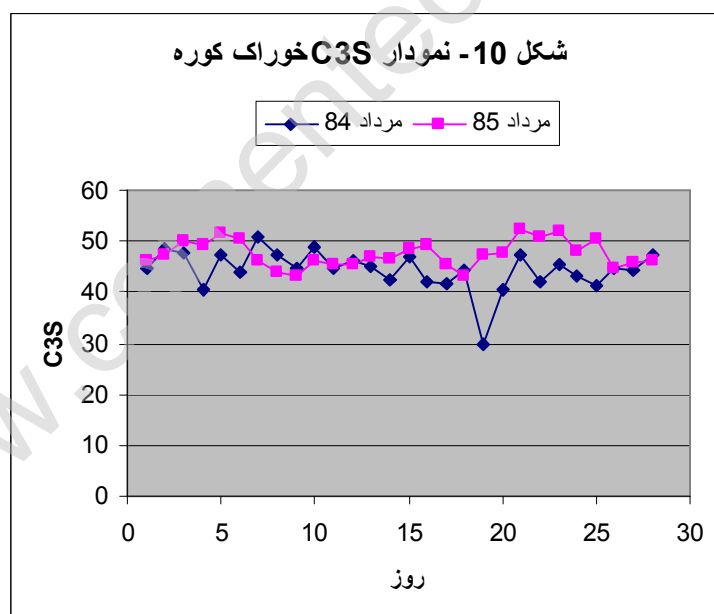
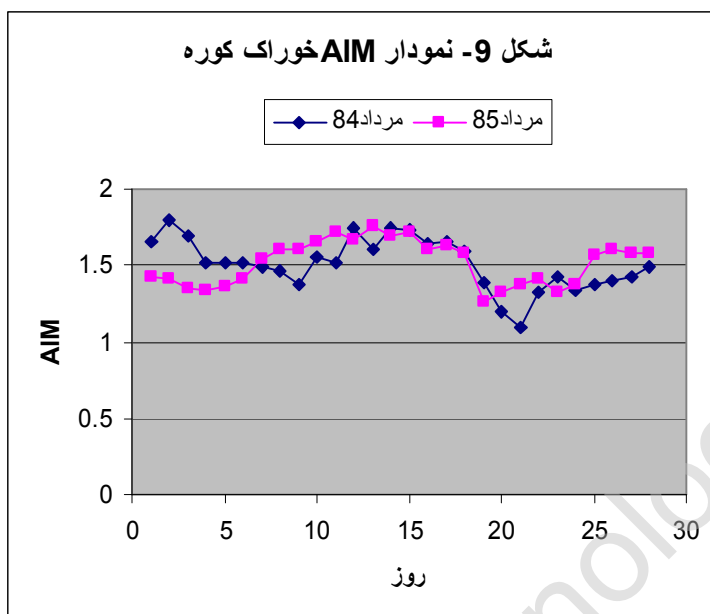
در مرداد ماه 84 سیلوی یک (شکل 3) در بیشتر اوقات دارای بیشترین مواد اما سیلوهای دو و سه وضعیت مناسبی نداشته اند در صورتیکه در همین ماه از 85 سیلوی سه دارای بیشترین و سیلوی دو در رده دوم و سیلوی یک کمترین (شکل 4) مقدار مواد را در خود جای داده اند. برای کسانیکه با تنظیم کیفیت مواد اشنایی دارند درک این مفاهیم دشوار نیست و تاثیر این کار بر رو تنظیم مواد، افزایش تولید، یکنواختی کار کوره و غیره را بخوبی میفهمند.

## بهبود کیفیت مواد

تأثیر این طرح بر فاکتورهای پخت با ارائه چند نمودار بررسی می‌گردد.







باتوجه به نمودارهای 5 تا 10 ملاحظه میشود که منحنی فاکتورهای مربوط به سال 85 اهنگی نرمتر دارند و کمتر نقاط شکست شدیدی در آنها مشاهده میگردد که این امر دال بریکنواختی و کیفیت بهتر مواد میباشد.

## نتیجه

در تیر ماه 84 به سیلوی یک 40,27، سیلوی دو و 22,97 و به سیلوی سه 36,75 درصد مواد انتقال یافته است حال آنکه در همین مدت از 85 سیلوی یک 37,11، سیلوی دو و 21,74 و سیلوی سه 41,15 درصد را در خود جای داده اند. همینطور در مرداد سال 84 سیلوی یک 39,35، سیلوی دو 30,81 و سیلوی سه 29,85 درصد و در مرداد ماه 85 سیلوی یک 26,5، سیلوی دو 32,1 و سیلوی سه 41,4 درصد از مواد را پذیرا بوده اند. با توجه به تناژهای ذخیره شده در هر سیلو مشاهده میشود که درصد مواد سیلوی یک کاهش و درصد مواد سیلوی سه افزایش یافته است و این معنایی جز بهبود کیفیت مواد ندارد. این امر با بررسی فاکتورها نیز تایید میگردد. بنابراین هر چند این طرح بطور آزمایشی انجام میشود و فقط مدیترت محترم معادن با آزمایشگاه همراهی دارند اما در عین حال نتایج رضایی کننده میباشد. چنانچه این کار نهادینه شود و همکاران محترم بخش ترانسپورت معدن توجیه و همکاری جدی خود را شروع نمایند، مطمئناً نتایج بسیار بهتری حاصل خواهد شد. پر واضح است که برای نیل به این هدف باید زمان بیشتری صرف کرد و دشواریها را تحمل نمود و این امر تحقق نمییابد مگر با موافقت و مساعدت مدیران ارشد و همکاری مدیران محترم معادن و آزمایشگاه و صد البته ترغیب و تشویق کارکنان مرتبط با این کار. در واقع نتیجه کارمانند این است که سالن واحد چهار را به سالن واحد شش تبدیل نماییم.

در پایان لازم به ذکر میباشد که حالتی استثنایی در هر مقوله حتی در بهترین شرایط ممکن است بوجود آیند نباید فقط با یک جواب مثبت و یا یک پاسخ منفی به قبول یا رد چیزی اقدام نمود.

باتشکر قدرت مرادی