

رابطه برنامه ریزی تولید و هزینه انرژی الکتریکی مصرفی در آسیابهای سیمان شرکت سیمان هگمتان (طی سه ماهه‌ی دوم و سوم سال ۱۳۸۸)

● مهندس محمدباقر نوذر - شرکت سیمان هگمتان

● دکتر ناصر حمیدی، مهندس مرتضی هاشمی رامین - دانشگاه آزاد اسلامی قزوین

مقدمه:

با توجه به افزایش تولید داخلی سیمان در سال‌های اخیر شرکت‌های سیمان ناگزیر به صادرات محصول خود به کشورهای همجوار نظیر عراق و افغانستان که طی سال‌های آتی نیاز زیادی به مصرف سیمان خواهند داشت، روی آوردند. با توجه به حضور شرکت‌های سیمان کشورهای منطقه در این بازارها قیمت سیمان متأثر از مکانیسم عرضه و تقاضا می‌باشد و شرکت‌های ایرانی برای حفظ بقای خود در این بازارها عملاً چاره‌ای جز کاهش قیمت تمام شده محصول نخواهند داشت. در این بین هزینه انرژی الکتریکی که در حدود ۶ الی ۹ درصد قیمت تمام شده را شامل می‌گردد، با توجه به قیمت متفاوت هر کیلووات برق مصرفی در سه دوره زمانی کم باری، میان باری و اوج بار در طی شبانه روز و نیمه اول و دوم سال و حتی برخی ماه‌های سال می‌تواند گزینه مناسبی برای بهبود باشد. زیرا برخی واحدها نظیر آسیاب‌های سیمان ظرفیتی بیشتر از ظرفیت تولید کوره پخت سیمان که گلوگاه می‌باشد، را دارند. لذا در ساعاتی از شبانه روز متوقف می‌باشند و اگر فعالیت این واحدها طوری برنامه ریزی شود که بیشترین فعالیت را در ساعات ارزان بودن قیمت برق و کمترین فعالیت را در ساعات گرانی قیمت برق داشته باشند، نتیجه آن کاهش هزینه برق مصرفی و در نهایت کاهش قیمت تمام شده محصول می‌باشد.

در سال‌های اخیر اغلب شرکت‌های سیمان در راستای کاهش هزینه‌های برق مصرفی بویژه رعایت موضوع مذکور اقداماتی انجام داده‌اند. در این مقاله میزان صرفه‌جویی قابل تحقق و

چکیده

در این پژوهش انرژی الکتریکی مصرفی در صنعت سیمان بخش جنوبی از دوره‌های تولید را شامل می‌گردد. با آزادسازی قیمت سیمان و تغییرات ارزش تولید داخلی رقابت در بازار فروش شکل جدی‌تری به خود گرفت است. در این بین شرکت‌هایی که هزینه تولید پایین‌تری دارند، سود بیشتری کسب نموده و در صورت رقابت بر قیمت بیشتری کسب خواهند نمود.

یکی از روش‌های کاهش هزینه‌های تولید کم کردن هزینه انرژی الکتریکی مصرفی از طریق مدیریت زمان مصرف آن می‌باشد. زیرا قیمت انرژی الکتریکی در ساعات مختلف شبانه روز و همچنین فصل‌های مختلف و حتی برخی ماه‌های سال متفاوت می‌باشد. به گونه‌ای که هزینه برق مصرفی در ساعات اوج مصرف شبانه روز و اوج بار در ساعات کم بودن مصرف در شبکه سراسری برق می‌باشد. در صورتی که شرکت‌های سیمان فعالیت واحدی خود را طوری برنامه ریزی نمایند که مصرف انرژی الکتریکی را در زمان اوج مصرف شبانه روز حداقل برسانند، قادر خواهند بود تا هزینه‌های پرداختی بابت برق را تا حد قابل توجهی کاهش دهند. در این مقاله رابطه بین برنامه ریزی تولید و هزینه انرژی الکتریکی مصرفی در مدیریت زمان مصرف طی یک دوره زمانی شش ماهه در سال ۱۳۸۸ در آسیاب‌های سیمان شرکت سیمان هگمتان تعیین شده است. همچنین با مناسبه هزینه انرژی الکتریکی مصرفی به ازای هر تن تولید آسیاب‌های سیمان عملکردهای یک از نظر مدیریت مصرف انرژی الکتریکی رونق بندی شده است.

کلیدواژه‌ها:

برنامه ریزی تولید، مدیریت زمان مصرف، کم باری، میان باری، اوج بار

۴. نسبت هزینه برق مصرفی برای تولید در اوج بار به کل هزینه برق مصرفی

X	Y	$\sum XY$	$\sum X^2$
6.29	31.8	200.02	39.56
11.9	43.3	515.27	141.61
12.9	42.47	547.86	166.41
15.49	46.6	721.83	239.44
$\sum X = 46.56$	$\sum Y = 164.17$	$\sum XY = 1984.98$	$\sum X^2 = 587.52$

$$X = \frac{\sum X}{n} = \frac{46.56}{4} = 11.64$$

$$Y = \frac{\sum Y}{n} = \frac{164.17}{4} = 41.04$$

$$b = \frac{\sum XY - nXY}{\sum X^2 - nX^2} = \frac{1984.98 - 4(11.64)(41.04)}{587.52 - 4(11.64)^2} = 1.62$$

$$a = Y - bX = 41.04 - (1.62 \times 11.64) = 22.09$$

همچنین نسبت آن در مقایسه با کل هزینه برق مصرفی حاصل از رعایت فعالیت در اوج بار طی یک دوره زمانی شش ماهه در سال ۱۳۸۸ در چهار واحد آسیاب سیمان شرکت سیمان هگمتان تعیین شده است. همچنین از طریق شاخصی که در برگزیده متغیرهای موثر بر هزینه برق مصرفی است، عملکرد هر یک از واحدها در زمینه مدیریت مصرف برق مورد ارزیابی و رتبه بندی قرار گرفته است.

با توجه به این که هدف این تحقیق پاسخ به یک سوال کاربردی در شرکت مورد نظر می باشد و پاسخگویی به آن می تواند مدیریت را در برنامه ریزی برای مدیریت مصرف و کاهش هزینه انرژی الکتریکی مصرفی یاری نماید لذا این تحقیق کاربردی است و به دلیل توصیف شرایط کارخانه، تحقیق توصیفی از نوع همبستگی است. اطلاعات و داده های مورد نیاز از آرشیو مستندات تولید، کتابها و مقالات مرتبط با موضوع مورد نظر گردآوری شده است.

جدول ۱- زمانبندی کنتورهای سه تعرفه مطابق اعلام شرکت برق

قیمت فروش تکلیفی (تعرفه ای)	مولفه های برق	بهای هر کیلووات	طول مدت
کم باری	ریال ۲۲/۴۸	۸ ساعت	
میان باری	ریال ۱۳۴/۵۱	۱۲ ساعت	
اوج بار	ریال ۴۴۲/۹۶	۴ ساعت	
اوج بار جمعه	ریال ۲۳۷/۹۶	۴ ساعت	
قیمت آزاد	ریال ۷۷۲		

تجزیه و تحلیل داده ها:

پس از گردآوری داده ها عملیات زیر روی آنها صورت پذیرفت:
الف- عملیات آماری: در حوزه آمار توصیفی فراوانی ها، میانگین ها و درصد فراوانی ها و درصد تجمعی ها برای داده ها محاسبه گردید (جدول ۲) که نتایج آن به شرح ذیل می باشد:
واحدهای مورد بررسی:

- ۱- آسیاب سیمان ۱۱
- ۲- آسیاب سیمان ۱۲
- ۳- آسیاب سیمان ۲۱
- ۴- آسیاب سیمان ۲۲

ب- در نهایت با استفاده از رگرسیون دو متغیره شدت همبستگی و ضریب تعیین بین نسبت هزینه کار در اوج بار به کل هزینه و نسبت تولید در اوج بار به کل تولید محاسبه گردید.

محاسبه ضریب تعیین و همبستگی:

R^2 : نسبت تولید در اوج بار به کل تولید

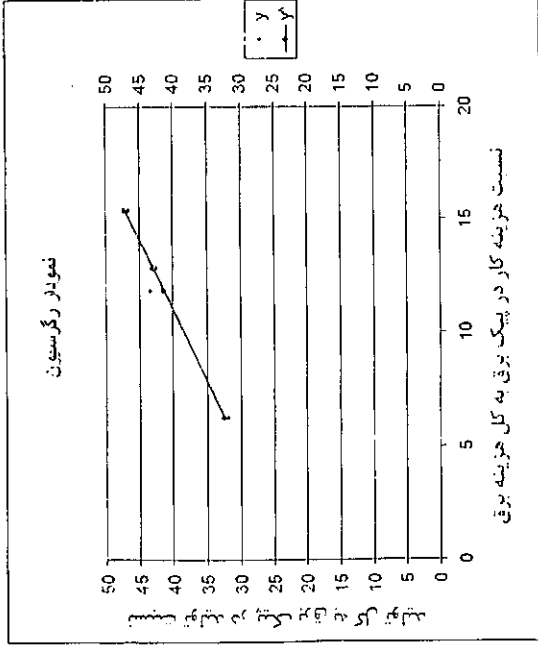
جدول ۲- قیمت فروش تکلیفی (تعرفه ای) برق مطابق اعلام شرکت برق

زمانبندی تعرفه های برق	ساعات میان باری	ساعات اوج بار	ساعات کم باری
نیمه ی اول سال	۷-۱۹	۱۹-۲۲	روز بعد ۷-۲۲
نیمه ی دوم سال	۵-۱۷	۱۷-۲۱	روز بعد ۵-۲۱

- در ماه های تیر و شهریور ۱۵٪ و در مرداد ۲۰٪ به بهای برق مصرفی افزوده می شود
- به دلیل تاثیر کم اوج بار جمعه در هزینه نهایی از تفاوت هزینه آن با اوج بار صرف نظر گردیده و هزینه آن معادل اوج بار در نظر گرفته شد.

جدول ۳- وضعیت تولید و هزینه انرژی الکتریکی مصرفی دیارتمان ها از تاریخ ۸۸/۴/۱ لغایت ۸۸/۹/۳۰

دیارتمان	میزان تولید در ۶ ماه (تن)	میزان تولید در اوج بار (تن) در ۶ ماه	نسبت تولید در اوج بار به کل تولید	هزینه برق مصرفی برای کل تولید (ریال)	هزینه برق مصرفی برای تولید در اوج بار (ریال)	نسبت هزینه کار در اوج بار به کل هزینه	صرفه جویی در صورت انجام کار در زمان کم باری	درصد صرفه جویی نسبت به کل هزینه	هزینه برق مصرفی به ازای هر تن (ریال)
آسیاب سیمان ۱۱	۲۴۹۰۰۰	۲۲۲۰۶	۱۲/۹	۱۴۹۹۳۶۶۷۲۷	۵۹۴۳۴۱۱۵۱	۴۲/۲۷	۴۷۵۱۵۸۰۲۲	۳۲/۹	۵۶۱۹/۹
آسیاب سیمان ۱۲	۱۶۰۲۱۸	۱۰۰۷۹	۶/۲۹	۶۰۹۴۴۷۲۲۳۱	۱۹۴۱۱۸۹۶۷	۳۱/۸	۱۷۹۲۹۲۶۲۱	۲۹/۴	۲۸۰۲/۸
آسیاب سیمان ۲۱	۳۰۸۵۶۱	۴۷۸۰۴	۱۵/۴۹	۱۷۸۴۹۵۸۷۴۹	۸۴۱۷۵۶۷۸۰	۴۶/۶	۴۵۲۴۷۱۲۱۳	۲۵/۳	۵۷۸۴/۷
آسیاب سیمان ۲۲	۲۶۱۰۷۰	۲۹۶۴۶	۱۱/۹	۱۶۰۴۹۲۸۸۴۹	۷۴۲۰۲۰۸۲۶	۴۲/۳	۶۲۱۴۷۴۷۲۹	۳۹/۳	۶۱۴۷/۳
مجموع	۹۷۸۸۵۷	۱۲۹۸۳۵	۱۳/۲۶	۵۲۹۸۶۹۱۵۶۶	۲۲۶۲۲۴۷۷۲۴	۴۳/۷۷	۱۷۲۸۴۹۶۷۱۵	۳۲/۲	۵۵۱۵/۳



طی شش ماه برای هر آسیاب محاسبه گردید (جدول ۳) که به ترتیب آسیاب‌های ۱، ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۲۲ از نظر مدیریت مصرف انرژی الکتریکی رتبه‌بندی گردیده‌اند. یعنی آسیاب ۱۲ که کمترین هزینه انرژی الکتریکی به ازای هر تن تولید را داشته است در مجموع از نظر توزیع تولید در دوره‌های زمانی و نیز راندمان تولید بهترین وضعیت را دارا بوده است و آسیاب‌های ۱، ۱۰، ۱۱ و ۲۲ از نظر مدیریت مصرف انرژی الکتریکی در رده‌های بعدی قرار گرفته‌اند.

پیشنهادهای:

- ۱- پیشنهاد می‌گردد تاثیر سیاست نگهداری و تعمیرات بر هزینه برق مصرفی بررسی گردد.
- ۲- پیشنهاد می‌گردد تاثیر سیاست نگهداری و تعمیرات بر میزان برق مصرفی بررسی گردد.

منابع و مأخذ:

- انتشارات آتا - تهران - ۱۳۷۲
- خلیلی شورینی، سیاوش - روش‌های تحقیق در علوم انسانی - دانش پژوه - تهران - ۱۳۸۵
- طالعی، علیرضا - مفاهیم و کاربردهای آمار - مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران - تهران - ۱۳۸۱
- فرمگی، علی اکبر - صفرزاده، حسین - پیام پویا - تهران - ۱۳۷۸
- مستندات تولید آسیاب‌های سیمان - شرکت سیمان هگمتان - ۱۳۸۸

معادله رگرسیون به صورت ذیل می‌باشد:

$$\hat{Y} = a + bX$$

$$\hat{Y} = 22.09 + 1.62X$$

با توجه به معادله رگرسیون مقادیر (نسبت هزینه برق مصرفی برای تولید در اوج بار به کل هزینه برق مصرفی) را برای تمامی آنها (نسبت تولید در اوج بار به کل تولید) محاسبه نموده و نمودار رگرسیون رسم گردید.

$$X_1 = 6.29 \rightarrow \hat{Y}_1 = 32.37$$

$$X_2 = 11.9 \rightarrow \hat{Y}_2 = 41.36$$

$$X_3 = 12.9 \rightarrow \hat{Y}_3 = 42.98$$

$$X_4 = 15.49 \rightarrow \hat{Y}_4 = 47.18$$

محاسبه ضریب تعیین و همبستگی:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (f - \bar{f})^2}{\sum (F - \bar{F})^2}$$

$$R^2 = 1 - \frac{[(51.8 - 32.37)^2 + (43.3 - 41.36)^2 + (42.47 - 42.98)^2 + (46.6 - 47.18)^2]}{[(31.8 - 41.04)^2 + (43.3 - 41.04)^2 + (42.47 - 41.04)^2 + (46.6 - 41.04)^2]}$$

$$R^2 = 0.962 \rightarrow R = 0.98$$

نتایج:

با توجه به مثبت بودن شیب خط رگرسیون و عدد بدست آمده، همبستگی مثبت به میزان ۹۸٪ بین نسبت هزینه کار در اوج بار به کل هزینه برق مصرفی و نسبت تولید در اوج بار به کل تولید وجود دارد. در نتیجه بین برنامه‌ریزی تولید و هزینه برق مصرفی همبستگی مثبت وجود دارد.

در صورت جابجایی زمان فعالیت واحدها از اوج بار به کم باری و در صورت تکمیل پوشش زمان کم باری انجام آن در زمان میان باری در هزینه برق مصرفی در طی شش ماه مبلغ ۱۷۳۸۴۹۶۷۱۵ ریال صرفه‌جویی امکانپذیر بوده است که ۲۲٪ درصد کل هزینه برق مصرفی را شامل می‌گردد.

در نمودار رگرسیون نقاط زیر خط رگرسیون وضعیت بهتری از نظر مدیریت مصرف برق در اوج بار را داشته‌اند زیرا به ازای میزان معینی از تولید آن واحدها هزینه برق کمتری پرداخت شده است. در این بین آسیاب ۲۲ که در بالای خط رگرسیون قرار گرفته دارای ضعیف‌ترین مدیریت مصرف برق در اوج بار بوده است.

هزینه انرژی الکتریکی مصرفی به ازای هر تن تولید در