

مقایسه تطبیقی شاخصهای بهره وری تولید سیمان با بکارگیری مدل
برنامه ریزی آرمانی (مطالعه موردی در کارخانه سیمان شاهرود)^۱
دکتر احمد کاشف بهرامی^۲، مهرا ن سیف هاشمی^۳

چکیده :

در این مقاله سعی شده است بهبود عملکرد مدیریت از طریق اعمال برنامه ریزی جامع تولید و تأثیر آن بر برخی از شاخصهای بهره وری از طریق مقایسه مقادیر آنها با حالتی که برنامه ریزی جامع تولید در سیستم حاکم نبوده است، مورد بررسی قرار گیرد. شاخصهای بهره وری مورد مطالعه عبارتند از: ۱- شاخص رقابت پذیری هزینه نیروی کار، ۲- شاخص بهره وری نیروی کار، ۳- شاخص بهره وری سرمایه، ۴- شاخص ارزش افزوده به ارزش کل دارائیهها، و ۵- شاخص ارزش افزوده به ارزش ماشین آلات و تجهیزات. برای این منظور با استفاده از مدل برنامه ریزی آرمانی خطی (LGP)، برنامه ریزی جامع تولید (APP) برای محدوده زمانی مشخص (۶ ماهه اول سال ۸۲) انجام و نتایج حاصل از حل مدل توسط نرم افزار Lindo تعیین و جهت محاسبه شاخصهای بهره وری بهینه مورد استفاده قرار گرفته و در نهایت با مقایسه شاخصهای بهره وری در دو حالت بهینه و واقعی، بهبود عملکرد مدیریت نشان داده شده است. نتایج بدست آمده نشان می دهد که بکارگیری برنامه ریزی جامع تولید باعث افزایش کلیه شاخصهای بهره وری گردیده است.

واژگان کلیدی: بهره وری، صنعت سیمان، برنامه ریزی آرمانی، برنامه ریزی جامع تولید.

۱- مقدمه :

امروزه بهره وری فراتر از یک معیار، بلکه به عنوان یک فرهنگ و نگرش به کار و زندگی مطرح شده و بهبود آن منشأ اصلی توسعه اقتصادی است. تقریباً تمامی کشورهای توسعه یافته و اغلب کشورهای در حال توسعه، سرمایه گذاریهای زیادی را در جهت بهبود و ارتقاء بهره وری در سطوح مختلف (ملی، منطقه ای، بخشی، سازمانی و حتی فردی) انجام داده و رشد و توسعه روز افزون خود را مرهون توجه و نگرش صحیح به این مسئله می دانند.

۱- این مقاله از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای مهرا ن سیف هاشمی استخراج شده است.

۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مدیریت صنعتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان.

نمی توان ادعا کرد که در کشور ما، اهمیت و ارزش بهره وری به درستی شناخته شده باشد. به عبارت دیگر هنوز فرهنگ و نگرش بهره وری به طور کامل بر جامعه حاکم نبوده و لازم است در این زمینه قدمهای اساسی و مؤثری برداشته شود.

در سازمانهای صنعتی می توان با اعمال برنامه ریزی جامع تولید میزان بهره وری را افزایش داد، به طوری که با توجه به محدودیتهای منابع، ابزار و تجهیزات، علاوه بر پاسخگو بودن به تقاضای بازار، هزینه کمی را در جهت تحقق آن متحمل شد. در کشور ما، شرکتهایی وجود دارند که به دلیل صحیح نبودن برنامه ریزی تولید، کمتر قادر به دستیابی به میزان بهینه تولید، سطح نیروی انسانی و سطح موجودی انبار بوده، و به همین خاطر جهت پاسخگو بودن به تقاضای بازار، متحمل هزینه های اضافی می شوند. اندازه گیری بهره وری یکی از ابزارهای بهبود مدیریت می باشد که می تواند مشکلات عدم برنامه ریزی صحیح را آشکار نماید و با محاسبه شاخصهای بهره وری، می توان فرآیند فعالیتهای آن سازمان را تحت کنترل درآورد و از طریق برنامه ریزی جامع تولید آنها را بهبود بخشید. تلفیق این دو می تواند باعث کنترل و بهبود فرآیندها شود که اهمیت آن در هر سازمان کاملاً مشخص می باشد.

در شرایط کنونی، محدودیت منابع یا داده ها یکی از مسائل و مشکلات صنایع می باشد و استفاده بهینه از منابع، می تواند موجب افزایش بهره وری و نتیجتاً سوددهی صنعت شود همچنین بهره وری به عنوان یک شاخص مهم بیانگر عملکرد مدیران صنایع نیز خواهد بود.

هدف عمده در این تحقیق، مشخص نمودن اثر برنامه ریزی جامع تولید بر داده ها یا منابع - ارزشهای مصرف شده - و همچنین بر ستانده ها - ارزشهای تولید شده - و محاسبه شاخصهای بهره وری در حالت تولید بهینه - بر اساس داده ها و ستاده های بهینه - می باشد.

با توجه به تعدد شاخصهای بهره وری، در این تحقیق آنچه مد نظر می باشد، این است که اثر برنامه ریزی جامع تولید بر کدامیک از شاخصها مشهود تر خواهد بود. بنابراین با توجه به سهولت دسترسی به اطلاعات مربوطه جهت محاسبه شاخصها و درجه تأثیر پذیری شاخص در اثر برنامه ریزی تولید جامع، از میان شاخصهای بهره وری، تنها ۵ شاخص در نظر گرفته شده اند.

این شاخصها عبارتند از: رقابت پذیری هزینه نیروی کار، بهره وری نیروی کار، بهره وری سرمایه، نسبت ارزش افزوده به ارزش کل داراییها، و نسبت ارزش افزوده به ارزش ماشین آلات و تجهیزات. در این تحقیق به دنبال یافتن پاسخ این سوال هستیم که، آیا به کارگیری و اعمال برنامه ریزی جامع تولید، می تواند هر یک از شاخصهای مورد نظر را بهبود بخشد؟

روش مورد استفاده در این تحقیق روش تجربی - ریاضی بوده و عملاً نیاز به تحقیق و کار میدانی برای بدست آوردن اطلاعات و مطالعه مستندات و سوابق موجود در شرکت سیمان را داشت.

در این تحقیق، در مرحله اول با توجه به آمار و ارقام موجود در شرکت سیمان شاهرود، شاخصهای بهره وری مورد نظر محاسبه شده اند. در مرحله بعد، با استفاده از مدل برنامه ریزی آرمانی خطی (LGP) از برنامه ریزی تولید جامع (APP)، نتایج حاصل از برنامه ریزی پیش بینی و در مرحله سوم بر اساس نتایج بدست آمده مجدداً شاخصهای بهره وری مورد نظر محاسبه شده اند. در مرحله آخر شاخصهای بهره وری محاسبه شده در مراحل اول و سوم، مقایسه و تأثیر برنامه ریزی جامع تولید مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در بخش بعدی، مدل برنامه ریزی جامع تولید معرفی می شود. شاخصهای بهره وری، خط تولید سیمان و مدل به کار گرفته شده در این تحقیق، موارد دیگری است که در بخشهای بعدی معرفی می شوند.

۲- برنامه ریزی جامع تولید (APP):^۱

برنامه ریزی درسیستمهای عملیاتی در سه سطح مختلف صورت می گیرد. این برنامه ها از جمله برنامه ریزی بلند مدت شامل تصمیماتی مانند تولید کالای جدید ، احداث واحد جدید و برنامه ریزی کوتاه مدت شامل برنامه زمانبندی انجام کارها می باشند. بین دو نوع برنامه ریزی فوق ، برنامه ریزی دیگری تحت عنوان برنامه ریزی جامع تولید یا میان مدت وجود

دارد . برنامه ریزی جامع شامل یک برنامه کلی برای جوابگویی به تقاضای پیش بینی شده با استفاده از امکانات سازمان می باشد [۱]. برنامه ریزی جامع را می توان یک برخورد کلان در تهیه یک برنامه تولید دانست [۳]. با استفاده از این برنامه مدیران رده بالای سازمان بدون وارد شدن به جزئیات برنامه ریزی روزانه ، می توانند تصمیماتی در خصوص نحوه استفاده از منابع اتخاذ نمایند.

برنامه ریزی جامع نحوه تنظیم سیاستهای کلی سازمان در بکارگیری ظرفیت سیستم عملیاتی و برآورد تقاضا به اقتصادی ترین روش در طول یک دوره معین را روشن می سازد . همچنین این برنامه ریزی ارتباط نزدیک و تنگاتنگی با دیگر وظایف سازمان مانند بودجه بندی ، سازماندهی و بازاریابی دارد . بنابراین در تهیه برنامه ریزی جامع ، هماهنگی و همکاری دیگر واحدهای سازمان ضروری است [۳]. لازم به توضیح است که جهت برنامه ریزی جامع از فنون متفاوتی استفاده می شود که به طور مختصر در جدول یک آورده شده است . در این مقاله از برنامه ریزی آرمانی خطی، LGP^۲ برای برنامه ریزی تولید استفاده شده است [۱].

جدول ۱ - فنون مورد استفاده در برنامه ریزی جامع (APP)

| روابط هزینه ای | | روشهای برنامه ریزی جامع |
|---|---|-------------------------|
| غیر خطی | خطی | |
| ج) مدل‌های ابتکاری و مدل‌های جستجوی کامپیوتری | الف) آزمایش و خطا استفاده از جدول استفاده از گراف | عدم ایجاد طرح بهینه |
| د) قانون تصمیم گیری خطی برنامه ریزی پویا | ب) برنامه ریزی خطی روش حمل و نقل روش سیمپلکس | ایجاد طرح بهینه |

۳- شاخصهای بهره وری :

برای اندازه گیری بهره وری در صنایع و مؤسسات اقتصادی ، از شاخص های متعدد و گوناگونی استفاده می شود. در واقع اندازه گیری نسبت ستانده یا ارزشهای تولید شده به داده و منابع یا ارزشهای مصرف شده، بیانگر نوعی شاخص بهره وری خواهد بود.

1- Aggregate Production Planning

2- Linear Goal Programming

جدول ۲ - شاخصهای بهره وری مورد مطالعه [۵]

| ردیف | شاخص | واحد | شرح |
|------|---|----------------|--|
| ۱ | رقابت پذیری هزینه نیروی کار ^۱ (LCC) : $LCC = \frac{(AV)^2}{LC}$ (AV) ارزش افزوده (LC) هزینه نیروی کار | عدد خالص | - این نسبت وضعیت رقابت پذیری مؤسسه را در ارتباط با هزینه نیروی کار نشان می دهد. - پائین بودن نسبت نشان دهنده هزینه بالای نیروی کار است که هماهنگ با ایجاد ارزش افزوده نمی باشد و بالعکس. |
| ۲ | بهره وری نیروی کار ^۲ (LP) : $LP = \frac{AV}{LN}$ (AV) ارزش افزوده (LN) تعداد کارکنان | ریال بر نفر | - منعکس کننده میزان ثروت تولید شده در مؤسسه به نسبت تعداد کارکنان آن است - بالا بودن نسبت نشان دهنده اثرات مطلوب عامل نیروی کار در فرآیند تولید و پائین بودن آن در نتیجه اثرات نامطلوب نیروی کار می باشد. |
| ۳ | بهره وری سرمایه ^۳ (CP) : $CP = \frac{AV}{FA}$ (AV) ارزش افزوده (FA) دارائیهای ثابت | عدد خالص | - درجه استفاده از دارائیهای ثابت مشهود را نشان می دهد. - بالا بودن نسبت بیانگر کارآئی در استفاده از دارائیهای و پائین بودن آن کارآئی ضعیف استفاده از دارائیهای را نشان می دهد. |
| ۴ | ارزش افزوده به ارزش کل دارائیهای : $= \frac{AV}{ATV}$ (AV) ارزش افزوده (ATV) ارزش کل دارائیهای | عدد خالص | - این نسبت درجه بکارگیری کل دارائیهای را نشان می دهد. - بالا بودن نسبت نشانگر کارآئی بالا در بکارگیری دارائیهای و پائین بودن آن بیانگر بکارگیری ضعیف دارائیهای می باشد. |
| ۵ | ارزش افزوده به ارزش ماشین آلات و تجهیزات : $= \frac{AV}{\text{ارزش ماشین آلات و تجهیزات}}$ (AV) ارزش افزوده | عدد خالص | - این شاخص منعکس کننده بکارگیری و استفاده از دارائیهای ثابت بویژه ماشین آلات و تجهیزات است. - بالا بودن شاخص مزبور نشانگر کارآئی بالای شرکت در بکارگیری ماشین آلات و تجهیزات است و بالعکس. |

در این مقاله جهت بررسی اثر برنامه ریزی تولید جامع، از شاخصهای بهره وری مندرج در جدول ۲

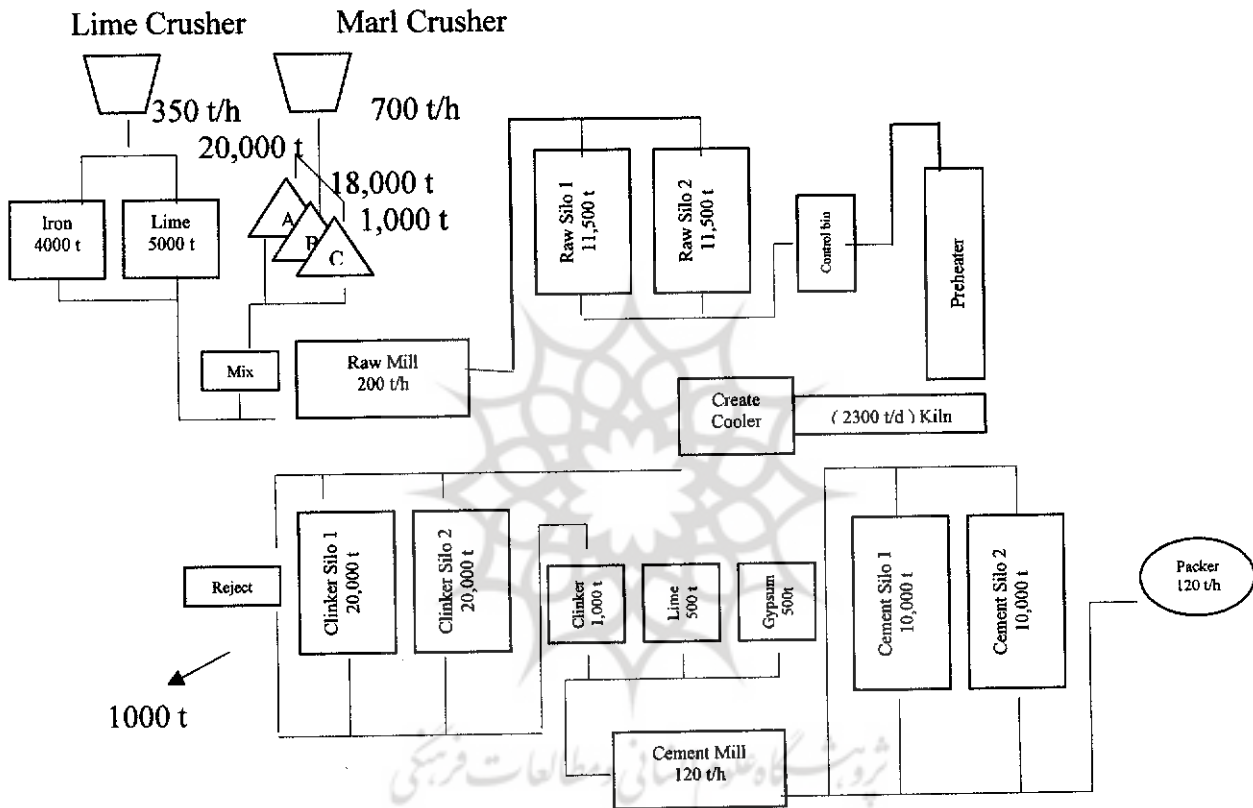
استفاده شده است [۸،۴].

۴- آشنایی با فرایند تولید سیمان

- 1- Labour Cost Competable
- 2- Value Added
- 3- Labour Cost
- 4- Labour Productivity
- 5- Labour Number
- 6- Capital Productivity

فرایند تولید سیمان به طور مختصر در شکل یک نشان داده شده است. در این شکل هر یک از قسمتهای مهمتر با عدد مشخص شده، آنگاه در زیر شکل توضیح های لازم با اشاره به این اعداد آورده شده است. در این شکل همچنین سعی شده است تا به آن قسمتهایی اشاره شود که، در این تحقیق و در پایه گذاری مدل به آن نیاز است. علاوه بر آن در جدول ۳، توضیح های بیشتری آورده شده است [۶].

شکل ۱: آشنایی با فرایند تولید سیمان (۶).



- ۱- استخراج مواد اولیه از معادن مربوطه
- ۲- خرد کردن مواد اولیه استخراج شده
- ۳- مخلوط کردن اولیه و ذخیره سازی
- ۴- پودر کردن (آسیاب مواد) مخلوط مواد خام
- ۵- تنظیم مواد خام
- ۶- سیلوهای مواد خام
- ۷- پیش گرمکن
- ۸- پخت مواد خام در کوره
- ۹- خنک کن
- ۱۰- سیلوی (انبار) کلینکر
- ۱۱- آسیاب سیمان
- ۱۲- سیلوهای سیمان
- ۱۳- بارگیرخانه

۵- برنامه ریزی آرمانی خطی (LGP):

هر شخص و هر سازمانی، به دنبال رسیدن به آرمانهای خود می باشد. با پیچیده شدن محیط تصمیم گیری رسیدن به این آرمانها مشکل می شود. برنامه ریزی خطی که سعی در رسیدن به

یک آرمان مشخص دارد، به عنوان یکی از تکنیکهای کم نظیر شناخته شده، ولی یکی از نقایص عمده آن این است که تنها یک آرمان را در نظر می گیرد [۱]. به عبارت دیگر، بدون این که به شرایط دیگر مسئله از لحاظ اهدافی که اولویت کمتری دارند، توجه کند، فقط یک آرمان را در نظر گرفته و سعی می کند آن را بهینه کند. این نقص با ارائه روش برنامه ریزی آرمانی تا حدی برطرف شده است. روش برنامه ریزی آرمانی قادر است که آرمانهای متعدد را در نظر گرفته و به ترتیب اولویتهای مورد نظر، در جهت رسیدن همزمان به آنها عمل نماید.

جدول ۳ - مراحل در نظر گرفته شده در فرآیند تولید سیمان

| نام مرحله | شرح مرحله |
|-------------|---|
| مرحله اول | مرحله دانه بندی (سنگ شکن) آهک و آهن و انبارش محصول خرد شده در محلهای ذخیره (سیلو، انبار مسقف و انبار روباز) |
| مرحله دوم | مرحله دانه بندی (سنگ شکن) مارل و انبارش مارل خرد شده در محل ذخیره آن (انبار مسقف) |
| مرحله سوم | مرحله ترکیب وزنی مواد و آسیاب مواد و انبارش مواد خام آسیاب شده در سیلوهای مربوطه |
| مرحله چهارم | مرحله پخت مواد خام در کوره و تولید کلینکر و انبارش کلینکر در محلهای ذخیره (سیلوها و انبار روباز) |
| مرحله پنجم | مرحله آسیاب کلینکر و تولید سیمان و انبارش سیمان در سیلوهای مربوطه |
| مرحله ششم | مرحله بسته بندی پاکتی سیمان و بارگیری و تحویل آن و در صورت نیاز انبارش پاکتهای سیمان در انبار مسقف |

برنامه ریزی آرمانی گسترش و تعدیل برنامه ریزی خطی می باشد [۷]. با روش برنامه ریزی آرمانی می توان حل همزمان سیستم تابع هدف پیچیده را بدست آورد. به عبارت دیگر، برنامه ریزی آرمانی تکنیکی است که به وسیله آن می توان مسائل تصمیم گیری مربوط به یک هدف یا زیر هدفها را حل نمود. از طرفی دیگر تابع هدف مدل برنامه ریزی آرمانی می تواند از چند واحد اندازه گیری مختلف تشکیل شده باشد. اغلب اوقات آرمانهای چند گانه تصمیم گیرندگان با هم در تضاد می باشند و حصول به یکی از آنها به قیمت از دست دادن آرمانهای دیگر می شود [۹]. بنابراین، برای حل چنین مسئله ای، باید آرمانها را از لحاظ اهمیت، اولویت بندی نمود. در صورتی که مدیریت یا تصمیم گیرنده، بتواند اولویتهای مورد نظر خود را از لحاظ درجه اهمیت آنها، حتی به طور ذهنی مرتب نماید، به شرطی که تمام محدودیتهای آرمانی رابطه خطی داشته باشند، مسئله فوق، با استفاده از برنامه ریزی آرمانی قابل حل می باشد.

۶- مدل سازی:

در این بخش از مقاله، مدل بکار رفته در تحقیق، در چند بخش معرفی می شود. ابتدا لازم است مفروضات این مدل مطرح شوند. پس از معرفی مدل بکار رفته به همراه سایر نیازمندیهای آن مورد بحث قرار خواهد گرفت.

۶-۱- مفروضات مدل آرمانی :

۶-۱-۱- برای معرفی متغیرهای انحراف از آرمانها، سعی می شود حتی الامکان، از علائم اختصاری مترادف با معنای آنها استفاده شود. مثلاً برای انحراف مثبت انبار از نماد (I)، برگرفته از لغت Inventory، استفاده شده است.

۶-۱-۲- در طراحی مدل مذکور، آرمانهای چند گانه طوری مرتب می شوند که آرمانهای با اولویت پائین تر هنگامی مطرح شوند که، آرمانهای با اولویتهای بالاتر ارضاء شده باشند. این موضوع دلالت بر این دارد که در همه یا بعضی از گروهها انحراف از آرمانها مجاز شناخته شده است. در مدل برنامه ریزی آرمانی کمتر اتفاق می افتد که، دستیابی کامل به همه آرمانها امکان پذیر باشد. در این حالت ترکیبی از آرمانها در حل مدل مورد نظر قرار می گیرند [۹].

۶-۱-۳- تابع هدف (دستیابی) در مدل مذکور شامل حداقل کردن مجموع انحرافات از آرمانهای مورد نظر می باشد. بنابراین بایستی انحرافات با بالاترین اولویت تا آنجا که ممکن است مینیمم شود و پس از آنکه هیچ پیشرفتی روی گروه با بیشترین اولویت ممکن نباشد، بالاترین اولویت بعدی مینیمم گشته و این کار تا آخر ادامه می یابد .

۶-۱-۴- جهت بررسی تأثیر برنامه ریزی جامع تولید بر شاخصهای بهره وری ، عامل ارزش افزوده هر مرحله از تولید سیمان به عنوان یک محدودیت به مدل اضافه شده ، تا پس از حل مدل تأثیر آن بر عامل ارزش افزوده که مهمترین پارامتر در محاسبه شاخصهای بهره وری تحقیق می باشد، مورد بررسی قرار گیرد.

۶-۱-۵- فرآیند تولید سیمان به ۶ مرحله کلی تقسیم شده و کلیه بررسیها بر روی این مراحل انجام شده است . همچنین فرض بر این است که این مراحل دارای ۶ محصول: (۱) آهک و آهن خرد شده، (۲) مارل خرد شده، (۳) مواد خام آسیاب شده، (۴) کلینکر، (۵) سیمان آسیاب شده، و (۶) سیمان پاکتی می باشند .

۶-۲- طراحی مدل برنامه ریزی آرمانی خطی:

جهت طراحی مدل آرمانی خطی، لازم است ابتدا متغیرها، مقادیر ثابت، محدودیتها و همچنین عوامل اولویت یا آرمانها، معرفی شوند .

۶-۲-۱- معرفی متغیرها :

هر یک از مراحل شش گانه خط تولید سیمان شاهرود، با علامت $(i=1,2,3,4,5,6)$ ، i مشخص می شود. با توجه به این مطلب ، متغیرهای مدل به شرح زیر قابل تعریف هستند:

$$X_{ij} = \text{تناژ تولید در مرحله } i \text{ ام و در ماه } j \text{ ام}$$

$$(i=1,2,3,4,5,6) \quad \text{و} \quad (j=1,2,3,4,5,6)$$

I_{ij} = میزان موجودی محصول مرحله i ام در ماه j ام . (انحراف مثبت انبار ابتدای دوره و تولید در مرحله

i ام و در ماه j ام نسبت به تقاضای مربوطه)

n_{ij} = انحراف منفی انبار ابتدای دوره و تولید در مرحله i ام و در ماه j ام نسبت به تقاضای مربوطه .

O_{ij} = انحراف مثبت زمان کار (مقدار زمان اضافه کاری) بر حسب ثانیه از زمان معمول در مرحله i ام و در ماه j ام

U_{ij} = انحراف منفی زمان کار (مقدار زمان کم کاری یا میزان زمان استفاده نشده) بر حسب ثانیه نسبت به

زمان عادی در مرحله i ام و در ماه j ام

C_i = انحراف مثبت حاشیه سود در مرحله i ام

e_i = انحراف منفی حاشیه سود در مرحله i ام

a_i = انحراف مثبت ارزش افزوده در مرحله i ام

d_i = انحراف منفی ارزش افزوده در مرحله i ام

۶-۲-۲- معرفی مقادیر ثابت:

مقادیر ثابت بکار گرفته شده در مدل تحقیق به شرح زیر می باشند :

$I_{i,j-1}$ = میزان موجودی ابتدای دوره در مرحله i ام . $(I_{i,0})$

S_{ij} = حد بالای موجودی انبار برای محصول در مرحله i ام در ماه j ام .

D_{ij} = میزان تقاضای محصول در مرحله i ام در ماه j ام .

T_{ij} = زمان کل بکار گرفته شده (بر حسب ثانیه) در حالت عادی برای تولید محصول در مرحله i ام در ماه j ام .

j ام .

t_{ij} = میزان زمان بکار گرفته شده (بر حسب ثانیه) برای تولید هر تن محصول در مرحله i ام در ماه j ام .

$(p-v)_{ij}$ = حاشیه سود هر تن محصول در مرحله i ام در ماه j ام .

$(TP)_i$ = حاشیه سود دوره در مرحله i ام .

$(av)_{ij}$ = ارزش افزوده هر تن محصول در مرحله i ام در ماه j ام .

$(AV)_i$ = ارزش افزوده دوره در مرحله i ام .

m = تعداد مراحل در نظر گرفته شده در خط تولید سیمان

k = تعداد ماههایی که در زمانبندی تولید جامع در نظر گرفته شده است .

۶-۲-۳- معرفی عوامل اولویت :

جهت طراحی مدل برنامه ریزی آرمانی خطی علاوه بر متغیرها و مقادیر ثابت، به عوامل اولویت (آرمانها) نیاز می‌باشد. این عوامل بر اساس شرایط ویژه هر مؤسسه، از جمله نظر مدیران تعیین می‌شوند و اولویت بندی آنها نشان دهنده اهداف و ایده آلهای آن مؤسسه خاص است. بنابراین برای تمام سازمانها آرمانهای مشخص و از قبل تعیین شده‌ای برای وجود نداشته و هر سازمان، ساختار اولویت بندی خاص خود را خواهد داشت. اولویتهای یا آرمانهای در نظر گرفته شده برای طراحی مدل برنامه ریزی آرمانی خطی در سیمان شاهرود، به ترتیب زیر می‌باشند :

$$P_1 = \text{اولییتی که به انحراف منفی تولید از تقاضا نسبت داده می‌شود (یعنی } n_{ij} \text{)}$$

$$P_2 = \text{اولییتی که به انحراف منفی ارزش افزوده نسبت داده می‌شود (یعنی } d_i \text{)}$$

$$P_3 = \text{اولییتی که به انحراف منفی حاشیه سود نسبت داده می‌شود (یعنی } e_i \text{)}$$

$$P_4 = \text{اولییتی که به انحراف مثبت زمان تولید از زمان عادی هر مرحله تخصیص می‌یابد}$$

$$\text{(یعنی } O_{ij} \text{)}$$

$$P_5 = \text{اولییتی که به انحراف منفی زمان تولید از زمان عادی هر مرحله نسبت داده می‌شود}$$

$$\text{(یعنی } U_{ij} \text{)}$$

۴-۲-۴- تابع هدف مدل آرمانی خطی :

$$\min = \left[P_1 \left(\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m n_{ij} \right), P_2 \left(\sum_{i=1}^m d_i \right), P_3 \left(\sum_{i=1}^m e_i \right), P_4 \left(\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m O_{ij} \right), P_5 \left(\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m U_{ij} \right) \right]$$

در مدل آرمانی طراحی شده، مهمترین آرمان در نظر گرفته شده بدست آوردن حد اکثر فروش و یا به تعبیر دیگر اجتناب از فروش از دست رفته می‌باشد. بنابراین بالاترین اولویت یعنی P_1 به انحرافات منفی از تقاضا یعنی n_{ij} مربوط می‌شود.

آرمان دوم در نظر گرفته شده، بدست آوردن حداکثر ارزش افزوده می‌باشد که دارای اولویت P_2 بوده و به انحراف منفی از ارزش افزوده هر مرحله از تولید یعنی d_i مرتبط است.

آرمان سوم، کسب حداکثر حاشیه سود بوده و بنابراین دارای اولویت P_3 می‌باشد. برای تحقق این آرمان می‌بایست انحراف منفی از حاشیه سود هر مرحله از تولید، یعنی e_i ، حداقل شود.

آرمان چهارم در نظر گرفته شده ، حداقل نمودن زمان کار در وقت اضافه (کم کردن اضافه کاری) می باشد .

اولویت این آرمان P_4 بوده و برای تحقق بخشیدن به آن باید انحراف مثبت از زمان عادی کار ، یعنی O_{ij} حداقل شود.

آرمان پنجم ، حداکثر استفاده از زمان عادی یا به عبارت دیگر ثابت نگهداشتن سطح تعداد پرسنل می باشد

اولویت این آرمان P_5 بوده و برای تحقق آن می بایست انحراف منفی از زمان عادی کار ، یعنی U_{ij} حداقل شود.

۶-۲-۵- محدودیتهای آرمانی :

ST :

۶-۲-۵-۱- محدودیت آرمانی مربوط به تعادل تقاضا با موجودی انبار و میزان تولید طی دوره :

$$I_{i(j-1)} + X_{ij} - I_{ij} + n_{ij} = D_{ij} \quad ; \quad (i = 1,2,3,4,5,6) \quad (j = 1)$$

$$I_{i(j-1)} + X_{ij} - I_{ij} + n_{ij} = D_{ij} \quad ; \quad (j = 2,3,4,5) \quad (i = 1,2,3,4,5,6)$$

$$I_{i(j-1)} + X_{ij} + n_{ij} = D_{ij} \quad ; \quad (j = 6) \quad (i = 1,2,3,4,5,6)$$

اولین رابطه از این سری محدودیتها بیان می کند که انبار اول دوره در هر مرحله (I_{i0}) ، به علاوه واحدهای تولید شده در ماه اول (X_{i1}) ، منهای انبار نهائی یا موجودی انبار پایان دوره ماه اول (I_{i1}) ، به علاوه کمبود در ماه اول (n_{i1}) ، برابر با تقاضای اولین ماه (D_{ij}) می باشد. روابط دیگر نیز به طور مشابه قابل تشریح می باشند .

۶-۲-۵-۲- محدودیت سقف مجاز موجودی انبار در پایان هر ماه :

$$I_{ij} \leq S_{ij} \quad ; \quad (i, j = 1,2,3,4,5,6)$$

این محدودیت حد بالائی را برای سطح موجودی انبار قرار می دهد. به عبارت دیگر این رابطه بیان می کند که سطح موجودی انبار در طی زمان برنامه ریزی برای مرحله i ام و در ماه j ام می بایست از یک حد بالائی مثل S_{ij} کمتر باشد. لازم به توضیح است این محدودیت آرمانی نبوده و فقط جهت راهیابی به جواب درست و کاربردی به عنوان یک محدودیت خطی به مدل اضافه شده است .

۶-۲-۵-۳- محدودیت آرمانی ارزش افزوده هر مرحله از تولید :

$$\sum_{j=1}^k ((av)_{ij} \cdot X_{ij}) - a_i + d_i = (AV)_i ; \quad (i=1,2,3,4,5,6) \quad \forall i :$$

جهت برقراری ارتباط مؤثر بین موضوع برنامه ریزی جامع تولید و شاخصهای بهره وری ، محدودیت آرمانی ارزش افزوده به مدل اضافه شده است. این محدودیت (مثلاً به ازای $i=1$) تصریح می کند، ارزش افزوده هر تن محصول در مرحله یکم و در ماه اول $(av)_{11}$ ، ضرب در میزان تناژ تولید شده در مرحله یکم و در ماه اول $(X)_{11}$ ، به علاوه ارزش افزوده هر تن محصول در مرحله یکم و در ماه دوم $(av)_{12}$ ، ضرب در میزان تناژ تولید شده در مرحله یکم و در ماه دوم $(X)_{12}$ ، به علاوه ارزش افزوده هر تن محصول در مرحله یکم و در ماه سوم $(av)_{13}$ ، ضرب در میزان تناژ تولید شده در مرحله یکم و در ماه سوم $(X)_{13}$ ، به علاوه ارزش افزوده هر تن محصول در مرحله یکم و در ماه چهارم $(av)_{14}$ ، ضرب در میزان تناژ تولید شده در مرحله یکم و در ماه چهارم $(X)_{14}$ ، به علاوه ارزش افزوده هر تن محصول در مرحله یکم و در ماه پنجم $(av)_{15}$ ، ضرب در میزان تناژ تولید شده در مرحله یکم و در ماه پنجم $(X)_{15}$ ، به علاوه ارزش افزوده هر تن محصول در مرحله یکم و در ماه ششم $(av)_{16}$ ، ضرب در میزان تناژ تولید شده در مرحله یکم و در ماه ششم $(X)_{16}$ ، منهای انحراف مثبت ارزش افزوده دوره در مرحله یکم (a_1) ، به علاوه انحراف منفی ارزش افزوده دوره در مرحله یکم (d_1) برابر با ارزش افزوده دوره در مرحله یکم $(AV)_1$ خواهد بود. روابط دیگر این محدودیت هم به همین صورت قابل تشریح می باشند. با استفاده از این روابط و به ازای هر i می توان یک محدودیت داشت .

۴-۵-۲-۶- محدودیت آرمانی حاشیه سود هر مرحله از تولید :

$$\sum_{j=1}^k ((p-v)_{ij} \cdot X_{ij}) - c_i + e_i = (TP)_i ; \quad \forall i: \quad (i=1,2,3,4,5,6)$$

این محدودیت همانند محدودیت ارزش افزوده به ازای هر i مشخص کننده یک رابطه خواهد بود. به ازای $i=1$ محدودیت آرمانی حاشیه سود بدین ترتیب تشریح می گردد :

حاشیه سود هر تن محصول در مرحله یکم و در ماه اول $(p-v)_{11}$ ، ضرب در میزان تناژ تولید شده در مرحله یکم و در ماه اول $(X)_{11}$ ، به علاوه حاشیه سود هر تن محصول در مرحله یکم و در ماه دوم $(p-v)_{12}$ ، ضرب در میزان تناژ تولید شده در مرحله یکم و در ماه دوم $(X)_{12}$ ، به علاوه حاشیه سود هر تن محصول در مرحله یکم و در ماه سوم $(p-v)_{13}$ ، ضرب در میزان تناژ تولید شده در مرحله یکم و در ماه سوم $(X)_{13}$ ، به علاوه حاشیه سود هر تن محصول در مرحله یکم و در ماه چهارم $(p-v)_{14}$ ، ضرب در میزان تناژ تولید شده در مرحله یکم و در ماه چهارم $(X)_{14}$ ، به علاوه حاشیه سود هر تن محصول در مرحله یکم و در ماه پنجم $(p-v)_{15}$ ، ضرب در

میزان تناژ تولید شده در مرحله یکم و در ماه پنجم $(X)_{15}$ ، به علاوه حاشیه سود هر تن محصول در مرحله یکم و در ماه ششم $(p-v)_{16}$ ، ضرب در میزان تناژ تولید شده در مرحله یکم و در ماه ششم $(X)_{16}$ ، منهای انحراف مثبت حاشیه سود دوره در مرحله یکم (c_1) ، به علاوه انحراف منفی حاشیه سود دوره در مرحله یکم (e_1) ، برابر با حاشیه سود دوره در مرحله یکم $(TP)_1$ خواهد بود. روابط دیگر این محدودیت هم به همین صورت قابل تشریح می باشند.

5-5-2-6- محدودیت آرمانی زمان تولید :

$$t_{ij} \cdot X_{ij} - O_{ij} + U_{ij} = T_{ij} \quad ; \quad (i, j = 1, 2, 3, 4, 5, 6)$$

هدف از این محدودیت آرمانی در مرحله اول حد اقل کردن زمان اضافه کاری و در مرحله بعد حداکثر استفاده از زمان عادی کار می باشد. این محدودیت بیان می کند که زمان بکار گرفته شده برای تولید هر تن محصول در مرحله i ام و در ماه j ام، ضرب در تناژ تولید شده محصول در مرحله i ام و در ماه j ام، منهای انحراف مثبت (اضافه کاری) در مرحله i - ام و در ماه j ام، به علاوه انحراف منفی (زمان عادی استفاده نشده) در مرحله i ام و در ماه j ام برابر با زمان کل بکار گرفته شده در حالت عادی در مرحله i ام و در ماه j ام.

۶-۵-۲-۶- وضعیت متغیرها :

در اینجا، همه متغیرها مثبت در نظر گرفته می شوند.

$$X_{ij}, I_{ij}, n_{ij}, a_i, d_i, c_i, e_i, O_{ij}, U_{ij} \geq 0$$

۷- حل مدل :

پس از جمع آوری اطلاعات در مورد مقادیر ثابت موجود در مدل، شامل: مقادیر موجودی انبار ابتدا و انتهای دوره، میزان تقاضای محصول در هر مرحله از تولید در ماههای مختلف، کل زمان بکار گرفته شده در حالت عادی برای تولید محصول هر مرحله و در هر ماه، زمان سنجی تولید هر تن محصول در هر مرحله، حداکثر ظرفیت انبارها، تعداد شیفتهای کاری در هر مرحله و همچنین روزهای کاری عادی هر ماه و محاسبه سایر مقادیر ثابت موجود در مدل از جمله حاشیه سود هر تن محصول در هر مرحله و در هر ماه، حاشیه سود کل دوره در هر مرحله، ارزش افزوده هر تن محصول در هر مرحله و در هر ماه و همچنین ارزش افزوده کل دوره در هر مرحله، با توجه به اطلاعات اخذ شده، و قرار دادن مقادیر آنها در مدل، می توان نسبت به حل آن توسط نرم افزارهای کامپیوتری اقدام نمود. در این تحقیق، مدل مذکور با پنج بار تکرار در نرم افزار Lindo حل، و نتایج حاصل از حل آن جهت ادامه کار مورد استفاده قرار گرفته است. بر اساس جوابهای بدست آمده از مدل، شاخصهای بهره وری محاسبه، و این شاخصها با وضع موجود مقایسه و تأثیر برنامه ریزی جامع تولید بر شاخصها، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

لازم به توضیح است که محاسبه شاخصهای بهره وری در حالت واقعی، به کمک اطلاعات موجود در شرکت، مربوط به ۶ ماهه اول سال ۸۲، شامل: تعداد کارکنان، سرمایه ثابت و سرمایه در گردش و جمع کل دارائیهها، میزان هزینه کارکنان و ارزش ماشین آلات و تجهیزات، انجام شده است.

۸- ارزیابی نتایج حاصل از حل مدل با آرمانهای در نظر گرفته شده:

۱-۸ آرمان اول: پرهیز از فروش از دست رفته یا اجتناب از کمبود در تأمین نیاز تقاضا:

برای جلوگیری از فروش از دست رفته، ساختار مدل طوری طراحی شده تا اجتناب از کمبود در تأمین نیاز تقاضا از اهمیت بالاتری برخوردار باشد. به همین خاطر و برای تحقق این آرمان، انحراف منفی از تقاضا (یعنی n_{ij}) حداقل گردید.

نتایج حاصل از حل مدل گویای این مطلب است که تمامی n_{ij} ها به صفر رسیده اند که خود بیانگر دست یابی کامل به آرمان اول می باشد.

جدول ۴- اطلاعات واقعی جهت محاسبه شاخصهای بهره وری (ارقام به میلیون ریال)

| شرح | ماه | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر | مرداد | شهریور |
|---------------------------|--------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|
| ارزش افزوده | ۱۱۷۷۹ | ۱۳۲۴۸ | ۵۵۸۰ | ۱۵۶۲۰ | ۱۶۷۱۸ | ۱۶۰۵۷ | |
| هزینه کارکنان | ۸۳۱ | ۸۴۵ | ۷۵۰ | ۷۳۲ | ۷۸۲ | ۷۵۵ | |
| تعداد کارکنان | ۲۳۴ | ۲۳۴ | ۲۳۴ | ۲۳۴ | ۲۳۴ | ۲۳۴ | |
| دارائیهای ثابت | ۱۹۷۴۷۸ | ۱۹۷۴۷۸ | ۱۹۷۴۷۸ | ۱۹۷۴۷۸ | ۱۹۷۴۷۸ | ۱۹۷۴۷۸ | |
| کل دارائیهها | ۳۴۸۴۰۳ | ۳۴۸۴۰۳ | ۳۴۸۴۰۳ | ۳۴۸۴۰۳ | ۳۴۸۴۰۳ | ۳۴۸۴۰۳ | |
| ارزش ماشین آلات و تجهیزات | ۹۹۱۴۶ | ۹۹۱۴۶ | ۹۹۱۴۶ | ۹۹۱۴۶ | ۹۹۱۴۶ | ۹۹۱۴۶ | |

جدول ۵- محاسبه شاخصهای بهره وری در حالت واقعی

| شاخص | ماه | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر | مرداد | شهریور |
|-----------------------------------|--------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|
| رقابت پذیری هزینه نیروی کار (LCC) | ۱۴/۱۷ | ۱۵/۶۸ | ۷/۴۴ | ۲۱/۳۳ | ۲۱/۳۷ | ۲۱/۲۶ | |
| بهره وری نیروی کار (LP) | ۵۰/۳۴ | ۵۶/۶۱ | ۲۳/۸۴ | ۶۶/۷۵ | ۷۱/۴۴ | ۶۸/۶۲ | |
| بهره وری سرمایه (CP) | ۰/۰۵۹۶ | ۰/۰۶۷۱ | ۰/۰۲۸۳ | ۰/۰۷۹۱ | ۰/۰۸۴۶ | ۰/۰۸۱۳ | |
| ارزش افزوده به ارزش کل دارائیهها | ۰/۰۳۳۸ | ۰/۰۳۸۰ | ۰/۰۱۶۰ | ۰/۰۴۴۸ | ۰/۰۴۸ | ۰/۰۴۶۱ | |
| ارزش افزوده به ارزش ماشین آلات | ۰/۱۱۹ | ۰/۱۳۴ | ۰/۰۵۶۳ | ۰/۱۵۸ | ۰/۱۶۹ | ۰/۱۶۲ | |

۸-۲- آرمان دوم: اجتناب از کاهش در ارزش افزوده دوره:

در مدل طراحی شده، جهت تحقق این آرمان، انحراف منفی از ارزش افزوده هر مرحله تولید، یعنی d_i ، حداقل گردید. نتایج حاصل از حل مدل گویای این مطلب است که کلیه مقادیر d_i ها برابر صفر شده اند که خود نشان از تحقق کامل این آرمان دارد. از طرف دیگر انحراف مثبت ارزش افزوده هر مرحله از تولید (یعنی a_i) صفر نشده و دارای مقدار می باشد و بیانگر این مطلب است که مدل به ارزش افزوده بیشتری (به مقدار ۱/۰۱۲/۰۰۰/۰۰۰ ریال) نسبت به واقعیت دست یافته است

۸-۳- آرمان سوم: اجتناب از کاهش در حاشیه سود دوره:

در مدل طراحی شده، مشابه با ارزش افزوده، جهت دستیابی به این آرمان، انحراف منفی از حاشیه سود هر مرحله تولید، یعنی e_i ، حداقل گردید. نتایج حاصل از حل مدل نشان می دهد که کلیه مقادیر e_i ها برابر صفر شده اند که به معنای تحقق کامل این آرمان است. از طرف دیگر انحراف مثبت حاشیه سود هر مرحله از تولید (یعنی c_i) صفر نشده و دارای مقدار می باشد و بیانگر این مطلب است که مدل به حاشیه سود بیشتری، به مقدار ۶۹۶/۴۲۰/۰۰۰ ریال، نسبت به واقعیت دست یافته است.

۸-۴- آرمان چهارم: حداقل نمودن نیاز به اضافه کاری:

بدیهی است که با افزایش ساعات اضافه کاری، هزینه تولید افزایش خواهد یافت. از اینرو برای کاهش هزینه تولید و افزایش بهره وری لازم است تا جایی که کمبودی در تقاضا رخ ندهد، زمان اضافه کاری کاهش یابد. به همین خاطر در مدل تحقیق، انحراف مثبت از زمان عادی تولید، یعنی o_{ij} ، حداقل گردیده است، به طوری که به جز مراحل ۴ و ۵ در هیچ مرحله ای نیاز به اضافه کاری نمی باشد.

۸-۵- آرمان پنجم: حداکثر استفاده از ساعات عادی تولید

در مدل تحقیق جهت دستیابی به این آرمان، انحراف منفی از زمان عادی تولید، یعنی u_{ij} ، حداقل گردید و جواب بهینه حاصل گردید.

۹- مقایسه نتایج حاصل از حل مدل با اطلاعات واقعی:

جداول ۶ تا ۹، نتایج حاصل از اجرای مدل پیشنهادی را با روش فعلی مقایسه می کند.

جدول ۶ - جمع بندی نتایج مقایسه در حالت واقعی و حالت بهینه

| مراحل تولید | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ |
|--------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| شرح | | | | | | |
| زمان کل واقعی (ساعت) | ۱۳۳/۲۳ | ۱۰۷۶/۲ | ۳۳۹۶/۴۶ | ۳۸۲۸/۵۷ | ۳۷۲۰/۹۷ | ۱۴۶۹/۷۴ |
| زمان کل مدل (ساعت) | ۱۳۲/۳۷ | ۹۷۸/۰۳ | ۳۲۵۰/۴ | ۳۶۹۵/۴۷ | ۳۶۵۶/۵۱ | ۱۲۴۱/۷۹ |
| بهبود ناشی از مدل (ساعت) | ۱۰/۸۳ | ۹۸/۱۷ | ۱۴۶/۰۶ | ۱۳۳/۱ | ۶۴/۴۶ | ۲۲۸ |
| زمان عادی واقعی (ساعت) | ۱۳۳/۲۳ | ۱۰۶۴/۱۸ | ۳۲۵۹/۴۶ | ۳۴۱۵/۰۵ | ۳۳۹۶/۳۳ | ۱۴۶۹/۷۴ |
| زمان عادی مدل (ساعت) | ۱۳۲/۳۷ | ۹۷۸/۰۳ | ۳۲۵۰/۴ | ۳۳۹۹/۰۸ | ۳۲۲۸/۳۳ | ۱۲۴۱/۷۹ |
| بهبود ناشی از مدل (ساعت) | ۱۰/۸۶ | ۸۶/۱۵ | ۹/۰۶ | ۱۵/۹۷ | ۱۶۸ | ۲۲۷/۹۵ |
| اضافه کاری واقعی (ساعت) | - | ۱۲/۰۲ | ۱۳۷ | ۴۱۳/۵۲ | ۴۹۲/۶۴ | - |
| اضافه کاری مدل (ساعت) | - | - | - | ۲۹۶/۳۹ | ۲۶۰/۱۸ | - |
| بهبود ناشی از مدل (ساعت) | - | ۱۲/۰۲ | ۱۳۷ | ۱۱۷/۱۳ | ۲۳۲/۴۶ | - |

جدول ۷ - مقایسه ارزش افزوده در دو حالت واقعی و بهینه. (ارقام به میلیون ریال)

| شرح | ماه | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر | مرداد | شهریور |
|--------------------------------|-----|---------|----------|-------|-------|-------|--------|
| ارزش افزوده واقعی | | ۱۱۷۷۹ | ۱۳۲۴۸ | ۵۵۸۰ | ۱۵۶۲۰ | ۱۶۷۱۸ | ۱۶۰۵۷ |
| ارزش افزوده مدل (بهینه شده) | | ۱۱۷۹۳ | ۱۳۲۹۲ | ۵۶۵۸ | ۱۶۳۳۸ | ۱۶۷۴۲ | ۱۶۱۹۱ |
| بهبود ایجاد شده در ارزش افزوده | | ۱۴ | ۴۴ | ۷۸ | ۷۱۸ | ۲۴ | ۱۳۴ |

جدول ۸ - اطلاعات بدست آمده از حل مدل جهت محاسبه شاخصهای بهره وری. (ارقام به میلیون ریال)

| شرح | ماه | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر | مرداد | شهریور |
|---------------------------|-----|---------|----------|--------|--------|--------|--------|
| ارزش افزوده | | ۱۱۷۹۳ | ۱۳۲۹۲ | ۵۶۵۸ | ۱۶۳۳۸ | ۱۶۷۴۲ | ۱۶۱۹۱ |
| هزینه کارکنان | | ۸۳۱-a | ۸۴۵-b | ۷۵۰-c | ۷۳۲-d | ۷۸۲-e | ۷۵۵-f |
| تعداد کارکنان | | ۲۳۴ | ۲۳۴ | ۲۳۴ | ۲۳۴ | ۲۳۴ | ۲۳۴ |
| دارائیهای ثابت | | ۱۹۷۴۷۸ | ۱۹۷۴۷۸ | ۱۹۷۴۷۸ | ۱۹۷۴۷۸ | ۱۹۷۴۷۸ | ۱۹۷۴۷۸ |
| کل دارائیهای | | ۳۴۸۴۰۷ | ۳۴۸۴۸۹ | ۳۴۸۴۴۹ | ۳۴۸۹۴۳ | ۳۴۸۴۰۵ | ۳۴۸۴۲۱ |
| ارزش ماشین آلات و تجهیزات | | ۹۹۱۴۶ | ۹۹۱۴۶ | ۹۹۱۴۶ | ۹۹۱۴۶ | ۹۹۱۴۶ | ۹۹۱۴۶ |

۱۰- تحلیل بیشتر نتایج:

در این بخش، نتایج حاصل از تحقیق را در نظر گرفته و در رابطه با هر یک از آرمانهای مطرح شده، این نتایج را مجدداً تجزیه و تحلیل می نمایم.

۱- انحراف مثبت ارزش افزوده در کلیه مراحل تولید به معنای افزایش صورت کسر رابطه شاخص رقابت پذیری نیروی کار می باشد. همچنین کاهش اضافه کاری در کلیه مراحل تولید و استفاده بهینه از زمان کار عادی موجود باعث کاهش هزینه کارکنان شده و نتیجتاً مخرج کسر مذکور نیز کوچک می شود. در نتیجه، مقدار این شاخص در اثر برنامه ریزی جامع تولید با زیاد شدن ارزش افزوده، صورت کسر، و کاهش هزینه کارکنان، مخرج کسر، افزایش خواهد یافت.

۲- افزایش ارزش افزوده در کلیه مراحل تولید، به معنای افزایش صورت کسر رابطه شاخص بهره وری نیروی کار می باشد. با توجه به ثابت بودن تعداد کارکنان در طول دوره تحقیق، مخرج کسر مذکور ثابت می ماند.

در نتیجه، مقدار این شاخص نیز در اثر اعمال برنامه ریزی جامع تولید با زیاد شدن ارزش افزوده، صورت کسرو ثابت ماندن تعداد نیروی کار، مخرج کسر، افزایش می یابد.

جدول ۹ - محاسبه شاخصهای بهره وری با استفاده از اطلاعات بدست آمده از حل مدل و مقایسه مقادیر آنها در دو حالت واقعی و بهینه

| نام شاخص | مقایسه | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر | مرداد | شهریور |
|-----------------------------------|--------|---------|----------|--------|---------|---------|---------|
| رقابت پذیری هزینه نیروی کار (LCC) | واقعی | ۱۴/۱۷ | ۱۵/۶۸ | ۷/۴۴ | ۲۱/۳۳ | ۲۱/۳۷ | ۲۱/۲۶ |
| | بهینه | A>۱۴/۱۷ | B>۱۵/۶۸ | C>۷/۴۴ | D>۲۱/۳۳ | E>۲۱/۳۷ | F>۲۱/۲۶ |
| | بهبود | دارد | دارد | دارد | دارد | دارد | دارد |
| بهره وری نیروی کار (LP) | واقعی | ۵۰/۳۴ | ۵۶/۶۱ | ۲۳/۸۴ | ۶۶/۷۵ | ۷۱/۴۴ | ۶۸/۶۲ |
| | بهینه | ۵۰/۴ | ۵۶/۸۱ | ۲۴/۱۸ | ۶۸/۸۲ | ۷۱/۵۵ | ۶۹/۲ |
| | بهبود | ۰/۰۶ | ۰/۲ | ۰/۳۴ | ۲/۰۷ | ۰/۱۱ | ۰/۵۸ |
| بهره وری سرمایه (CP) | واقعی | ۰/۰۵۹۶ | ۰/۰۶۷۱ | ۰/۰۲۸۳ | ۰/۰۷۹۱ | ۰/۰۸۴۶ | ۰/۰۸۱۳ |
| | بهینه | ۰/۰۵۹۷ | ۰/۰۶۷۳ | ۰/۰۲۸۷ | ۰/۰۸۳ | ۰/۰۸۴۸ | ۰/۰۸۲ |
| | بهبود | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۳۹ | ۰/۰۰۰۲ | ۰/۰۰۰۷ |
| ارزش افزوده به ارزش کل دارائیهها | واقعی | ۰/۰۳۳۸ | ۰/۰۳۸۰ | ۰/۰۱۶۰ | ۰/۰۴۴۸ | ۰/۰۴۸ | ۰/۰۴۶۱ |
| | بهینه | ۰/۰۳۳۸ | ۰/۰۳۸۱ | ۰/۰۱۶۲ | ۰/۰۴۶۸ | ۰/۰۴۸ | ۰/۰۴۶۵ |
| | بهبود | — | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۰۲ | ۰/۰۰۲ | — | ۰/۰۰۰۴ |
| ارزش افزوده به ارزش ماشین آلات | واقعی | ۰/۱۱۹ | ۰/۱۳۴ | ۰/۰۵۶۳ | ۰/۱۵۸ | ۰/۱۶۹ | ۰/۱۶۲ |
| | بهینه | ۰/۱۱۹ | ۰/۱۳۴ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۱۶۵ | ۰/۱۶۹ | ۰/۱۶۳ |
| | بهبود | — | — | ۰/۰۰۰۸ | ۰/۰۰۷ | — | ۰/۰۰۱ |

۳- افزایش ارزش افزوده در کلیه مراحل تولید، به معنای افزایش صورت کسر رابطه شاخص بهره وری سرمایه می باشد. با توجه به ثابت ماندن دارائیههای ثابت در طول دوره تحقیق، مخرج کسر مذکور ثابت می ماند. در نتیجه مقدار این شاخص نیز در اثر اعمال برنامه ریزی جامع تولید با زیاد شدن ارزش افزوده، صورت کسر، و ثابت ماندن دارائیههای ثابت، مخرج کسر، افزایش داشت.

۴- با افزایش ارزش افزوده در کلیه مراحل تولید، صورت کسر رابطه مربوطه، شاخص ارزش افزوده به ارزش کل دارائیه‌ها افزایش می‌یابد. با توجه به ثابت ماندن ارزش دارائیه‌های ثابت و افزایش دارائیه‌های جاری، در اثر افزایش حاشیه سود، مخرج کسر مذکور افزایش خواهد یافت، ولی میزان افزایش در مخرج کمتر از میزان افزایش در صورت کسر بوده، در نتیجه، مقدار این شاخص نیز در اثر اعمال برنامه ریزی جامع تولید با زیاد شدن ارزش افزوده، صورت کسر، و افزایش ارزش کل دارائیه‌ها، مخرج کسر و به میزان کمتر از صورت، افزایش خواهد داشت.

۵- با افزایش ارزش افزوده در کلیه مراحل تولید، صورت کسر رابطه ارزش افزوده به ارزش ماشین آلات، افزایش و با ثابت بودن مخرج کسر، ارزش ماشین آلات و تجهیزات، مقدار این شاخص هم افزایش می‌یابد.

نتیجه کلی که از این تحقیق می‌توان گرفت این است که، در نتیجه اعمال برنامه ریزی جامع تولید، در کارخانه سیمان شاهرود، شاخصهای بهره وری مطرح شده در تحقیق جاری، افزایش می‌یابد. چنانچه بتوان این برنامه ریزی را در دراز مدت به کار بست، می‌توان شاهد سود دهی بیشتر برای این صنعت بود.

۱۱- خلاصه و نتیجه گیری:

۱- نتایج حاصل از اعمال برنامه ریزی آرمانی، گویای افزایش ارزش افزوده، افزایش حاشیه سود و کاهش زمان اضافه کاری نسبت به وضعیت فعلی می‌باشد، تأثیر هر یک از آنها در شاخصهای بهره وری به شرح زیر می‌باشد:

الف) افزایش ارزش افزوده در هر مرحله باعث افزایش صورت کسر شاخصهای بهره وری جدول ۲ می‌شود که خود عامل اصلی در جهت بهبود شاخصهای بهره وری خواهد بود.

ب) افزایش حاشیه سود در هر مرحله از تولید باعث افزایش دارائیه‌های جاری و نتیجتاً افزایش ارزش کل دارائیه‌های شرکت گردیده که در شاخص بهره وری سرمایه تأثیر گذار است.

ج) در اثر کاهش زمان اضافه کاری، هزینه کارکنان کاهش یافته و تأثیر آن در شاخص رقابت پذیری هزینه نیروی کار نمود پیدا کرده است.

۲- براساس بهبودهای ایجاد شده در اثر به کار گیری برنامه ریزی جامع، شاخصهای بهره وری مورد نظر، بر اساس نتایج حاصل از حل مدل، محاسبه و با مقایسه مقادیر آنها با مقادیر شاخصهای بهره وری در وضعیت فعلی، میزان بهبود شاخصهای بهره وری مشخص شده است. نتایج مقایسه نشان می‌دهد که:

الف) بیشترین تأثیر یا ماکزیمم بهبود، در شاخص رقابت پذیری هزینه نیروی کار، با افزایش صورت کسر بهره وری یعنی ارزش افزوده، و کاهش مخرج آن کسر یعنی هزینه کارکنان، بوده است. لازم به توضیح است که به دلیل در اختیار نداشتن اطلاعات کافی، مقدار ریالی کاهش در هزینه کارکنان از بابت کاهش زمان اضافه کاری، قابل محاسبه نبوده و از این رو میزان بهینه این شاخص، نامشخص بوده و قابل مقایسه با حالت فعلی نمی‌باشد ولی این اطمینان وجود دارد که ماکزیمم بهبود در این شاخص به وجود خواهد آمد.

ب) کمترین تأثیر یا مینییمم بهبود، در شاخص ارزش افزوده به ارزش کل دارائیه‌ها، با افزایش صورت کسر بهره وری، یعنی ارزش افزوده، و افزایش مخرج آن کسر یعنی ارزش کل دارائیه‌ها، می‌باشد. لازم به توضیح است که

میزان افزایش در صورت کسر، ارزش افزوده، بیش از افزایش درمخرج کسر، ارزش کل دارائیهها، بوده و در نهایت مقدار این شاخص، افزایش یافته است.

ج) سایر شاخصها با افزایش صورت کسر بهره وری، یا ارزش افزوده، و ثابت ماندن مخرج آن کسر یعنی تعداد کارکنان، دارائیههای ثابت و ارزش ماشین آلات و تجهیزات در حد بینابینی افزایش یافته اند.

۳- نتیجه کلی که می توان گرفت این است که، با بکارگیری برنامه ریزی آرمانی در کارخانه سیمان شاهرود می توان به نتایج زیر دست یافت:

الف) جوابگوی تقاضای مشتریان در زمان مقرر بود.

ب) اضافه کاری مورد نیاز هر ایستگاه کاری را مشخص ساخت.

ج) زمان بیکاری دستگاهها را مشخص نمود و از آن طریق در جهت تنظیم برنامه تعمیرات اضطراری و پیشگیرانه کمک گرفت.

۴- با توجه به مشابه بودن خطوط تولید سیمان در کارخانجات ایران، می توان ادعا کرد که با بکارگیری برنامه ریزی آرمانی در این کارخانجات، رسیدن به نتایج مشابه دور از انتظار نخواهد بود. به عبارت دیگر می توان گفت که، نتایج حاصله را می توان در صنعت تولید سیمان تعمیم داد.

فهرست منابع فارسی:

- ۱- آریانزاد، م.، ۱۳۷۴، برنامه ریزی خطی و الگوریتمهای نوین، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.
- ۲- الوانی و میر شفیعی، س. و ن.، ۱۳۸۰، مدیریت تولید، انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۳- درویتیسیوتیس - کستاس. ن.، ترجمه احمد جعفر نژاد، ۱۳۷۰، مدیریت عملیات و برنامه و کنترل تولید، چاپ مرکز و نشر سازمان تبلیغات اسلامی.
- ۴- سازمان بهره وری ملی ایران، ۱۳۷۶، راهنمای اندازه گیری بهره وری در واحدهای صنعتی، نشر بصیر.
- ۵- سیف هاشمی، سید مهران، (۱۳۸۳) مقایسه شاخصهای بهره وری تولید سیمان با بکارگیری مدل ریاضی برنامه ریزی آرمانی، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان.
- ۶- عزیزیان، محمد رضا، تکنولوژی سیمان، شرکت سیمان اکباتان، ۱۳۷۴.

فهرست منابع انگلیسی:

- 7- Ignizio, I.P. ,(1976) ,Goal Programming and Extention, Lexington Books, Heat Lexington Mass.
- 8 - Samanth, David,(1985), Productivity Engineering & Management, Newyork, Macgrow - Hill, Book Company.
- 9- Zeleny Milan, (1982), Multiple Criteria Decision Making, Macgraw Hill, USA.