کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی کسری در اندازه‌گیری بهره وری و برنامه‌ریزی تولید

سید حیدر میرفخرالدینی- دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

موضوع اصلی این تحقیق کاربردی طراحی یک مدل ریاضی کسری آرمانی در می باشد تا با کمک آن بتوان چارچوب کلی برنامه ریزی تولید را در صنعت مورد مطالعه (نساجی)ا تدوین کرد. به گونه ای که همه شرکتهای تولیدی مشابه نیز با اندکی تغییر در آن بتوانند از آن برای برنامه ریزی تولید شرکت خود استفاده نمایند.در اینگونه شرکتهای تولیدی،که از ویژگیهای خاص آن: تنوع محصولات بسیار زیاد، ماشین آلات بسیار حساس و دقیق و تعداد ایستگاههای کاری موازی زیاد در طول فرایند تولید می باشد، برنامه ریزی تولید دقیقی مورد نیاز است تا بتوان از حداکثر ظرفیت ماشین آلات و نیروی انسانی استفاده شود یا بعبارت دیگر بهره وری در طول فرآیند تولید افزایش یافته و در ضمن محدودیتهای موجود نیز رعایت شود. روش مورد استفاده در این پژوهش، روش تجربی ـ ریاضی بوده و اطلاعات مورد نیاز برای اجرای پژوهش با استفاده از روشهای میدانی، کتابخانه ای، مشاهده و مصاحبه بدست آمده است. بطور کلی در علم تحقیق در عملیات برای اجرای تجربه عملی، ابتدا از مدلسازی و عمدتاً از مدلهای ریاضی استفاده می شود.. بعد از ساختن مدل مناسب تصمیم گیرنده میتواند به هر نوع تجربه ای اقدام نماید. با این ترتیب که چند متغیر موجود را تغییر داده و بقیه را ثابت نگه می دارد. به این ترتیب محدودیت تجربه عملی در تحقیق در عملیات را می توان با مدلسازی برطرف نمود. [۱]

داده های مورد نیاز از طریق کاتالوگها و آمار موجود، مطالعه سوابق و مصاحبه، جمع آوری گردید و پس از وارد کردن داده‌ها به مدل، مدل بوسیله نرم افزار *lingo* که قابلیت پذیرش ۱۶۰۰۰ متغیر و ۸۰۰۰ محدودیت را داراست و از نرم افزارهای کارا در تحقیق در عملیات است جهت برنامه ریزی تولید و بهبود بهره وری استفاده گردیده است.

مقدمه:

مدیران در تمامی سازمانها اعم از تولیدی، بازرگانی و خدماتی با محدودیت منابع مختلف روبرو هستند. معمولاً این منابع، سرمایه، مواد اولیه، ظرفیت ماشین آلات و نیروی انسانی، مکان، زمان و... را شامل می شود. در عین حال مدیران فرا روی خود اهداف متعددی می‌بینند که این اهداف، گاه با یکدیگر در تعارض می باشند. یعنی در رسیدن به یک هدف، مانع رسیدن به هدفی دیگر می شوند. به علت موارد فوق مدیران درپی روشهایی هستند که بوسیله آنها بتوانند در عین رعایت محدودیت های موجود، به سطح قابل قبولی از اهداف نیز برسند.

بدین ترتیب کاربرد شیوه ها و فنون جدید، سیمایی تازه به سازمانها بخشیده است، از جمله تکنیکهای تحقیق در عملیات که برای کمک به مدیران در تصمیم گیری در این شرایط بسیار مناسب هستند که اهداف همه این تکنیکها، بالا بردن بهره‌وری در سازمان است.

بهره وری، شاخصی است که با استفاده از آن می توان پیوند میان مهارتها و انگیزه، منابع انسانی، تکنولوژی، مواد اولیه، سرمایه، مدیریت و شرایط محیطی را بررسی کرد.

صنعت نساجی در ایران همانند سایر صنایع با اهداف و محدودیتهای بسیاری روبرو هست ولی بعلت عدم کاربرد تکنیکهای صحیح و مناسب جهت بهینه سازی و افزایش بهره وری در حال حاضر این صنعت دچار رکود شدیدی شده و روز بروز از توان رقابت این صنعت با محصولات مشابه خارجی کاسته می شود. لذا در تحقیق حاضر سعی بر آن است تا با استفاده از شیوه های تحقیق در عملیات در امر برنامه ریزی تولید، یک مدل مناسب برای برنامه ریزی تولید در صنعت نساجی ارائه داد. به گونه ای که بتوان یک الگوی مناسب از ارتباطات منطقی بین عملیات را تدوین و به کمک آن مسئولین ذیربط را در امر برنامه ریزی آتی کمک نموده و باعث افزایش بهره‌وری شد.

سطوح برنامه ریزی تولید

افق برنامه ریزی تولید معمولادر سه سطح دراز مدت، میان مدت وکوتاه مدت مطرح میباشد. برنامه دراز مدت فعالیت های استراتژیک، همچون تولید محصول جدید را مورد بحث قرار میدهد.. برنامه‌ریزی میان مدت یا برنامه ریزی جامع،در چارچوب برنامه ریزی بلند مدت تهیه می شود. این برنامه ریزی از۳ تا۱۸ ماه می باشد. بر نامه ریزی کوتاه مدت معمولا روزانه یا هفتگی تنظیم میشود.

معمولا جهت برنامه ریزی تولید میان مدت برای اندازه گیری بهره وری استفاده می شود بطور کلی تکنیکهای مورد استفاده در برنامه ریزی تولید میان مدت به دو دسته کلی زیر تقسیم می شوند:

الف: تکنیک هایی که جواب بهینه را ارائه می دهند،

ب: تکنیک هایی که الزاما جواب بهینه را ارائه نمی دهند.

که جهت دسته الف می توان از تکنیکهای حمل و نقل،سیمپلکس و قانون تصمیم خطی نام برد و جهت دسته ب می توان از روشهای سعی و خطا،جستجوهای کامپیوتری و ضریب مدیریت نام برد.

کار برد برنامه ریزی خطی در برنامه ریزی تولید

این روش در قالب مدل استاندارد LP مطرح می شودو در آن،تقاضا به صورت قطعی و پارامتر های هزینه تولید، خطی است. تابع هدف به صورت حداقل هزینه، جواب بهینه را در دوره های مختلف ارائه میدهد. سطح نیروی انسانی،سطح موجودی،ظرفیت،نرخ تولیدواضافه کاری در محدودیت ها قابل گنجاندن است.از مزایای برنامه ریزی خطی قدرت مانور مدیریت در مقابل تغییرات آینده منابع و محصول بوسیله تجزیه وتحلیل حساسیت پس از به دست آوردن جواب بهینه می باشد.

از معایب برنامه ریزی خطی این است که در صورت خطی نبودن هزینه ها، جواب بهینه ارائه شده توسط مدل منحر ف کننده خواهد بود. در اینصورت ضروری است تا از تقریب خطی بهره گرفته شود تا بتوان روش های کارای LP را درخصوص این گونه مسایل به کار گرفت.

برنامه ریزی آرمانی در تولید [۶]

این روش توسط Moore،Lee،در سال ۱۹۷۴ مطرح گردید.این روش از مدل بر نامه ریزی خطی استفاده می کند. با استفاده از این روش امکان بررسی اهداف مختلف و اعمال نظر مدیریت بروی هر یک از اهداف قابل دسترسی می باشد. بطور کلی برنامه ریزی آرمانی از سه جز تشکیل شده است : الف- انحرافات ب- تقدم یا وزن اهمیت اهداف ج- ابعاد انحرافها

- انواع مدل های برنا مه ریزی خطی تولید

مدل های خطی متعددی برای برنامه ریزی میان مدت تولید وجود دارد که میتوان آنها را با توجه به تعداد محصول،تعداد پروسه های تولیدی و دوره زمانی طبقه بندی کرد از قبیل:

یک سیستم چند مرحله ای با روش و محصولات متعدد در هر مرحله:

$$\text{Min } Z= \quad C_{ijk}X_{ijk}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{k}$$

S.T:

$$b_{jl} \quad {}_{j}=1,2,\ldots,m \quad {}_{l}=1,2,\ldots,l \qquad \leq a_{ijkl}\,X_{ijk}\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}$$

$$X_{i,j+1,k} \quad {}_{i}=1,2,\ldots,n \quad {}_{j}=1,2,\ldots,m\text{-}1 \sum_{k=1}^{ki,j+1} X_{ijk} = \sum_{k=1}^{kij}$$

$$X_{imk} = D_i \qquad {}_{i}=1,2,\ldots \qquad \sum_{k=1}^{kim}$$

$$0 \geq \text{ all}$$

محدودیت میانی در ارتباط با توازن مواد بین j و $j+1$ است.

X_{ijk} : محصول i که توسط روش (ماشین) k در مرحله j ساخته شده است.

a_{ijkl} : مقدار مصرف محصول i در مرحله j از مواد l از ماشین k.
b_{jl} : مقدار مواد اولیه l موجود در مرحله j.
k: روش تولید (اضافه کاری، عادی، قرارداد جنبی)

یک سیستم چند مرحله ای، چند دوره ای با محصولات متعدد:

$$\text{Min } Z= \sum\sum\sum (C_{ijk}X_{ijt} + C_{ijt}\, Y_{ijt} + h_{ijt}\, I_{ijt})$$

S.T:

$$b_{il} \quad {}_{l=1,2,\ldots,l} \quad {}_{i=1,2,\ldots,m} \leq \sum\sum\sum a_{ijtl}\, X_{ijt}$$

$$I_{ijt}=I_{ij,t-1}+ X_{ijt} + Y_{ijt} -(X_{ij,t+1}+ Y_{ij,t+1})$$

$$I_{i,m,t}= I_{i,m,t-1} + X_{i,m,t} +Y_{imt}-D_{it}$$

$$P_{ijt} \leq X_{ijt} \sum$$

$$P'_{ijt} \leq Y_{ijt} \sum$$

$$\text{all} \geq 0$$

X_{ijt}: مقدار محصول i که در دوره t در مرحله j ساخته شده است.
Y_{ijt}: مقدار محصول i در دوره t که از طریق پروسه اضافه کاری تولید شده است.
P_{ijt} : ظرفیت عادی مرحله j در دوره t برای تولید محصول i.
P'_{ijt} : ظرفیت اضافه کاری مرحله j در دوره t برای تولید محصول i.

بهره‌وری

ساده ترین تعریف بهره‌وری عبارت است از نسبت خروجی تولید شده (ستاده) به ورودی معرفی شده (داده) به عبارت دیگر بهره‌وری عبارت است از :

$$\text{بهره‌وری} = \frac{\text{خروجی (ستاده)}}{\text{ورودی (داده)}}$$

خروجی کالا یا خدمت که توسط یک مؤسسه تولید می شود و می تواند بر حسب مقادیر تولید یا ارزش افزوده اندازه گیری شود.
ورودیها به آنچه که در تولید خروجی مورد استفاده قرار می گیرند اطلاق می شود

انواع بهره وری

بطور کلی بهره وری را می توان به دو نوع اساسی زیر تقسیم کرد :

بهره وری جزئی[1]

در صورتی که بهره وری بوسیله نسبت خروجی به یک ورودی اندازه گیری شود، به آن بهره وری جزئی گویند

بهره وری کل[2]

بهره وری کل عبارت است از خروجی کل به مجموع تمام عوامل ورودی [۵].

$$\text{بهره‌وری کل} = \frac{\text{خروجی کل}}{\text{مجموع تمام عوامل ورودی}}$$

1-Partial Productivity
1-Total Productivity

برنامه ریزی ریاضی کسری و بهره وری

هنگامی یک برنامه را کسری خوانند که تابع هدف با هدف کسری ارائه شده باشد

از آن جهت آنرا برنامه کسری خوانند که تابع هدف به صورت یک یا چند کسر یا نسبت دو تابع است که این توابع می توانند توابعی خطی یا غیر خطی از متغیرهای تصمیم مسئله باشند

برای حل اینگونه مسائل اگر بصورت یک هدفی باشند می توان از روشهایی چون چارنز و کوپر نام برد که این افراد مساله مورد نظر را با یک تغییر متغیر به دو برنامه خطی تبدیل کردند.یا از طریق الکوریتم گیلمرو گموری که s مجموعه امکان پذیر محدب در نظر گرفته میشود و در این روش با یک جواب بهینه اولیه در جدول سیمپلکس شروع شده و بسوی جواب پایه بعدی حرکت میکند جواب بهینه زمانی بدست می آید که دیگر جوابی برای بهبود پیدا نشود. بعبارت دیگر روش حل از طریق جدول Simplex مانند حالت خطی بودن تابع هدف است با این تفاوت که در هر نقطه حدی، سطر Z در جدول Simplex از طریق فرمول زیر بدست می آید.

$$\delta = \forall Nf(x'k) - \forall Bf(x'k)B^{-1}.N$$

که نشان دهنده جهت حرکت در مسیر بردار گرادیان خواهد بود.

برنامه ریزی چند هدفی کسری

در این نوع برنامه ریزی چندین تابع هدف از نوع کسری در مسأله مطرح است که باید بهینه شوند در اینجا نیز توابع صورت و مخرج از نوع توابع خطی هستند. شکل کلی این گونه مسائل بصورت زیر است :

$$\mathbf{Max(Min)}\left[\mathbf{z_1 = \frac{f_1(x)}{g_1(x)}, z_2 = \frac{f_2(x)}{g_2(x)}, ..., z_k = \frac{f_k(x)}{g_k(x)}}\right]$$

$$\mathbf{S.T : Ax = b, x > 0}$$

که در آن k توابع هدف کسری است، $\mathbf{f_i(x), g_i(x)}$ توابع خطی از متغیر های تصمیم هستند.

A ماتریس $\mathbf{m \times n}$ و b بردار ستونی $\mathbf{m \times 1}$ و x بردار ستونی $\mathbf{n \times 1}$ است

لازم به ذکر است که برنامه ریزی کسری را می توان به دو حالت: الف)با شرط تغییر علامت در مخرج کسر ب) با شرط عدم تغییر علامت در مخرج کسر تقسیم کرد.

طراحی مدل

مدلسلزی جهت انازه گیری بهره وری و برنامه ریزی تولید در این مقاله در صنعت ریسندگی تست شده است مراحل ریسندگی را در حالت عمومی میتوان بصورت زیر بیان نمود :

۱–سیستم ریسندگی رینگ ۲– سیستم ریسندگی اپن اند

تشریح مراحل سیستم[14]

به طور خلاصه اعمالی که در هر دو سیستم انجام می‌شود وهدفهای مورد نظر در جدول زیر نشان داده شده است.

توضیح عملکرد هر یک از ایستگاههای کاری ریسندگی

عمل	هدف	محصول
حلاجی	بازکردن، تمیزکردن و مخلوط کردن الیاف، تهیه بالش	تهیه بالش
کاردینگ	بازکردن، تمیزکردن، موازی کردن الیاف و تهیه فتیله	تهیه فتیله
چندلاکنی(فتیله)	مستقیم و موازی کردن، مخلوط کردن الیاف، یکنواخت کردن و کشش دادن فتیله، تهیه فتیله چندلا	تهیه فتیله و چند لا
فلایر (نیم تاب)	کشش دادن فتیله چندلا، تهیه نیمچه نخ با تاب کم	تهیه نیمچه نخ با تاب کم
ریسندگی رینگ (تمامتاب)	کشش دادن نیمچه نخ، تاباندن، پیچیدن نخ روی بوبین	تهیه نخ

توضیح اینکه جهت تولید نخ اپن اند بخشی از محصولات نیمه ساخته پس از مرحله هشت لا ا وارد مرحله اپن اند شده که در این مرحله نخ تولید شده محصول نهایی خواهد بود.

مدلسازی

نکته قابل توجه اینکه در طول فرایند تولید،هر دستگاه به صورت موازی قرار گرفته وتوان تولید محصولات با نمره ها و همچنین جنس های مختلف را دارد. ولی تعویض نمره محصول برای هر دستگاه به سادگی امکان ندارد. چرا که باید محصولات نیمه ساخته مراحل قبل دارای مشخصه های خاصی باشند. بعبارتی اگر بخواهیم نوع محصول در ایستگاه را تغییر دهیم باید محصول تولیدی مراحل قبل تولید متناسب با محصول جدید باشد. همچنین تولید مراحل تولید نیز تغییر خواهد کرد. که در مدل موجود مدت زمان تغییر خط تولید در یک دوره ثابت در نظر گرفته شده است. یعنی در مدت زمان تعیین شده با دستگاه حلاجی وکاردینگ امکان تولید یک نوع محصول (نمره) وجود دارد.

– محدودیت های مرحله حلاجی وکاردینگ

در این مرحله از خط تولید، دستگاه حلاجی ودستگاه کاردینگ در هم ادغام شده اند. بدین صورت که الیاف پس ار حلاجی شدن مستقیماً بوسیله کانال های باد به دستگاه کاردینگ تغذیه می‌شود.

با توجه به نوع دستگاه و نحوه تغذیه آن به دستگاه کاردینگ،جنس مواد تغذیه شده به کاردینگ در دوره معین متفاوت نخواهدبود. با این وجود محدودیت های مرحله حلاجی و کاردینگ را می توان به شرح زیر نوشت:

محدو یت های ظرفیت

$$i = 1,2,...,m \quad C\,Cap_{ijkt}\,V_{ijkt} \le Pc_{ijkt} \quad j = 1,2,...,n \quad k = 1,2,...,K \quad t = 1,2,...,T$$

$$1 \le V_{ijkt} \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k} \quad i = 1,2,...,m \qquad t = 1,2,...,T$$

$$0 \ge PC_{ijkt}$$

$$= 0 \text{یا} 1\, V_{ijkt}$$

که در آن:

i:شماره ماشین موجود در مرحله حلاجی و کاردینگ

j: جنس محصول مورد نظر

k: نمره محصول تولید شده

t. تعداد دوره های تولیدی که برای ان برنامه ریزی می شود

Pc_{ijkt} :مقدارتولید محصول مرحله کاردینگ که توسط ماشین **i**ام تولید می شود ودارای جنس **j**ام و نمره **k**ام در دوره **t**ام است.

$C\,cap_{ijkt}$: مقدار حداکثر ظرفیت هر دستگاه **i** ام جهت تولید محصول با جنس **j**ام ونمره **k**ام در دوره **t**.

لازم به ذکر است بعلت اینکه نحوه کار سالن تولید به صورت چهار گروه درسه شیفت، خط تولید بصورت تمام وقت در حال کار است وامکان تولید اضافه کاری وجود ندارد.

V_{ijkt}: بیانگر اینکه دستگاه شماره **i** حلاجی وکاردینگ در دوره **t**ام فقط محصول با جنس **j**ام ونمره **k**ام را تولید می کند.

محدودیت های مرحله هشت لا:

پس از مرحله حلاجی وکاردینگ محصولات نیمه ساخته (فتیله)وارد مرحله هشت لا می شود.نکته حائز اهمیت اینکه نوع جنس محصول در مرحله اول ــحلاجی وکاردینگ ـتعیین می شود وتا مر حله آخر یکسان می باشد ولی جهت تعیین نوع نمره محصول نهایی هریک از مراحل تولید با توجه به جنس و نمره محصول نهایی با نمره خاصی تولید می شوند.

$$t = 1,2,..,T \quad k = 1,2,..,K \quad j = 1,2,..,n \quad i = 1,2,..,m \quad D\,cap_{ijkt}\,U_{ijkt} \le Pd_{ijkt}$$

$$t = 1,2,..,T \qquad i = 1,2,..,m\,1 \quad \le U_{ijkt} \sum_{k=1}^{k}\sum_{j=1}^{n}$$

$$U_{ijkt} = 0 \text{یا} 1$$

Pd_{ijkt}: میزان تولید محصول مرحله هشت لا، از دستگاه شماره i ام، با محصول جنس jام و نمره kام دردوره tام.
U_{ijkt} :بیانگر اینکه دستگاه شماره i دردوره t فقط محصول با جنس j ونمره k ام را تولید می کند.

محدودیت بالانس بین مر حله حلاجی و کاردینگ و هشت لا:

$$t = 1,2,..,T \quad k = 1,2,..,K \quad j = 1,2,..,n \; Pd_{ijkt} \sum_{i=1}^{m} pd_{ijkt} + B_{jkt} \sum_{i=1}^{m} pc_{ijkt} = \sum_{i=1}^{m} A_{jkt}$$

که در آن:
A_{jkt}: بیانگر راندومان هر ایستگاه کاری است (درصد استاندارد ضایعات -۱)
B_{jkt}: درصد استاندارد موجودی جهت محصول با جنس j ونمره k در دوره t، که بصورت یک عدد ثابت قبل از حل به مدل اضافه می‌شود.

محدودیت های مرحله فلایر:

$$t = 1,2,..,T \quad k = 1,2,..,K \quad j = 1,2,..,n \quad i = 1,2,..,m \; F\, cap_{ijkt}\, W_{ijkt} \le PF_{ijkt}$$

$$t = 1,2,..,T \quad i = 1,2,..,m\,1 \quad \le W_{ijkt} \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=1}^{k}$$

$$W_{ijkt} = 0 \text{ یا } PFijkt \ge 0\,1$$

Pf_{ijkt}: میزان تولید محصول مرحله فلایرا، از دستگاه شماره i ام با محصول جنس jام و نمره kام دردوره tام.
W_{ijkt} :بیانگر اینکه دستگاه شماره i دردوره t فقط محصول با جنس j ونمره k ام را تولید می کند

مرحله اپن اند:

در این مرحله ابتدا محدودیت حداکثر ظرفیت را می نویسیم.

$$t = 1,2,..,T \quad k = 1,2,..,K \quad j = 1,2,..,n \quad i = 1,2,..,m\,O\, cap_{ijkt}\, Z_{ijkt} \le Po_{ijkt}$$

$$t = 1,2,..,T \qquad i = 1,2,..,m\,1 \quad \le Z_{ijkt} \sum_{k=1}^{k} \sum_{j=1}^{n}$$

$$Z_{ijkt} = 0 \text{ یا } POijkt \ge 0\,1$$

Po_{ijkt}: میزان تولید محصول مرحله ا پن اند، از دستگاه شماره i ام با محصول جنس jام و نمره kام دردوره tام.
Z_{ijkt} :بیانگر اینکه دستگاه شماره i دردوره t فقط محصول با جنس j ونمره k ام را تولید می کند.

محدودیت بالانس جهت هشت لا – فلایر – اپن اند:

$$Po_{ijkt} \sum_{i=1}^{m} {}_{jkt} B'' Pf_{ijkt} + \sum_{i=1}^{m} {}_{jkt} B' Po_{ijkt} + \sum_{i=1}^{m} Pf_{ijkt} + \sum_{i=1}^{m} Pd_{ijkt} = \sum_{i=1}^{m} {}_{jkt} A'$$

$$t = 1,2,..,T \quad k = 1,2,..,K \quad j = 1,2,..,n$$

A'_{jkt}: راندومان ایستگاه هشت لا (درصد استاندارد ضایعات ایستگاه هشت لا-۱)
B'_{jkt}: درصد میزان استاندارد موجودی بین ایستگاه جهت ایستگاه فلایر.
B''_{jkt} درصد میزان استاندارد موجودی بین ایستگاه جهت ایستگاه اپن اند.

مرحله رینگ:

$$t = 1,2,..,T \quad k = 1,2,..,K \quad j = 1,2,..,n \quad i = 1,2,..,m\,R\, cap_{ijkt}\, Q_{ijkt} \le PR_{ijkt}$$

$$t = 1,2,..,T \qquad i = 1,2,..,m \quad 1 \qquad \leq Q_{ijkt} \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=1}^{k}$$

Q_{ijkt} =0 یا $, PRijkt \geq 0$ 1

PR_{ijkt}: میزان تولید محصول مرحله رینگ، از دستگاه شماره i ام با محصول جنس jام و نمره kام دردوره tام.

$R\ cap_{ijkt}$: میزان حداکثر ظرفیت هر از دستگاه رینگ با جنس jو نمره kدر دوره t.

محدودیت بالانس بین رینگ و فلایر:

$$PR_{ijkt} \sum_{i=1}^{m} PR_{ijkt}+R_{jkt} \sum_{i=1}^{m} Pf_{ijkt}= \sum_{i=1}^{m} {}_{jkt}\ A''$$

$$t = 1,2,..,T \quad k = 1,2,..,K \quad j = 1,2,..,n$$

R_{jkt}:بیانگر درصد استاندارد موجودی بین ایستگاه جهت هر نوع محصول با نمره متفاوت.

محدودیت های تقاضای نخ رینگ عبارتند

$$D_{jkt} \ \geq \ (PR_{ijkt})+I\ PR_{ijkt-1}-I\ PR_{jkt} \sum_{i=1}^{m}$$

$$t = 1,2,..,T \quad k = 1,2,..,K \quad j = 1,2,..,n$$

PR_{ijkt}: میزان تولید دستگاه های رینگ در دوره کنونی.

$P\ R_{jkt-1}$: میزان موجودی نخ دستگاه های رینگ درپایان دوره قبلی(موجودی اول دوره کنونی).

$I\ PR_{jkt}$: میزان موجودی نخ رینگ در پایان دوره کنونی.

D_{jkt} : میزان تقاضای نخ با جنسj ونمره k در دوره t.

از طرفی میزان موجودی پایان نیز سقفی مشخصی دارد،به گونه ای که:

$$I \leq I\ PR_{jkt}\ t = 1,2,..,T \quad k = 1,2,..,K \quad j = 1,2,..,n\ D_{jkt}$$

ID_{jkt} میزان سقف موجودی آخر دوره محصول j با نمره k در دوره t.

محدودیت تقاضای نخ اپن اند :

$$t = 1,2,..,T \quad k = 1,2,..,K \quad j = 1,2,..,n_{\ jkt} \quad D' \ \geq \ (PO_{ijkt})+\ IPO_{jkt}-I\ PO_{jkt} \sum_{i=1}^{m}$$

PO_{ijkt}: میزان تولید اپن اند از دستگاه شماره i با جنس j و نمره k در دوره t.

IPO_{jkt}: میزان موجودی اول دوره اپن اند دستگاه شمارهi با جنس j و نمرهk در دوره t.

$I\ PO_{jkt}$: میزان موجودی آخر دوره اپن اند دستگاهشماره iبا جنس j و نمره kدر دوره t.

$$t = 1,2,..,T \quad k = 1,2,..,K \quad j = 1,2,..,n_{\ jkt} \quad D'\ I \ \leq \ I\ Po_{jkt}$$

$D'\ I_{\ jkt}$: میزان سقف موجودی آخر دوره جهت دستگاه اپن اند.

اهداف موجود

آرمان اول:

$$\text{Max } Z=\frac{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}\sum_{t=1}^{T} c''ijkt * Poijkt \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}\sum_{t=1}^{T} c'jkt * PRijkt +}{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}\sum_{t=1}^{T} d''ijkt * Poijkt + \alpha \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}\sum_{t=1}^{T} d'jkt * PRijkt +} = X$$

که در آن:

C'_{jkt} عبارتست از میزان سود هرواحدمحصول رینگکه به صورت یک عدد ثابت به مدل افزوده میشود.با توجه به جنس j ونمره k دردوره t

C''_{jkt} : عبارتست ازمیزان سودهرواحدمحصول اپن اندکه به صورت یک عدد ثابت به مدل افزوده میشود.با توجه به جنس j ونمره k در دوره t

d'_{jkt} : عبارتست ازمیزان قیمت تمام شده یک واحد محصول رینگ که به صورت یک عدد ثابت به مدل افزوده می شود.

d''_{jkt} : عبارتست از قیمت تمام شده یک واحد محصول اپن اند که به صورت یک عدد ثابت به مدل افزوده می شود.

α :عبا رتست از مجموع هرینه ثابت سالن.(که در هر شرایطی مانع جلوگیری از صفر شدن مخرج کسر می باشد).

آرمان دوم:

$$\frac{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}\sum_{t=1}^{T} r'jkt * PRijkt + \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}\sum_{t=1}^{t} r''jkt * Poijkt}{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}\sum_{t=1}^{T} \mathbf{d'jkt * PRijkt} + \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}\sum_{t=1}^{t} \mathbf{d''jkt * Poijkt} + \alpha} = Y \quad \Rightarrow$$

$$\left[\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}\sum_{t=1}^{T} \mathbf{r'jkt * PRijkt} + \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}\sum_{t=1}^{t} \mathbf{r''jkt * Poijkt}\right]$$

$$-\left[\mathbf{Y}\left(\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}\sum_{t=1}^{T} \mathbf{d'jkt * PRijkt} + \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}\sum_{t=1}^{t} \mathbf{d''jkt * Poijkt} + \alpha\right)\right] = \mathbf{0}$$

که در آن:

$\mathbf{r'_{jkt}}$: عبارتست از قیمت تمام شده ضایعات به ازای هر واحد محصول رینگ که به صورت یک عدد ثابت به مدل افزوده می شود..با توجه به جنس j ونمره k در دوره t

$\mathbf{r''_{jkt}}$: عبارتست از قیمت تمام شده ضایعات به ازای هر واحد محصول اپن اند که به صورت یک عدد ثابت به مدل افزوده می شود..با توجه به جنس j ونمره k در دوره t

$\mathbf{d'_{jkt}}$:عبارتست از قیمت تمام شده یک واحد محصول رینگ که به صورت یک عددثابت به مدل افزوده می شود.

$\mathbf{d''_{jkt}}$:عبارتست از قیمت تمام شده یک واحد محصول اپن اند به صورت یک عددثابت به مدل افزوده می شود.

آرمان سوم:

آرمان تقاضا می باشد. بدین صورت مایلیم که انحراف منفی سمت چپ محدودیت ها از اعداد سمت راست مینیمم باشد.

$$t=1,2,..,T \quad k=1,2,..,K \quad j=1,2,..,n \quad D_{jkt} \geq (PR_{ijkt}) + I\,PR_{jkt-1} - I\,PR_{jkt} \sum_{i=1}^{m}$$

$$t=1,2,..,T \quad k=1,2,..,K \quad j=1,2,..,n_{jkt} \quad D' \geq (Po_{ijkt}) + I\,Po_{jkt-1} - I\,Po_{jkt} \sum_{i=1}^{m}$$

آرمان چهارم :

آرمان موجودی می باشد که مایلیم انحراف مثبت سمت چپ نامعادله از اعداد سمت راست مینیمم باشد.

$$t=1,2,..,T \quad k=1,2,..,K \quad j=1,2,..,n \quad ID_{jkt} \leq I\,PR_{jkt}$$

$$t=1,2,..,T \quad k=1,2,..,K \quad j=1,2,..,n_{jkt} \quad D' I \leq I\,Po_{jkt}$$

در مدل ارائه شده به تمامی آرمان ها در یک سطح توجه شده است. و تابع هدف مدل کلی به حداقل کردن انحرافات از آرمان هـا پرداختـه اسـت و بـه هیچ یک از انحرافات وزن خاصی داده نشده

مدل کلی برنامه ریزی آرمانی به شرح زیر است :

$$\text{Min } Z = d^{-4}_{jkt} + d^{-5} + d^{+6} \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}\sum_{t=1}^{t} \quad d^{-3}_{jkt} + \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}\sum_{t=1}^{t} \quad d^{+2}_{jkt} + \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}\sum_{t=1}^{t} \quad d^{+1}_{jkt} + \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}\sum_{t=1}^{t}$$

Subjected to

$$t=1,2,..,T \quad k=1,2,..,K \quad j=1,2,..,n \quad i=1,2,..,m \quad C\,Cap_{ijkt}\,V_{ijkt} \leq Pc_{ijkt}$$

$$t=1,2,..,T \quad k=1,2,..,K \quad j=1,2,..,n \quad i=1,2,..,m \quad D\,cap_{ijkt}\,U_{ijkt} \leq Pd_{ijkt}$$

$$t=1,2,..,T \quad k=1,2,..,K \quad j=1,2,..,n \quad i=1,2,..,m \quad O\,cap_{ijkt}\,Z_{ijkt} \leq Po_{ijkt}$$

$$t=1,2,..,T \quad k=1,2,..,K \quad j=1,2,..,n \quad i=1,2,..,m \quad F\,cap_{ijkt}\,W_{ijkt} \leq Pf_{ijkt}$$

$$t=1,2,..,T \quad k=1,2,..,K \quad j=1,2,..,n \quad i=1,2,..,m \quad R\,cap_{ijkt}\,Q_{ijkt} \leq PR_{ijkt}$$

$$t=1,2,..,T \quad i=1,2,..,m\,1 \quad \leq V_{ijkt} \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}$$

$$t=1,2,..,T \quad i=1,2,..,m\,1 \quad \leq U_{ijkt} \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}$$

$$t=1,2,..,T \quad i=1,2,..,m\,1 \quad \leq W_{ijkt} \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}$$

$$t=1,2,..,T \quad i=1,2,..,m\,1 \quad \leq Z_{ijkt} \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}$$

$$t=1,2,..,T \quad i=1,2,..,m\,1 \quad \leq Q_{ijkt} \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{k}$$

$$t=1,2,..,T \quad k=1,2,..,K \quad j=1,2,..,n \quad pd_{ijkt} \quad \sum_{i=1}^{m} \quad Pc_{ijkt} = (1+B_{jkt}) \sum_{i=1}^{m} \quad A_{jkt}$$

$$Po_{ijkt} \sum_{i=1}^{m} \quad jkt)\ B''\ Pf_{ijkt} + (1+ \sum_{i=1}^{m} \quad _{jkt})\ B'\ pd_{ijkt} = (1+ \sum_{i=1}^{m} \quad _{jkt}\ A'$$

$t = 1,2,..,T \quad k = 1,2,..,K \quad j = 1,2,..,n$

$t = 1,2,..,T \quad k = 1,2,..,K \quad j = 1,2,..,n \quad PR_{ijkt} \sum_{i=1}^{m} \quad Pf_{ijkt}=(1+ R_{jkt}) \sum_{i=1}^{m} \quad _{jkt} \; A''$

$t = 1,2,..,T \quad k = 1,2,..,K \quad j = 1,2,..,n \; I\, PR_{jkt}+ d^{-1}_{jkt}- d^{+1}_{jkt}= ID_{jkt}$

$t = 1,2,..,T \quad k = 1,2,..,K \quad j = 1,2,..,n \; _{jkt} \qquad D' \; I\, Po_{jkt}+ d^{-2}_{jkt}- d^{+2}_{jkt}= I$

$(PR_{ijkt})+I\, PR_{jkt-1}- I\, PR_{jkt}+ d^{-3}_{jkt}- d^{+3}_{jkt}=D_{jkt} \sum_{i=1}^{m}$

$t = 1,2,..,T \quad k = 1,2,..,K \quad j = 1,2,..,n$

$_{jkt} \quad D' \; (Po_{ijkt})+I\, Po_{jkt-1}- I\, Po_{jkt}+ d^{-4}_{jkt} -d^{+4}_{jkt} = \sum_{i=1}^{m}$

$t = 1,2,..,T \quad k = 1,2,..,K \quad j = 1,2,..,n$

$_{jkt} \; d'' \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{K}\sum_{t=1}^{T} \; _{ijkt} + \; * PR_{jkt} \; d' \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{K}\sum_{t=1}^{T} \; _{ijkt}\text{-}X[* PO_{jkt} \; C'' \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{K}\sum_{t=1}^{T} \; + * PRijkt_{jkt} C' \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{K}\sum_{t=1}^{T}$

$]+d^{-5}-d^{+5} =0 \; \alpha_{ijkt}+ * PO$

$_{jkt} \; d'' \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{K}\sum_{t=1}^{T} \; _{ijkt} + \; * PR_{jkt} \; d' \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{K}\sum_{t=1}^{T} \; _{ijkt}\text{-}Y [* PO_{jkt} \; r'' \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{K}\sum_{t=1}^{T} \; _{ijkt}+ * PR_{jkt} r' \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{K}\sum_{t=1}^{T}$

$_{ijkt}+\alpha]+d^{-6}-d^{+6} =0 * PO$

$0 \geq$ all variable

Vijkt, Uijkt, Wijkt, Zijkt, Qijkt =0یا1

آزمون مدل

با توجه به اطلاعات جمع آوری شده، داده های مورد نیاز به مدل وارد شده و مدل با هدف حداقل کردن انحرافات نامساعد در آرمانها در جدول زیر آورده شده است.

انحرافات نامساعد در آرمانها

آرمان	انحراف نامساعد
حداکثر کردن نسبت سود به قیمت تمام شده محصول	انحراف منفی
حداقل کردن نسبت قیمت تمام شده ضایعات به قیمت تمام شده محصول	انحراف مثبت
پوشش دادن تقاضا	انحراف منفی
حداقل کردن موجودی محصول ساخته شده پایان دوره	انحراف مثبت

برای حل مدل از روش کاردینال[3] استفاده شده است. به علت وجود آرمانهای ناهمگون، تابع هدف به صورت تابع هدفی ناهمگون درآمده، لذا برای اینکه مشکل ناهمگونی در تابع هدف برطرف شود. از نرم اقلیدسی برای نامالیز کردن انحرافات نامساعد استفاده شده است، که در نرم اقلیدسی برای هر محدودیت مقدار $|C| = \sqrt{\sum ai_j 2}$ محاسبه گردید و مقادیر هر محدودیت بر مقدار ثابت نرم تقسیم شد.
پس از نرمالیز کردن مدل، با استفاده از نرم افزار L ingo مدل را حل نموده و برنامه تولید ۴ ماهه سالن ریسندگی مورد مطالعه مشخص گردید.

خروجی های حاصل شده از مدل:

خروجی های مدل شامل برنامه کاری هر ایستگاه که بیانگر میزان تولید مورد نیاز به وسیله هر ماشین، با جنس معین و نمره مشخص در هر ماه می باشد و همچنین بیانگر میزان موجودی نخ در پایان هر ماه می باشد. برنامه کاری هر ایستگاه برای دوره ۴ ماهه برنامه به تفکیک هر ماه طبق جدول زیر جهت ابلاغ به مدیریت تولید ارائه می گردد.که برای نمونه جدول جدول مقدار موجودی پایان دوره و جدول یک ماهه پیش بینی شده بصورت زیر می باشد.

مقدار موجودی‌های مورد نیازمحصول نهایی در پایان هر دوره

ماه	نخ نمره ۲۴ رینگ پلی استر- ویسکوز	نخ نمره ۳۲ رینگ ۱۰۰٪ ویسکوز	نخ نمره ۳۲رینگ ۱۰۰٪ پلی استر	نخ ۳۲ رینگ پلی استر- ویسکوز	نخ ۴۰ رینگ پلی استر- ویسکوز	نخ ۲۰ اپن اند ۱۰۰٪ پنبه	نخ اپن اند۱۰۰٪ پنبه
تیر	۲۰۰۰	–	–	–	–	۱۵۰۰	–
مرداد	۲۰۰۰	۱۰۰۰	–	۸۰۱۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰
شهریور	–	۱۰۰۰	۲۰۸۲	–	–	۱۵۰۰	–
مهر	–	–	–	۱۳۹۰	–	–	۲۰۰۰

مقدار تولید محصول در هر ایستگاه کاری با توجه به شماره ماشین، جنس، نمره محصول، مقدار تولید

ماه	ایستگاه کاری	شماره ماشین	نوع جنس	نمره محصول تولیدی	مقدار تولید
تیر	کاردینگ	۱	پنبه	۰/۱۲	۲۹۶۹۱
	کاردینگ	۷	ویسکوز	۰/۱۲	۲۱۷۴۵
تیر	کاردینگ	۵	پلی استر- ویسکوز	۰/۱۲	۵۴۰۰۰
	کاردینگ	٦	پلی استر- ویسکوز	۰/۱۲	۷۸۸
تیر	کاردینگ	۸	پلی استر- ویسکوز	۰/۱۲	۱٦۲۰۰
تیر	کاردینگ	۹	پلی استر- ویسکوز	۰/۱۲	۱٦۲۰۰
	هشت لا	۱	پنبه	۰/۱۲	۲۸۸۱۷
تیر	هشت لا	۲	ویسکوز	۰/۱۲	۲۱۱۹۰
تیر	هشت لا	۳	پلی استر- ویسکوز	۰/۱۲	۸٤۹٦٦
	اپن اند	۱	پنبه	۲۰	۱۳۹۰٦
تیر	اپن اند	۲	پنبه	۳۰	۱٤۰۰۷
	فلایر	۲	ویسکوز	۱/۱	۲۰٦۵۰
تیر	فلایر	۱	پلی استر- ویسکوز	۱/۱	۸۲۸۰۰
	رینگ	۲	ویسکوز	۳۲	۱٦٤۷۰

1-Cardinal

تیر	رینگ	۹	ویسکوز	۳۲	۳۳۳۰
	رینگ	۱	پلی استر- ویسکوز	۳۲	۱٦٤۷۰
تیر	رینگ	٤	پلی استر- ویسکوز	۳۲	۱٦٤۷۰
تیر	رینگ	۷	پلی استر- ویسکوز	۳۲	۱٦٤۷۰
	رینگ	۸	پلی استر- ویسکوز	۳۲	۷۰۱۱
تیر	رینگ	۱۰	پلی استر- ویسکوز	۳۲	۱٦٤۷۰
تیر	رینگ	٦	پلی استر- ویسکوز	٤۰	٦۵۰۰

نتیجه گیری

این مقاله به عنوان یک تحقیق کاربردی در صدد پیدا کردن ترکیب بهینه تولید و تخصیص منابع در صنعت نساجی (ریسندگی) با استفاده از مدل ریاضی می باشد نوع مدل ریاضی جهت پیدا کردن ترکیب بهینه تولید در صنعت نساجی، مدل کسری آرمانی می باشد، مدل ریاضی ارائه شده متناسب با فضای ساده و نیازهای واقعی طراحی شده که این مدل به صورت یک سیستم برنامه ریزی تولید چند محصولی، چند مرحله ای و چند دوره ای است از آنجائیکه میزان سود هر واحد محصول نهایی بدون توجه به قیمت تمام شده محصول معیار مناسبی جهت تعیین میزان تولید محصول نخواهد بود، هدف به جای حداکثر کردن سود، حداکثر کردن نسبت مجموع سود هر واحد محصول به مجموع قیمت تمام شده انواع محصول تولید شده که بیانگر نوعی از توابع هدف کسری می باشد. از طرفی به علت اینکه حداقل کردن میزان ضایعات هر واحد محصول در طول فرایند نیز بدون توجه به قیمت تمام شده محصول معیار مناسبی جهت تعیین میزان تولید محصول نخواهد بود، هدف به جای حداقل کردن میزان ضایعات، حداقل کردن نسبت مجموع قیمت ضایعات هر واحد محصول به مجموع قیمت تمام شده انواع محصول تولید شده، تعیین شد که این نیز بیانگر نوعی از توابع هدف کسری می باشد. و چون در هر دو مورد فوق، هزینه ثابت سالن همواره یک مقدار غیر صفر می باشد، جهت حل مدل می توان به راحتی تابع هدف را تبدیل به یک تابع هدف خطی کرد.

همچنین به علت اینکه در مدل مذکور ما با هدف های متعددی همانند حداکثر کردن نسبت مجموع سود واحد محصول تکمیل شده به مجموع قیمت تمام شده محصولات و حداقل کردن، نسبت مجموع قیمت تمام شده، ضایعات به مجموع قیمت تمام شده محصولات، برآورده کردن تقاضای مورد نظر و حداقل کردن موجودی محصول نهایی پایان هر ماه روبرو می باشیم نوع مدل خط تولید صنعت نساجی (ریسندگی) از نوع برنامه ریزی آرمانی می باشد.

به علت اینکه در مدل مذکور کلیه هدف ها و محدودیتها همراه با مقدار تقاضای پیش بینی شده در نظر گرفته شده است لذا برنامه تولید ارائه شده توسط مدل برای دوره برنامه ریزی زیر بنای علمی دارد و نسبت به برنامه های فعلی که بدون هیچگونه مبنای علمی و صرفا بر مبنای پیش بینی های نظری و قضاوت در این صنعت صورت می گیرد از اعتبار بالایی برخوردار است.

در شرکت مورد مطالعه در این تحقیق میزان تولید در چهارماهه گذشته بر مبنای همگن نخ نمره ۳۲، ۴۸۲۵۰۰ کیلوگرم بوده است در دوره برنامه ریزی مقدار تولید شرکت مزبور۵۲۱۱۰۱ کیلوگرم برنامه ریزی شده است. در مقایسه بین تولید ۴ماهه گذشته و تولید برنامه ریزی شده برای ۴ماهه آینده در می یابیم که تولید در دوره برنامه ریزی ۸درصد افزایش ازلحاظ کمی نسبت به دوره مشابه قبل داشته است و همچنین باعث افزایش ۶/۴ درصد سود نسبت به دوره مشابه قبل شده است که این خود توجیهی برای استفاده از مدل در برنامه ریزی تولید می باشد.

پیشنهادات

با توجه به اجرای موفقیت آمیز مدل برنامه ریزی کسری آرمانی برای برنامه ریزی تولید در صنعت نساجی(ریسندگی)، پسشنهادات زیر را میتوان ارائه داد

الف ـ پیشنهادات کاربردی

۱-این تحقیق پاسخ لازم در مورد برنامه ریزی تولید صنعت نساجی(ریسندگی) را ارائه می دهد. با توجه به جایگاه برنامه ریزی تولید میان مدت در سلسله مراتب برنامه ریزی، لزوم تطبیق سیاستها و دستورالعمل های کلی و برنامه های میان مدت ضروری است که در هنگام استفاده از مدل و نتایج آن بایستی بدان توجه نمود.

۲-با اجرای مدل پیشنهادی، به جای اینکه در طی دوره تولید،اکثرماشین آلات چند روز طی ماه متوقف باشد،تعدادی از ماشین آلات همیشه در حال کار و تعدادی همیشه خوابیده است که این امر باعث کاهش هزینه پرسنلی،استهلاک و هزینه فرصت خواهد شد.
۳-با توجه به نتایج بدست آمده از مدل که ممکن است همواره تعدادی از ماشینهای هر مرحله متوقف می باشد. می توان در زمان توقف ماشین آلات تعمیرات پیشگیرانه و اصلاحی را انجام داد
۴-بدیهی است که برای گرفتن اطلاعات صحیح و واقعی از مدل باید داده های صحیح و واقعی به مدل وارد شود.
با توجه به اینکه داده های مورد نیاز باید از واحدهای تولید، مهندس صنایع، حسابداری صنعتی و واحد بازرگانی جمع آوری شود. پیاده سازی سیستمهای جامع، علمی و به روز در هر یک از این واحدها جهت گرفتن داده های واقعی و صحیح ضروری می باشد.
۵-از طرفی به علت حجم زیاد داده هایی که باید از واحدهای مربوطه جمع آوری شود و وابستگی شدید مدل های ریاضی به این داده ها لازم است سیستم گردش اطلاعات دقیقا بررسی و مدون شود تا مشکل مربوط به دسترسی اطلاعات مدون مرتفع شود.
۶-جهت پیش بینی تقاضا برای دوره های آتی توسط واحد بازرگانی، پیشنهاد می‌شود که از روشهای علمی و مستند استفاده شود و پس از مقایسه روشهای مختلف بهترین روش انتخاب شود تا اطلاعات ارائه شده توسط آن واحد قابلیت اتکاء بالائی داشته باشند و باعث جلوگیری از بی نظمی در فرآیند تولید و دوره برنامه ریزی تولید شود.

ب ـ پیشنهادات پژوهشی :

۱-در یک سطح پیشرفته تر می توان مدل را به صورت برنامه ریزی آرمانی فازی ارائه کرد.که با اجرای این شیوه می توان شرایط واقعی مسئله را هر چه بیشتر در مدل مزبور گنجانید و جوابهای واقعی تر به دست آورد.
۲- جهت محاسبه مقادیر آرمانهای کسری، می توان مدل را با هدف حداکثر نسبت مجموع سود هر واحد محصول به مجموع قیمت تمام شده محصولات تولیدی بدون در نظر گرفتن آرمانهای دیگر اجرا کرده مقدار به دست آمده را می توان به عنوان مقدار آرمان کسری در نظر گرفت. همچنین می توان مدل را نیز با هدف حداقل کردن نسبت مجموع قیمت تمام شده ضایعات هر واحد محصول به قیمت تمام شده محصولات تولیدی بدون توجه به ارمانهای دیگر اجرا کرده و مقدار آرمان مربوط به آن کسر را نیز به دست آورد.

فهرست منابع:

[۱]آذر، عادل، تحقیق در عملیات،چاپ اول،تهران، انتشارات نشر علوم نوین، ۱۳۷۰.
۲]آذر، عادل، تحقیق در عملیات،، دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس تهران،خرداد ۱۳۸۰.
[۳]آذر، عادل،مدلسازی ریاضی، دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس تهران، تیر ۱۳۸۰.
[۴]آذر، عادل، معماریانی عزیزاله، برنامه ریزی آرمانی شولا، تکنیکی نوین برای برنامه ریزان، نشریه علمی دانشگاه شاهد، شماره ۹و۱۰، ۱۳۷۴.
[۵]ریانژاد، میر بهادر قلی، برنامه ریزی تولید(ادغامی)،چاپ اول، تهران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی،۱۳۷۰.
[۶] اصغر پور،محمد جواد، تصمیم گیری و تحقیق در عملیات، چاپ دوم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۰.
[۷] تناوش، جلال، ریسندگی، انتشارات ایران پوپلین، دی ماه ۱۳۷۴.
[۸] حجت، یوسف،حرکت بهره وری، چاپ اول، تهران، وزارت صنایع سنگین، ۱۳۷۱.
[۹] خاکی، غلامرضا، آشنایی با مدیریت بهره وری، چاپ دوم، تهران،نشر سایه نما،۱۳۷۷.
[۱۰] در وتیسیوتیس، کستاس، ن،مدیریت عملیات، برنامه ریزی وکنترل موجودی ها، ترجمه احمد جعفر نژاد، چاپ اول، تهران، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ۱۳۷۰.
[۱۱] صفار زاده کرمانی، ماشاءا...، تصویری از صنایع نساجی و پوشاک، اداره کل صنایع نساجی وپوشاک.
[۱۲] طه، حمدی، آشنایی با تحقیق در عملیات، ترجمه محمد باقر بازرگان،چاپ اول، تهران انتشارات نشر دانشگاهی،۱۳۶۶.
[۱۳] علیمیر، فردریک س،لیبر من، جرالد ج، تحقیق در عملیات، برنامه ریزی خطی،ترجمه محمد مدرس و اردوان وزیری، چاپ سوم، جلد اول،تهران، نشر تندر، ۱۳۷۰.
[۱۴] فاطمی، قمی،محمد تقی، برنامه ریزی وکنترل موجودی ها،چاپ دوم، تهران، نشر دانش امروز، ۱۳۷۵.
[۱۵] کسائیان، محمود، اصول ریسندگی پنبه،.
[۱۶] نعمت الهی، صمد، اصول ریسندگی کاربردی در واحد های تولیدی، انتشارات بصیر، تهران، ۱۳۷۷.

[17] Akif Bakir, M.; Byrne, Mike D. “Stochastic linear optimisation of an MPMP production planning model”International Journal of Production Economics Volume: 55, Issue: 1,June 10, 1998.
[18] Anvary Rostamy. " APPRAISING THE EFFECTIVENESS OF GP INCORPORATING THE ECISION MAKER (DM),S PERFERENCES " Of the Operation Society of Japan ,No 2.1998.
[19] Babic, Z.; Pavic, I, “Multicriterial production planning by De Novo programming approach International Journal of Production Economics Volume: 43, Issue: 1, May 1, 1996.
[20] Bahroun, Z.; Campagne, J.-P.; Moalla, M. “The overlapping production planning: A new approach of bounded capacity management”,International Journal of Production Economics Volume: 64, Issue: 1-3, March 1, 2000.
[21] Byrne, M.D.; Bakir, M.A. “Production planning using a hybrid simulation – analytical approach”,International Journal of Production Economics Volume: 59, Issue: 1-3, March, 1999.
[22] Calvete, Herminia I.; Galé, Carmen ,“The bilevel linear/linear fractional programming problem European” Journal of Operational Research Volume: 114, Issue: 1, April 1, 1999.
[23] Caridi, Maria; Sianesi, Andrea “Multi-agent systems in production planning and control: An application to the scheduling of mixed-model assembly”,lines International Journal of Production Economics Volume: 68, Issue: 1,October 30, 2000.
[24] Chadha, S.S “Fractional programming with absolute-value functions”, European Journal of Operational Research Volume: 141, Issue: 1,August 16, 2002.
[25] Chang, Ching-Ter “On the polynomial mixed 0–1 fractional programming problems “ European Journal of Operational Research” Volume: 131, Issue: 1, May 16, 2001.
[26] Dekluyvere. A" on the Important of goal norming in non preemptive goal programming ", operation reaseearch , No.16.1970.
[27] De Toni, Alberto; Meneghetti, Antonella, “The production planning process for a network of firms in the textile-apparel industry “International Journal of Production Economics Volume: 65, Issue: 1,April 1, 2000.
[28] Hindi, K. S, “Computationally efficient solution of the multi-item capacitated lot-sizing problem “ Computers & Industrial Engineering Volume: 28, Issue: 4, October،1995.
[29] Homburg, Carsten, “Production planning with multiple objectives in decentralized organizations “ International Journal of Production Economics Volume: 56-57,September 20, 1998.
[30] Hung, Yi-Feng; Chang, Ching-Bin., “Determining safety stocks for production planning in uncertain manufacturing”, International Journal of Production Economics Volume: 58, Issue: 2,January 15, 1999.
[31] johanson.L,A & Doouglas.C, " Monetgomery Operation Reserch In Prodution Planing, Scheduling & Inventory Control " john wily & sons Inc , 1974.
[32] Katayama, Hiroshi “On a two-stage hierarchical production planning system for process industries”, International Journal of Production Economics Volume: 44, Issue: 1-2, June 15, 1996.
[33] Kingsman, Brian G .“Modelling input–output workload control for dynamiccapacity planning inproduction planning systems” International Journal of Production Economics Volume: 68, Issue: 1 ،October 30, 2000.
[34] Kim, Bokang; Kim, Sooyoung ,“Extended model for a hybrid production planning approach International Journal of Production Economics Volume: 73, Issue: 2, September 21, 2001.
[35] Kuik, Roelof; Tielemans, Peter F.J. “Setup utilization as a performance indicator in production planning and control “International Journal of Production Economics Volume: 49, Issue: 2,April 15, 1997.
[36] Kingsman, Brian G, “Modelling input–output workload control for dynamic capacity planning in production planning systems” International Journal of Production Economics Volume: 68, Issue: 1,October 30, 2000.
[37] Lara, P.; Stancu-Minasian, I. “Fractional programming: a tool for the assessment of sustainability “, Agricultural Systems Volume: 62, Issue: 2, November, 1999.
[38] Li, Y.; Ip, W.H.; Wang, D.W. “Genetic algorithm approach to earliness and tardiness production scheduling and planning problem”, International Journal of Production Economics Volume: 54, Issue: 1,January 5, 1998.
[39] Liu, Jen-Chwan; Yokoyama, K. “-Optimality and Duality for Multiobjective Fractional Programming “, Computers & Mathematics with Applications Volume: 37, Issue: 8,April, 1999.
[40] Liu Jen-Chwan, “Optimality and Duality for Generalized Fractional Programming Involving Nonsmooth ConvexFunctions” omputers & Mathematics with Applications Volume: 32, Issue: 2, July, 1996.
[41] Liu, J. C.; Kimura, Y.; Tanaka, K. “Three Types Dual Model for Minimax Fractional Programming “,Computers & Mathematics with Applications Volume: 38, Issue: 7-8, October, 1999.
[42] Metev, Boyan; Gueorguieva, Dessislava “A simple method for obtaining weakly efficient points in multiobjective linear fractional programming problems “ European Journal of Operational Research Volume: 126, Issue: 2,October 16, 2000.
[43] Primer. A, Measuring Service Productivity National Productivity
[44] Mezgár, István; Kovács, György L.; Paganelli, Paolo, “Co-operative production planning for small- and medium-sized enterprises “ International Journal of Production Economics Volume: 64, Issue: 1-3,March 1, 2000.
[45] Sakawa, Masatoshi; Kato, Kosuke ,“Interactive decision-making for multiobjective linearfractional programming problems with block angular involving fuzzy numbers”,Fuzzy Sets and Systems Volume: 97, Issue: 1, July 1, 1998.
[46] Sun, J.; Xue, D “A dynamic reactive scheduling mechanism for responding to changes of production orders and manufacturing resources”,Computers in Industry Volume: 46, Issue: 2, September, 2001.
[47] Tang, Lixin; Liu, Jiyin; Rong, Aiying; Yang, Zihou, “A review of planning and scheduling systems and methodsfor integrated steel production” , European Journal of Operational Research Volume: 133, Issue: 1,August 16, 2001.

[48] Nagarur, Nagen; Vrat, Prem; Duongsuwan, Wanchai “Production planning and scheduling for injection moulding of pipe fittings “ International Journal of Production Economics Volume: 53, Issue: 2, November 20, 1997.
[49] Resteanu, Cornel; Filip, Florin-Gheorghe; Stanescu, Sorin; Ionescu, Cezar ,“A cooperative production planning method in the field of continuous process plants “International Journal of Production Economics Volume: 64, Issue: 1-3, March 1, 2000.
[50] Srivastava, Bharatendu; Wun-Hwa, Chen, “Batching in production planning for flexible manufacturing systems”International Journal of Production Economics Volume: 43, Issue: 2-3,June 1, 1996.
[51] Tamura, Takayoshi; Fujita, Seiichi “Designing customer oriented production planning system (COPPS)”International Journal of Production Economics Volume: 41, Issue: 1-3,October, 1995.
[52] Thoai, Nguyen V, “A class of optimization problems over the efficient set of a multiple criteria nonlinear programming problem “European Journal of Operational Research Volume: 122, Issue: 1, April1, 2000.
[53] Tsubone, Hitoshi; Furuta, Hirohisa “Replanning timing in hierarchical production planning “ International Journal of Production Economics Volume: 44, Issue: 1-2, June 15, 1996.
[54] Wedel, J.; Lumsden, K. “The influence of lead-time reductions on decisions and rules in the production planning process”, International Journal of Production Economics Volume: 41, Issue: 1-3, October, 1995.
[55] Wu, Tai-Hsi “A note on a global approach for general 0-1 fractional programming” European Journal of Operational Research Volume: 101, Issue: 1,August 16, 1997.
[56] Vicens, E.; Alemany, M.E.; Andrés, C.; Guarch, J.J, “A design and application methodology for hierarchical production planning decision support systems in an enterprise integration context International Journal of Production Economics Volume: 74, Issue: 1-3, December, 2001.
[57] Xu, Zengkun “On Multiple-Criteria Fractional Programming Problems” Chinese Science Abstracts Series A” Volume: 14, Issue: 2, Part, March,1995.
[58] Yasheng, Huang “Central-Local Relations in China During the Reform Era: The Economic and Institutional Dimensions”, World Development Volume: 24, Issue: 4, April, 1996.
[59] Zäpfel, Günther, “Production planning in the case of uncertain individual demand Extension for an MRP II concept”, International Journal of Production Economics Volume: 46-47, December, 1996.