ادغام نظرات مدیریت و مشتریان در تعیین ترکیب تولید به کمک تئوری محدودیت‌های اصلاح شده فازی

ناصر حمیدی*[۱]، مهدی اقبالی[۲]

[۱] دانشیار دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، قزوین، ایران (عهده‌دار مکاتبات)

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۲، اصلاحیه: شهریور ۱۳۹۲، پذیرش: آذر ۱۳۹۲

چکیده

یکی از مهم‌ترین حوزه‌های کلیدی در زنجیره تأمین، مدیریت و کنترل فعالیت‌هایی نظیر تهیه مواد، برنامه‌ریزی تولید و کنترل موجودی و عرضه کالاست. با برنامه‌ریزی‌هایی که در این حوزه انجام می‌گیرد، می‌توان مشخص نمود از هر محصول چه تعداد و چه زمانی تولید کرد. تولیدکنندگان برای تولید محصولات اولویت‌هایی را مدنظر دارند که می‌تواند بر اساس ظرفیت خطوط، میزان منابع انسانی و... تعیین شود. علاوه بر این اولویت‌هایی نیز بر اساس خرید محصولات مختلف مدنظر مشتریان می‌باشد. در نتیجه تعیین میزان تولید هر محصول با توجه به اولویت مد نظر مشتری و ظرفیت خطوط از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. از سوی دیگر به دلیل ماهیت غیرقطعی داده‌ها در دنیای واقعی تولید، رویکرد منطق فازی در مورد ظرفیت، زمان پردازش و سود قابل استفاده است. لذا در این مقاله سعی شده است با استفاده از تئوری محدودیت‌های اصلاح شده فازی و اولویت‌های مدنظر مشتریان، ترکیب تولیدی مشخص شود که به کمک آن، تعادلی میان اولویت‌های تولیدکننده و مشتریان برقرار گردد. روش پیشنهادی به کمک مثال عددی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان‌دهنده کارایی این روش در مسائل دنیای واقعی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تئوری محدودیت‌های اصلاح شده فازی، ترکیب تولیدی، نظرات مدیریت و مشتریان.

۱- مقدمه

امروزه شیوه‌های مدیریت تولید گذشته که یکپارچگی کمتری را در فرآیندهای‌شان دنبال می‌کردند، کارایی خود را از دست داده‌اند و زنجیره تأمین به عنوان یک رویکرد یکپارچه برای مدیریت مناسب جریان مواد، کالا، اطلاعات و مالی، توانایی پاسخگویی به شرایط را دارا می‌باشد.در راستای پیاده‌سازی این فلسفه، ابزارها و تکنیک‌های قدیمی و جدید یاری‌کننده هستند [۲]. تئوری محدودیت‌ها یک روش کاربردی و در عین حال ساده می‌باشد. اما متأسفانه در برخی از شرایط خاص نظیر مسائل چند گلوگاهی توانایی‌های لازم را از خود نشان نمی‌دهد. برای رفع نواقصی این چنین، محققین به ارائه الگوریتم تئوری محدودیت‌های اصلاح شده پرداخته‌اند [۶]، [۷]. همچنین، در دنیای واقعی در تعیین برخی اولویت‌ها از متغیرهای زبانی استفاده می‌شود که می‌توان آن‌ها را به مقادیر کمی تبدیل نمود و با ترکیب اولویت‌های به‌دست آمده با اولویت مدنظر تولیدکننده، ترکیب تولیدی ایجاد کرد که بین خواسته‌های مشتری و محدودیت‌های تولیدی تعادل ایجاد نمود.*

در این تحقیق سعی می‌شود از زمان پردازش، ظرفیت و سود فازی استفاده گردد. به این دلیل از پارامترهای فازی استفاده می‌شود که در واقعیت کمتر دیده می‌شود که زمان‌های پردازش قطعی و مشخص باشند و هیچ شناوری و انعطافی نداشته باشند. چنین موردی در زمانی که انسان نیز در تولید دخیل است بیشتر به چشم می‌خورد. همچنین واضح است که با افزایش حجم تولید، مقدار شناوری در زمان پردازش مقدار قابل توجهی را به خود اختصاص می‌دهد. لذا به راحتی نمی‌توان از این مقدار چشم‌پوشی نمود.

در ادامه، به مرور تحقیقات پیشین پرداخته شده‌است. در بخش سوم نیز الگوریتم پیشنهادی ارائه شده است. در بخش چهارم نیز برای تشریح بهتر الگوریتم مثالی بیان گردیده است. در بخش پنجم نیز به ارائه نتایج به‌دست آمده و پیشنهادهای آتی پرداخته شده‌است.

۲- تحقیقات پیشین

پلِنرت[۱] در سال ۱۹۹۳ نشان داد که روش تئوری محدودیت‌ها (TOC)[۲] حل بهینه را در مسائل چند گلوگاهی ارائه نمی‌دهد [۸]. لی و پلنرت[۳] در همین سال، به بررسی روش TOC هنگام اضافه شدن محصول

* nhamidi344@gmail.com

1. Plenart
2. Theory Of Constraints
3. Lee and Plenart

www.SID.ir

Archive of SID

جدید به خط تولید پرداختند و نشان دادند که برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح ابزار مناسب‌تری در دستیابی به سود ماکزیمم می‌باشد و دو مثال ارائه نمودند [۷]. فِردِندال و لی[4] در سال ۱۹۹۷ الگوریتم TOC تجدید نظر شده (RTOC)[5] را برای مسائل ترکیب تولیدی که نمی‌توان با روش TOC حل نمود، مورد بررسی قرار داده‌اند. در اغلب موارد نتایج به دست آمده از RTOC با نتایج به دست آمده از برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح برابر بودند.

در سال ۲۰۰۱ اُنووبولو[6] روش جستجوی ممنوعه را برای حل مسائل گلوگاهی پیشنهاد داد که روش او بهتر از روش TOC سنتی ولی به خوبی روش‌های RTOC و برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح نمی‌باشد. او بیان می‌کند که روش جستجوی ممنوعه حل بهینه را با کیفیت بالا و در زمان محاسباتی معقولی ارائه می‌دهد [۹]. آریانژاد و رشیدی کمیجان در سال ۲۰۰۴ یک الگوریتم بهبود دهنده ارائه داده‌اند که توانایی دستیابی به حل بهینه ترکیب تولید تحت TOC را داراست. کارایی این الگوریتم در به‌دست آوردن حل بهینه با روش برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح که توسط فردندال ولی ارائه شده، مقایسه گردیده است [۱۰]. چان و همکارانش[7] در سال ۲۰۰۵ مسائل ترکیب تولید چند گلوگاهی را در نظر گرفته و برای حل آن روش ترکیب شبیه‌سازی تبرید و جستجوی ممنوعه را پیشنهاد می‌دهند. الگوریتم آن‌ها با توجه به تئوری محدودیت‌ها مورد استفاده قرار گرفته و جواب‌های به دست آمده از آن با سایر روش‌ها مقایسه شده‌است [۱۱]. همچنین بهاتاچاریا و همکاران[8] در سال ۲۰۰۶ به بررسی مسائل تصمیم‌گیری ترکیب تولید فازی تحت تئوری محدودیت‌ها زمانی که سطح رضایت تصمیم‌گیرندگان دارای تابع عضویت s شکل می‌باشند، بهره می‌گیرند [۱۲]. چهارسوقی و جعفری در سال ۲۰۰۷ از الگوریتم شبیه‌سازی تبرید برای حل مسائل ترکیب تولید استفاده نموده‌اند و الگوریتم خود را با روش‌های TOC، RTOC، برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح، جستجوی ممنوعه و الگوریتم ژنتیک مقایسه کرده‌اند [۱۳]. قاضی‌نوری و همکاران در سال ۱۳۸۹ به ارائه الگوریتم تئوری محدودیت‌های فازی پرداخته و نتایج حاصل را با برنامه‌ریزی خطی فازی مقایسه نموده‌اند. آن‌ها این الگوریتم را در دو حالت مسائل تک گلوگاهی و چند گلوگاهی بررسی کرده‌اند [۳]. حمیدی و همکاران ۱۳۹۰ الگوریتمی تئوری محدودیت‌های اصلاح شده را برای مسائل ترکیب تولید با ظرفیت و تقاضای فازی را ارائه نمودند [۴]. همچنین در سال ۱۳۹۰ الگوریتم تئوری محدودیت‌های اصلاح شده فازی را برای مسائل ترکیب تولید با ظرفیت، سود و زمان پردازش فازی را نیز بررسی نمودند [۵]. مطالعات نشان داده است که روش‌های مختلفی نظیر TOC ساده، TOC اصلاح شده، برنامه‌ریزی خطی ساده، برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح، جستجوی ممنوعه، الگوریتم ایمنی برای حل مسائل ترکیب تولید ارائه شده‌است.

اما موضوعی که تاکنون در مسائل تئوری محدودیت‌ها به آن پرداخته نشده، توجه به اولویت‌های مد نظر مشتریان می‌باشد. از طرفی هم، جهت تولید هر کالا در سیستم‌های تولیدی اولویت وجود دارد. دراین مقاله سعی شده است که با استفاده از رویکرد تئوری محدودیت‌های اصلاح شده با توجه به پارامترهای زمان پردازش، ظرفیت و سود فازی که خروجی آن ترکیب تولید با توجه به گلوگاه‌های سیستم است، اولویت تولید هر یک مشخص شود و با ترکیب این اولویت‌ها با اولویت‌های مدنظر مشتری، ترکیب تولیدی جدید حاصل گردد که با استفاده از آن می‌توان ترکیب تولید را ایجاد نمود.

۳- ارائه الگوریتم پیشنهادی

پیش فرض‌های مورد نظر عبارتند از:

۱) از تابع عضویت مثلثی برای پارامترهای فازی مسئله استفاده می‌شود. زمان پردازش، ظرفیت و سود مقادیری فازی می‌باشند.
۲) ظرفیت کل خط وابسته به ظرفیت ایستگاه گلوگاه است و با تغییر ظرفیت این ایستگاه، ظرفیت کل خط دچار تغییر می‌شود.
۳) هزینه عملیاتی مقداری ثابت می‌باشد.
۴) میزان تقاضا مقداری مشخص و قطعی می‌باشد.
۵) تمام محصولات دارای یک due date می‌باشند.
۶) متغیر مربوط به ترکیب تولید محصولات، عدد صحیح می‌باشند.
۷) رتبه‌بندی مربوط به اولویت مدنظر مشتریان، به صورت عدد صحیح بیان می‌گردد به طوری که عدد کوچکتر دارای اولویت بالاتری می‌باشد.

پارامترها عبارتند از:

$\widetilde{b}_j$: ظرفیت منبع j ام که یک عدد فازی مثلثی می‌باشد و به شکل (b_{j1}, b_{j2}, b_{j3}) نشان داده می‌شود.

D_i: تقاضای محصول نوع i

n: تعداد منابع

m: تعداد نوع محصولات

Q_i: متغیر تصمیم که نشان دهنده تعداد محصول نوع i می‌باشد.

C_i: سود حاصل از تولید محصول i می‌باشد و به شکل (Ci1, Ci2, Ci3) نشان داده می‌شود.

$\widetilde{O}$: هزینه عملیاتی کل سیستم که برای محاسبات آسان‌تر با (O, O,O) نشان داده می‌شود.

$\widetilde{NP}$: سود خالص که با (NP_1, NP_2, NP_3) نشان داده می‌شود.

$\widetilde{T}_{ij}$: زمان مورد نیاز برای پردازش محصول نوع i روی منبع j می‌باشد و به شکل $(T_{i1j}, T_{i2j}, T_{i3j})$ نشان داده می‌شود.

λ = وزن اختصاص داده شده به اولویت‌های مد نظر تولیدی از دیدگاه مدیریت ($0 \le \lambda \le 1$)

$1-\lambda$ = وزن تخصیص داده شده به اولویت‌های مدنظر مشتری

4. Fredenall and Lea
5. Revised Theory Of Constraints
6. Onwubolu
7. Chanet al
8. Bhattacharya et al

Archive of SID

www.SID.ir

γ_i = اولویت تولید کالاها پس از اعمال قوانین تئوری محدودیت‌های اصلاح شده

α_i = اولویت تولید کالاها با توجه به نظر مشتری

الگوریتم:

گام ۱: برای هر ایستگاه زمان پردازش را در میزان ماکزیمم فروش ضرب کنید. در این صورت با عبارت زیر برخورد خواهیم نمود:

$$D_i\tilde{T}_{ij} = D_i(T_{i1j}, T_{i2j}, T_{i3j}) = (D_iT_{i1j}, D_iT_{i2j}, D_iT_{i3j}) \quad (۱)$$
$$i = 1,2,..., m \quad , j = 1,2,..., n$$

گام ۲: مجموع زمان پردازشی را که در هر ایستگاه صرف می‌شود به‌دست آورید. این مقدار همان ظرفیت مورد نیاز برای تامین کل تقاضا است و یک عدد فازی مثلثی می‌باشد.

$$\sum_{i=1}^{m} D_i\tilde{T}_{ij} = \sum_{i=1}^{m} (D_iT_{i1j}, D_iT_{i2j}, D_iT_{i3j}) = \quad (۲)$$
$$(\sum_{i=1}^{m} D_iT_{i1j}, \sum_{i=1}^{m} D_iT_{i2j}, \sum_{i=1}^{m} D_iT_{i3j}) \qquad j = 1,2,..., n$$

گام ۳: تفاوت ظرفیت در دسترس و ظرفیت مورد نیاز را به دست آورید و آن را $\tilde{S}_j$ نشان دهید. اگر تمام مقادیر (s_{j1}, s_{j2}, s_{j3}) برای تمام ایستگاه‌ها مثبت شدند بدین معناست که سیستم می‌تواند کل تقاضا را برآورده نماید و سیستم مشکلی در تامین تقاضای مشتریان خود نخواهد داشت ولی چنانچه حداقل یکی از این مقادیر منفی باشند سیستم دارای گلوگاه بوده و بایستی مجموعه‌های گلوگاه غیرگلوگاه را تشکیل داد.

$$(b_{j1}, b_{j2}, b_{j3}) - (\sum_{i=1}^{m} D_iT_{i1j}, \sum_{i=1}^{m} D_iT_{i2j}, \sum_{i=1}^{m} D_iT_{i3j}) =$$
$$(b_{j1} - \sum_{i=1}^{m} D_iT_{i3j}, \; b_{j2} - \sum_{i=1}^{m} D_iT_{i2j}, \; b_{j3} - \sum_{i=1}^{m} D_iT_{i1j}) = \quad (۳)$$
$$(s_{j1}, s_{j2}, s_{j3}) = \tilde{s}_j \qquad j = 1,2,..., n$$

گام ۴: تعداد گلوگاه‌ها را شمارش نمایید. چنانچه با یک گلوگاه مواجه‌اید به گام بعد بروید. در غیر این صورت از برنامه‌ریزی خطی فازی برای حل آن استفاده نمایید.

گام ۵: برای ایستگاه گلوگاه میزان سود هر واحد از محصول را بر زمان پردازش صرف شده در آن ایستگاه تقسیم کنید.

گام ۶: مقادیر به دست آمده از گام ۵ را به کمک قوانین رتبه‌بندی فازی که در زیر آمده اولویت‌بندی نمایید. روشی که در این مقاله برای مرتب کردن اعداد فازی به کار می‌رود دارای ۳ معیار می‌باشد. در صورتی که با به کاربردن معیار اول (سطح محصور)، تعدادی از اعداد مرتب نشده باشند به ترتیب از معیارهای دوم (مد یا نما) و معیار سوم (دامنه) استفاده می‌شود [۱]. در ادامه با توجه به اولویت به دست آمده از این مرحله و همچنین اولویت مدنظر مشتری و با در نظر گرفتن ضریب تخصیص داده شده به هر یک با توجه به نظر مدیریت، مقدار $\gamma_i.\lambda + \alpha_i.(1-\lambda)$ را برای هر محصول به دست آورده و به صورت صعودی مرتب نمائید. پس از انجام محاسبات، اگر چند مقدار مساوی به دست آمد، آن مقداری را در نظر بگیرید که دارای اولویت بالاتری نسبت به دیدگاه عاملی که دارای λ یا $1-\lambda$ بالاتری باشد انتخاب و اگر λ $1-\lambda$ و λ دارای مقدار مساوی باشند آن محصولی که از دیدگاه مشتری در اولویت بالاتری است انتخاب می شود.

گام ۷: با توجه به اولویت‌های به دست آمده و ظرفیت ایستگاه گلوگاه، میزان تولید هر محصول را به گونه‌ای تعیین نمایید که رابطه زیر برقرار باشد.

$$\sum_{i=1}^{m} Q_i\tilde{T}_{ij} = \sum_{i=1}^{m} (Q_iT_{i1j}, Q_iT_{i2j}, Q_iT_{i3j}) =$$
$$(\sum_{i=1}^{m} Q_iT_{i1j}, \sum_{i=1}^{m} Q_iT_{i2j}, \sum_{i=1}^{m} Q_iT_{i3j}) \le (b_{j1}, b_{j2}, b_{j3}) \quad (۴)$$
$$j = 1,2,..., n$$

گام ۸: مقادیر به دست آمده از هر محصول را در میزان سود مربوط به آن ضرب نمایید و سود ناخالص کل را اعلام نمایید.

$$\sum_{i=1}^{m} Q_iC_i = \sum_{i=1}^{m} (Q_iC_{i1}, Q_iC_{i2}, Q_iC_{i3}) = \quad (۵)$$
$$(\sum_{i=1}^{m} Q_iC_{i1}, \sum_{i=1}^{m} Q_iC_{i3}, \sum_{i=1}^{m} Q_iC_{i3})$$

گام ۹: هزینه‌های عملیاتی را از سود ناخالص کل کسر نمایید و مقدار به دست آمده را به عنوان سود خالص بیان نمایید.

$$NP = (\sum_{i=1}^{m} Q_iC_{i1}, \sum_{i=1}^{m} Q_iC_{i2}, \sum_{i=1}^{m} Q_iC_{i3}) - (O \;, O \;, O \;) =$$
$$(\sum_{i=1}^{m} Q_iC_{i1} - O \;, \sum_{i=1}^{m} Q_iC_{i2} - O \;, \sum_{i=1}^{m} Q_iC_{i3} - O \;) \quad (۶)$$

۴- مثال عددی

مطلوبست ترکیب بهینه تولید را در مسئله‌ای با داده‌های زیر به دست آورید. در این مثال هزینه عملیاتی برابر با ۶۰۰۰ واحد پولی می‌باشد. مقادیر $\lambda = 0.35$ و در مورد اولویت مد نظر مشتری Q دارای اولویت بالاتر و P دارای اولویت پایین‌تر است.

جدول شماره (۱): داده‌های مثال

محصول	A	B	C	D	سود	تقاضا
P	(۱۲، ۱۵، ۱۶)	(۴، ۵، ۶)	(۱۴، ۱۵، ۱۸)	(۹، ۱۰، ۱۲)	(۴۰، ۴۵، ۵۰)	۱۰۰
Q	(۹، ۱۰، ۱۱)	(۲۸، ۳۰، ۳۲)	(۳، ۵، ۶)	(۴، ۵، ۶)	(۵۰، ۶۰، ۷۰)	۵۰
ظرفیت	(۲۳۵۰، ۲۴۰۰، ۲۴۵۰)	(۱۹۰۰، ۲۰۰۰، ۲۱۰۰)	(۲۳۵۰، ۲۴۰۰، ۲۴۵۰)	(۲۳۵۰، ۲۴۰۰، ۲۴۵۰)	–	

حل: ظرفیت مورد نیاز برای تامین کل تقاضا نیز در جدول ۲ آورده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره (۲): ظرفیت مورد نیاز

ایستگاه	A	B	C	D
ظرفیت مورد نیاز	(۱۶۵۰، ۲۰۰۰، ۲۱۵۰)	(۱۸۰۰، ۲۰۰۰، ۲۲۰۰)	(۱۵۵۰، ۱۷۵۰، ۲۱۰۰)	(۱۱۰۰، ۱۲۵۰، ۱۵۰۰)

در این حالت ایستگاه B تنها ایستگاه گلوگاه سیستم می‌باشد. برای به دست آوردن اولویت‌های تولید بایستی سود را بر زمان پردازش تقسیم نمود.

(40, 45, 50)÷(3, 5, 6)=(6.667, 9, 16.667)
(50, 60, 70)÷(28, 30, 32) = (1.5625, 2, 2.5)

با مقایسه دو مقدار به دست آمده در می‌یابیم که اولویت اول با تولید محصول P و سپس با Q می‌باشد.

حال با توجه به $\gamma_i.\lambda + \alpha_i.(1-\lambda)$ و در نظر گرفتن $\lambda = 0.35$ خواهیم داشت (جدول ۳):

جدول شماره (۳): تعیین اولویت نهایی

محصول	اولویت با توجه RTOC فازی γ_i	اولویت با توجه به دیدگاه مشتری α_i	$\gamma_i.\lambda$	$\alpha_i.(1-\lambda)$	$\gamma_i.\lambda + \alpha_i.(1-\lambda)$
P	۱	۲	۰/۳۵	۱/۳	۱/۶۵
Q	۲	۱	۰/۷	۰/۶۵	۱/۳۵

در نتیجه با توجه به جدول فوق مشاهده می‌شود که محصول Q دارای اولویت اول و محصول P دارای اولویت دوم است.

جدول شماره (۴): اولویت و ترکیب تولید با توجه به ایستگاه B

اولویت	محصول	تعداد تولید	زمان تولید برای هر واحد	زمان مورد نیاز	زمان تجمعی
P	۱	۲	۰/۳۵	۱/۳	۱/۶۵
Q	۲	۱	۰/۷	۰/۶۵	۱/۳۵

چون مسئله تنها دارای یک گلوگاه است، سایر ایستگاه‌ها نیز با این تعداد تولید مشکلی نخواهند داشت. پس مقادیر بهینه به دست آمده از روش تئوری محدودیت‌ها برابر خواهد بود با:

Q=50 P=75
Z=50.(50,60,70)+75.(40,45,50)=
(2500,3000,3500)+(3000,3375,3750)=(5500, 6375, 7250)

اما برای داشتن سود خالص بایستی هزینه‌های عملیاتی را از مقدار به دست آمده کم کرد.

(5500, 6375, 7250)-(6000, 6000, 6000)=(-500, 375, 1250)

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله همان‌طور که از نتایج مشخص است، ممکن است با در نظر گرفتن اولویت مشتری، حتی در بازه مشخص شده، هزینه‌زا باشد. در این الگوریتم تعیین ضریب λ دارای اهمیت خاصی بوده چرا که می‌تواند در سودآوری و یا هزینه‌زا بودن اولویت تولید مؤثر باشد. سود به‌دست آمده از این روش در مثال مد نظر (-500, 375, 1250) می‌باشد که با توجه به نتیجه بدون در نظر گرفتن اولویت مشتری که مقدار (300, 1260,2220) می‌باشد کمتر است. این موضوع طبیعی است چرا که محدودیت اضافه شده که وجود محدودیت باعث می‌شود که مقدار تابع هدف زیاد نشود. به عنوان پیشنهادهای آتی می‌توان این مسئله را به صورت برنامه‌ریزی ریاضی چند هدفه فرموله و حل نمود. همچنین در تعیین اولویت‌های مدنظر مدیریت از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده شود.

۶- منابع و مآخذ

[۱] آذر، عادل. فرجی، حجت(۱۳۸۶). **علم مدیریت فازی**، چاپ اول، انتشارات مهربان نشر.

[۲] صادقی مقدم، محمدرضا. مومنی، محمد، نالچیگر، سیروس(۱۳۸۸). **برنامه‌ریزی یکپارچه تأمین، تولید و توزیع زنجیره تأمین با به کارگیری الگوریتم ژنتیک**، نشریه مدیریت صنعتی، دوره۱، شماره۲، صفحات ۸۸-۷۱.

[۳] قاضی‌نوری، سید سپهر. صادقیان، رامین. سموئی، پروانه(۱۳۸۹). **استفاده از برنامه‌ریزی خطی فازی و تئوری محدودیت‌ها در مسائل تولید ترکیبی فازی و مقایسه آنها**، نشریه بین‌المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید- شماره ۲- جلد ۲۱-صفحات ۱-۱۰

[۴] حمیدی، ناصر.سموئی، پروانه. و اقبالی، مهدی(۱۳۹۰). **ارائه الگوریتم تئوری محدودیت‌های اصلاح شده برای مسائل ترکیب تولید با ظرفیت و تقاضای فازی**، نشریه مطالعات مدیریت صنعتی- شماره ۲۰ - صفحات ۱۹۵-۲۱۴

[۵] حمیدی، ناصر.سموئی، پروانه. و اقبالی، مهدی (۱۳۹۰). **ارائه الگوریتم تئوری محدودیت‌های اصلاح شده فازی برای مسائل ترکیب تولید با ظرفیت، سود و زمان پردازش فازی**، نشریه بین‌المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید- شماره ۴- جلد ۲۲-صفحات ۳۶۰-۳۶۸

[6] Fredendall L.D., & Lea B.R.(1997), ***Improving the Product-Mix Heuristic in the Theory of Constraints***, International Journal of Production Research Vol. 35, pp1535-1544.

[7] Lee T.N., & Plenert G.(1993),***Optimizing Theory of Constraints When New Product Alternatives Exist***, Production and Inventory Management Journal Vol.34, pp 51-57.

[8] Plenert, G.*(1993). **Optimized Theory of Constraints When Multiple Constrained Resources Exist***, European Journal of Operational Research 70, 126–133

[9] Onwubolu G.C,.(2001). ***Tabu Search-Based Algorithm for the TOC Product-Mix Decision***, International Journal of Production Research Vol.39, pp.2065–2067.

[10] Aryanezhad M.B., & Rashidi Komijan A.R.(2004), ***An Improved Algorithm for Optimizing Product-Mix Under the Theory of Constraints***, International Journal of Production Research , Vol.42, pp. 4221-4233.

[11] Chan F.T.S., & Mishara N., & Prakash, & Tiwari, M.K. & Shankar R.,(2005). ***Hybrid Tabu-Simulated Annealing Based***

Archive of SID

www.SID.ir

Approach to Solve Multi-Constraint Product-Mix Decision Problem, Expert System with Application Vol. 29, pp.446-454.

[12] Bhattacharya, A., & Vasant, P.(2007),***Soft-Sensing of Level of Satisfaction in TOC Product-Mix Decision Heuristic Using Robust Fuzzy-LP***, European Journal of Operational Research Vol. 177, pp. 55-70.

[13] Chaharsooghi, S. K. and Jafari, N.(2007),**A Simulated Annealing Approach for Product Mix Decisions**, Scientia Iranica,Vol. 30, pp 230-235**.**

Archive of SID

www.SID.ir