

مقایسه تطبیقی مدل‌های ریاضی قطعی و فازی در برنامه ریزی تولید «مورد: شرکت پالایش نفت شیراز»

عادل آذر^{۱*}، رضا فرهی بیلویی^۲، علی رجب زاده^۳

- ۱- دانشیار گروه مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
- ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
- ۳- استادیار گروه مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

پذیرش: ۸۶/۹/۲۴

دریافت: ۸۵/۲/۲۴

چکیده

در این مقاله، برنامه ریزی تولید برای فرایندهای تولید پالایشگاهی (چند مرحله‌ای چند محصولی) با دو رویکرد قطعی و فازی مدلسازی ریاضی شده است. هدف از این مقاله، پاسخ دادن به این پرسش است که کدام رویکرد ریاضی (قطعی یا فازی) جواب بهتری برای برنامه ریزی تولید ارائه می دهد. برای پاسخ دادن به این سؤال ابتدا یک مدل ریاضی خطی قطعی چند مرحله‌ای چند محصولی، برای یک دوره زمانی ۲۴ ساعته طراحی شد. سپس مدل فازی آن تدوین گردید و سرانجام مدل‌های تدوین شده در یک نمونه پژوهش آزمون شدند.

نتایج حاصل از مدل‌های قطعی و فازی، همگی بیانگر بهبود جواب بهینه مدل فازی نسبت به مدل قطعی بودند. همچنین شایان ذکر است که مدل ارائه شده در این مقاله، قابل تعمیم و کاربرد در سایر فرآیندهای تولید پالایشگاهی (چند مرحله‌ای چند محصولی) است. بنابراین توصیه می شود برای مدلسازی ریاضی برنامه ریزی تولید، با استفاده از منطق فازی به اندازه گیری هر چه بیشتر پارامترهای نادقیق و مبهم پرداخته شود و این نوع مدلسازی، مبنای برنامه ریزی تولید قرار گیرد. این همان موضوعی است که مقاله حاضر به آن جامه عمل پوشانده می توان بیان کرد که نادیده گرفتن این موضوع، همان نقطه ضعف مدل‌های گذشته است که در ادبیات موضوع آورده شده‌اند.

کلید واژه‌ها: برنامه‌ریزی تولید، مدلسازی ریاضی، برنامه‌ریزی خطی فازی، برنامه‌ریزی خطی قطعی.

۱- مقدمه

استفاده از تکنیک‌های پژوهش در عملیات در صنعت پالایش نفت، بخصوص تکنیک‌های برنامه‌ریزی خطی^۱، برنامه‌ریزی صفر و یک^۲، مدل‌های حمل و نقل^۳، مسائل تخصیص^۴ و تحلیل شبکه^۵، برنامه‌ریزی آرمانی^۶ و... این امکان را فراهم ساخته که مسائل متعددی در صنعت پالایش نفت قابل بررسی باشند که به عنوان نمونه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- طراحی مدل ریاضی برنامه‌ریزی تولید با رویکرد فاز،
- طراحی مدل ریاضی برنامه‌ریزی تولید و توزیع فرآورده‌های نفتی با رویکرد زنجیره عرضه،
- بهینه‌سازی شرایط برج تقطیر،
- بهینه‌سازی امتزاج فرآورده‌های نفتی.
- برنامه‌ریزی تعیین محل استقرار پالایشگاه‌های نفت یا انبارهای ذخیره نفت خام و فرآورده‌های نفتی و...

در این مقاله، برنامه‌ریزی تولید شرکت پالایش نفت شیراز با دو رویکرد قطعی و فازی مدلسازی ریاضی شده است. هدف از این مقاله، پاسخ دادن به این پرسش است که کدام رویکرد ریاضی (قطعی یا فازی) جواب بهتری برای برنامه‌ریزی تولید شرکت پالایش نفت شیراز ارائه می‌دهد.

نتایج حاصل از مدل‌های قطعی و فازی، همگی بیانگر بهبود جواب بهینه مدل فازی نسبت به مدل قطعی بودند. همچنین شایان ذکر است که مدل ارائه شده در این مقاله، قابل تعمیم و کاربرد در سایر فرآیندهای تولید پالایشگاهی (چند مرحله‌ای چند محصولی) است. بنابراین توصیه می‌شود برای مدلسازی ریاضی برنامه‌ریزی تولید، با استفاده از منطق فازی به

-
1. Linear Programming (LP)
 2. Binary Programming
 3. Transportation Programming
 4. Assignment Problems
 5. Network Analysis
 6. Goal Programming

اندازه گیری هر چه بیشتر پارامترهای نادقیق و مبهم پرداخته شود و این نوع مدلسازی مبنای برنامه ریزی تولید قرار گیرد. این همان موضوعی است که مقاله حاضر به آن جامه عمل پوشانده و می‌توان بیان کرد که نادیده گرفتن این موضوع همان نقطه ضعف مدل‌های گذشته است که در ادبیات موضوع آورده شده‌اند.

در این بررسی، روش میدانی به کمک مدل‌های تجویزی مورد استفاده قرار گرفته است. مدل‌های تجویزی که عموماً از رویکرد علمی حل مسأله استفاده می‌کنند از حاصل تعامل و ارتباط متغیرها، جوابی را برای استفاده تصمیم گیرنده تجویز می‌کنند. رویکرد علمی برای حل مسأله را می‌توان در یک فرایند ۶ مرحله‌ای به صورت آتی خلاصه کرد: (۱) مشاهده، (۲) تعریف مسأله، (۳) ساختن مدل، (۴) حل مدل، (۵) اعتبارسنجی، (۶) اجرا [۱]. بدیهی است پژوهش حاضر نیز از این امر مستثنا نبوده، شامل تمام مراحل فوق می‌باشد. با توجه به بررسی‌های مقدماتی به نظر می‌رسد که مدل مورد نظر در این پژوهش از نوع برنامه ریزی خطی چند مرحله‌ای، چند محصولی است. مدل‌ها پس از طراحی، به وسیله نرم افزار LINGO/۰ حل و تحلیل حساسیت شده‌اند.

۲- ادبیات موضوع

موضوع استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی در برنامه‌ریزی تولید پالایشگاه نفت به دهه هفتاد میلادی برمی‌گردد. هادلی^۱ [۲] به طور مشخص در سال ۱۹۶۲ موضوع برنامه‌ریزی تولید پالایشگاه را مطرح ساخته و در مدل خود به ساختار شبکه‌ای مسائل برنامه‌ریزی تولید پالایشگاه اشاره کرده است.

در سال ۱۹۶۹ فرد دیگری به نام زانگویل^۲ [۳] مدل عمومی مسائل برنامه‌ریزی تولید را مطرح کرده که در آن، مراحل تولید متعدد و هزینه‌های تولید مقعر است.

در سال ۱۹۷۸ آرونوفسکی^۳ [۴] مدل برنامه‌ریزی تولید پالایشگاه را مطرح کرد. وی در مدل خود کوشید تا اولاً به تنوع کیفی نفت خام‌های ورودی به واحد تقطیر پالایشگاه توجه شود و ثانیاً ارتباط فنی بین خطوط انتقال فرآورده‌های نفتی به لحاظ ماهیت محدودیتهای

1. Hadley, G.
2. Zangwill, W. L.
3. Aronofsky, J. S.



کارکردی مسأله مدنظر قرار گیرد.

در سال ۱۹۹۱ گروسمن [۵] مدل برنامه‌ریزی خطی آمیخته صفر و یک را در برنامه‌ریزی صنایع فرآیندی عنوان کرد. مدل گروسمن، یک سیستم عمومی تولید دسته‌ای است که مجموعه‌ای از محصولات را تولید کرده، برای تولید محصولات از انبارهای ذخیره خوراک - که براساس یک توالی از قبل تعیین شده طراحی شده‌اند - استفاده می‌شود.

در سال ۱۹۹۲ فرد دیگری به نام پن^۱ [۶] موضوع سازمان‌دهی عملیات بین دو پالایشگاه را مطرح کرد. وی در این مدل فرض کرده که دو پالایشگاه وجود دارد که از نظر عملیات تولیدی کاملاً شبیه یکدیگر هستند، اما خطوط انتقال جریانهای نفتی بین این دو پالایشگاه به گونه‌ای است که نقش اصلی و تعیین‌کننده در تعیین نوع و مقدار تولید محصولات توسط یکی از این دو پالایشگاه معین می‌شود. پن در مدل خود تا حد زیادی از مدل آرونوفسکی کمک گرفته است.

مورو^۲ و همکاران او در سال ۱۹۹۸ [۷] یک مدل برنامه‌ریزی غیر خطی در خصوص پالایش فرآورده های دیزلی ارائه دادند. این مدل با استفاده از داده های شرکت پالایش RPBC مورد آزمون قرار گرفته و در حل آن از روش گرادیان استفاده شده است. اطلاعات حاصل از مدل فوق منجر به افزایش سود شرکت پالایش RPBC به میزان ۶,۰۰۰,۰۰۰ دلار در سال گردیده است.

در سال ۲۰۰۰ لاندگرن^۳ و همکارانش [۸] مدلی برای بهینه کردن برنامه‌ریزی تولید پالایشگاهی ارائه کردند. هدف، حداقل کردن هزینه های تولید و انبارداری می باشد. مسأله فوق در قالب یک مدل عدد صحیح مختلط برای شرکت نیناس^۴ مدلسازی شد. همچنین مدل فوق، تواناییهای حل مسائل حمل و نقل و تصمیمات استراتژیک در خصوص محصولات و سرمایه گذاریهای جدید را دارد.

در سال ۲۰۰۰ پینتو و همکار او [۹] توانستند یک مدل کاربردی، کارا و اثر بخش برنامه ریزی و زمانبندی تولید را برای فرآیندهای تولیدی پالایشگاهی ارائه دهند. با به کارگیری و

1. Panne, C. V.
2. L. F. L. Moro
3. Jan T. Lundgren
4. Nynas

توسعه تکنیکهای پژوهش در عملیات، آنها یک مدل غیر خطی را برای تحقق این هدف ارائه کردند و بدین وسیله توانستند نوع، میزان تولید و ترکیب بهینه محصولات را مشخص کنند. راسموس^۱ و همکارانش در سال ۲۰۰۵ [۱۰] یک مدل خطی عدد صحیح مختلط را برای بهینه سازی فرآیندهای تولیدی پیوسته از طریق بهینه سازی عملیات و زمانبندی محصولات چند گانه ارائه کردند.

علاوه بر موارد فوق می توان به تلاش محققان بی شماری چون زوکوانلی و دیگران [۱۱]، داوید جامیسون و لودویک [۱۲]، سنگیز و دیگران [۱۳]، چونگوانگلی و دیگران [۱۴]، ماریانو و دیگران [۱۵] و آرنولد شاپیرو [۱۶] اشاره کرد.

اگر چه تلاشهای گسترده ای با رویکرد قطعی در زمینه طراحی مدل های برنامه ریزی تولید پالایشگاهی صورت گرفته، ولی با توجه به توانمندیها و قابلیت های منطق فازی در اندازه گیری داده های مبهم و نادقیق، این فرضیه مطرح می شود که ((مدل های بنا شده بر اساس منطق فازی در برنامه ریزی تولید پالایشگاه، توانمندی بیشتری نسبت به مدل های قطعی دارند)).

برای بررسی این فرضیه، محقق با انتخاب مدل ریاضی خطی قطعی و مدل فازی شده آن در صدد است تا با استفاده از یک مطالعه موردی به آزمون مدل های فوق و بررسی صحت و سقم این فرضیه بپردازد. در ادامه به بحث در مورد مفروضات مدل، اجزای مدل ریاضی برنامه ریزی تولید شرکت پالایش نفت شیراز و صورت بندی کلی قطعی و فازی آن، پرداخته خواهد شد.

۳- ویژگیهای مدل

- مدل برنامه ریزی تولید، یک مدل چند محصولی است.
- تابع هدف مدل از نوع حداکثر ساختن درآمد کل فروش است.
- مدل برنامه ریزی تولید به صورت ایستا و برای یک دوره زمانی ۲۴ ساعته طراحی شده است.
- سیستم تولید به صورت پیوسته بوده، در پایان ۲۴ ساعت هیچ نوع ته مانده ای در واحدهای عملیاتی و مخازن وجود ندارد.

1. Rasmus H. Nystrom

- واحد کلیه متغیرها و پارامترهای مدل برحسب بشکه در روز در نظر گرفته شده است.
- شرایط عملیاتی هر یک از واحدها (از قبیل حرارت، فشار، بخار و ...) ثابت فرض شده است.

۴- اجزای مدل ریاضی خطی قطعی برنامه‌ریزی تولید شرکت پالایش

نفت شیراز

۴-۱- متغیرهای تصمیم مدل

$$\begin{aligned}
 X_{ij} &= \text{میزان تولید فرآورده } i \text{ م در واحد تولیدی } j \text{ م} \\
 X_{mj} &= \text{میزان مصرف خوراک } m \text{ م در واحد تولیدی } j \text{ م} \\
 K_t &= \text{میزان تولید محصول نهایی نوع } t \text{ م} \\
 V &= \text{میزان نفت خام ورودی به پالایشگاه} \\
 V_j &= \text{ظرفیت واحد تولیدی } j \text{ م پالایشگاه} \\
 F_{ij} &= \text{میزان فرآورده } i \text{ م در واحد تولیدی } j \text{ م تزریق شده به انشعاب } i \text{ م} \\
 E_t &= \text{جریمه ناشی از تولید مازاد بر تقاضای محصول نهایی نوع } t \text{ م} \\
 D_t &= \text{حداقل تقاضای پیش بینی شده برای محصول نهایی نوع } t \text{ م} \\
 Y_i &= \text{متغیر صفرویک}
 \end{aligned}$$

۴-۲- محدودیتهای مدل

در این مدل، کلیه محدودیتها شامل موارد زیر است:

۴-۲-۱- محدودیتهای توازن جریان ورودی و خروجی واحد تولیدی j م

بدیهی است که مجموع میزان فرآورده‌های تولیدی هر واحد تولیدی باید برابر با میزان خوراک ورودی به آن واحد باشد. این امر برای تمام واحدهای تولیدی پالایشگاه، بجز واحد آیزوماکس که در آن به دلیل شکستن و تغییر شکل ملکولهای مواد نفتی، حجم فرآورده‌های تولیدی بیشتر از حجم خوراک ورودی به واحد است، صدق کند.

$$\sum_{i=1}^I X_{ij} - \sum_{m=1}^M X_{mj} = 0 \quad j = 1/2, \dots, J \quad i = 1/2, \dots, I \quad m = 1/2, \dots, M$$

X_{ij} = میزان تولید فرآورده i ام در واحد تولیدی j ام

X_{mj} = میزان مصرف خوراک m ام در واحد تولیدی j ام

۲-۲-۴- محدودیتهای ظرفیت واحد تولیدی j ام

هر یک از واحدهای تولیدی پالایشگاه دارای یک ظرفیت اسمی تولید است که حداقل و حداکثر جریان ورودی به آن واحد تولیدی را مشخص می‌سازد.

$$\begin{aligned} V_j &\leq \alpha_j & j = 1/2, \dots, J \\ V_j &\geq \gamma_j & j = 1/2, \dots, J \end{aligned}$$

V_j = ظرفیت واحد تولیدی j ام

α_j = حداکثر خوراک مصرفی واحد j ام

γ_j = حداقل خوراک مصرفی واحد j ام

۳-۲-۴- محدودیتهای میزان تولید فرآورده i ام در واحد تولیدی j ام

$$X_{ij} - a_{ij} V_j \leq 0 \quad j = 1/2, \dots, J \quad i = 1/2, \dots, I$$

X_{ij} = میزان تولید فرآورده i ام توسط واحد تولیدی j ام

V_j = ظرفیت واحد تولیدی j ام

a_{ij} = ضریب تولید فرآورده i ام توسط واحد تولیدی j ام

منظور از فرآورده، آن دسته از تولیدات مرحله‌ای خاص در فرایند تولید پالایشگاه است که به عنوان ورودی (خوراک) مرحله بعدی استفاده می‌شود، در حالی که محصول نهایی، تولیدات نهایی پالایشگاه بوده که به بازار و مشتریان پالایشگاه عرضه می‌شود. در مورد محدودیت فوق، ذکر این نکته لازم است که قاعدتاً در تعریف محدودیتهای مربوط به میزان تولید فرآورده i ام در واحد تولیدی j ام باید از علامت مساوی (=) استفاده شود. ولی از آنجا که محدودیتهای مساوی در مدل برنامه‌ریزی خطی اغلب مسأله‌ساز شده، مانع از پیدا کردن یک جواب بهینه شدنی می‌شود، اگر در اینگونه محدودیتهای میزان خروجی هر واحد را کمتر یا مساوی با میزان ورودی به همان واحد در نظر بگیریم باعث می‌شود تا اولاً مشکل مطرح شده در بالا حذف شود و ثانیاً تغییر ایجاد شده به این نکته اشاره دارد که میزان کمبود (متغیر کمبود) در هر نامعادله، بیانگر میزان مواد اولیه‌ای است که ممکن است بر اثر

عملیات تولیدی در واحد، بخار شود و از بین برود. به این ترتیب، محدودیت‌های نامساوی زمان و حافظه اشغال شده توسط کامپیوتر را نیز کمتر می‌کند.

۴-۲-۴- محدودیت‌های میزان تقاضای محصول نهایی t ام

برخی از فرآورده‌ها و محصولات نهایی پالایشگاه با محدودیت تقاضا مواجهند؛ یعنی دارای حداقل تقاضایی به اندازه D_t هستند. اگر Z تعداد محصولات نهایی تولید شده‌ای باشد که تقاضا برای آنها مقدار معینی است، فرم کلی این دسته از محدودیت‌ها را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$K_t \geq D_t \quad t = 1/2, \dots, Z$$

K_t : میزان تولید محصول نهایی t ام

D_t = حداقل تقاضای پیش بینی شده برای محصول نهایی نوع t ام

۴-۲-۵- محدودیت‌های نوع و ضریب ترکیب مشتقات محصول نهایی t ام

همان طور که قبلاً ذکر شد، فرایند تولید پالایشگاه از نوع فرآیندهای تولیدی چند مرحله‌ای، چند محصولی است. بدین ترتیب در این نوع فرآیندها از ترکیب فرآورده‌های مراحل مختلف تولیدی، محصولات نهایی متعدد ساخته می‌شوند. اگر تعداد کل محصولات نهایی پالایشگاه را T عدد در نظر بگیریم، صورت کلی محدودیت‌های مرتبط با نوع و ضریب ترکیب مشتقات محصول نهایی t ام به صورت زیر است:

$$(-X_{ij} + b_{ij}K_t) \leq 0 \quad t = 1/2, \dots, T \quad j = 1/2, \dots, J \quad i = 1/2, \dots, I$$

X_{ij} : میزان فرآورده نوع i ام تولید شده در واحد j ام

b_{ij} : درصد ترکیب فرآورده نوع i ام، به کار رفته در محصول نهایی t ام

K_t : میزان تولید محصول نهایی t ام

۴-۲-۶- محدودیت‌های انشعاب خطوط لوله فرآورده i ام واحد تولیدی j ام

$$X_{ij} - \sum_{r=1}^R F_{rij} = 0 \quad i = 1/2, \dots, I \quad j = 1/2, \dots, J \quad r = 1/2, \dots, R$$

X_{ij} : میزان فرآورده نوع i ام تولید شده در واحد j ام

F_{rij} = میزان فرآورده i ام در واحد j ام تزریق شده به انشعاب r ام

۳-۴- تابع هدف مدل

هدف از طراحی مدل ریاضی برنامه‌ریزی تولید شرکت، ماکزیمم ساختن درآمد فروش ناشی از محصولات نهایی پالایشگاه است. بدین ترتیب، فرم ریاضی تابع هدف مدل که بیانگر مجموع درآمدهای ناشی از فروش محصولات نهایی پالایشگاه نفت شیراز است، چنین خواهد بود:

$$\max Z = \left(\sum_{t=1}^T P_t K_t \right) - \left(\sum_{t=2}^T E_t (K_t - D_t) \right) \quad t = 1/2, \dots, T$$

K_t : میزان تولید محصول نهایی نوع t ام

P_t : نرخ فروش هر واحد از محصول نهایی t ام

E_t = جریمه ناشی از تولید مازاد بر تقاضای محصول نهایی نوع t ام

D_t = حداقل تقاضای پیش بینی شده برای محصول نهایی نوع t ام

۵- صورت بندی کلی مدل ریاضی خطی قطعی برنامه ریزی تولید

پالایشگاه نفت شیراز

فرم عمومی و کلی مدل ریاضی خطی قطعی برنامه ریزی تولید پالایشگاه نفت شیراز به صورت زیر می باشد:

$$\max Z = \left(\sum_{t=1}^T P_t K_t \right) - \left(\sum_{t=2}^T E_t (K_t - D_t) \right) \quad t = 1/2, \dots, T$$

S. T:

$$\sum_{i=1}^I X_{ij} - \sum_{m=1}^M X_{mj} = 0 \quad j = 1/2, \dots, J \quad i = 1/2, \dots, I \quad m = 1/2, \dots, M$$

$$\begin{aligned} V_j &\leq \alpha_j & j &= 1/2, \dots, J \\ V_j &\geq \gamma_j & j &= 1/2, \dots, J \quad a \end{aligned}$$

$$X_{ij} - a_{ij} V_j \leq 0 \quad j = 1/2, \dots, J \quad i = 1/2, \dots, I$$

$$K_t \geq D_t \quad t = 1/2, \dots, Z$$

$$(-X_{ij} + b_{it} K_t) \leq 0 \quad t = 1/2, \dots, T \quad j = 1/2, \dots, J \quad i = 1/2, \dots, I$$

$$X_{ij} - \sum_{r=1}^R F_{rj} = 0 \quad i = 1/2, \dots, I \quad j = 1/2, \dots, J \quad r = 1/2, \dots, R$$

$$P_t, K_t, X_{ij}, V_j, X_{mj}, F_{rj}, E_t, D_t \geq 0$$

۶- طراحی مدل ریاضی خطی فازی برنامه‌ریزی تولید شرکت پالایش نفت شیراز

۶-۱- پارامترهای خاص مدل فازی

d_i : نقطه شروع اقلان کامل محدودیت i ام

P_i : انحراف مجاز از محدودیت i ام پارامترهای مدل قطعی

۶-۲- محدودیت‌های مدل فازی

۱- سری محدودیت‌های تقاضای محصولات نهایی:

$$K_i - P_i \lambda \geq D_i - P_i$$

P_i انحراف مجاز از محدودیت D_i است. به عبارتی تا چه حد حاضریم کمتر از تقاضا را

برآورده کنیم. این مقدار طبق نظر مدیریت بین ۴/۵ تا ۱۰ درصد مقدار تقاضا می باشد.

۱۰٪	$K_2 \geq 15,000$	محدودیت میزان تقاضای گاز مایع
۶٪	$K_3 \geq 7,500$	محدودیت میزان تقاضای بنزین سوپر
۴/۵٪	$K_4 \geq 8,700$	محدودیت میزان تقاضای سوخت سبک جت
۴/۷٪	$K_5 \geq 4,800$	محدودیت میزان تقاضای سوخت سنگین جت
۱۰٪	$K_6 \geq 9,000$	محدودیت میزان تقاضای نفت سفید
۷/۸٪	$K_7 \geq 12,500$	محدودیت میزان تقاضای بنزین معمولی
۹/۵٪	$K_8 \geq 16,220$	محدودیت میزان تقاضای نفت گاز
۸٪	$K_8 \geq 10,100$	محدودیت میزان تقاضای نفت کوره
۷/۲٪	$K_{10} \geq 3,237$	محدودیت میزان تقاضای MC_2
۴/۵٪	$K_{11} \geq 640$	محدودیت میزان تقاضای آسفالت ۶۰/۷۰
۶/۴٪	$K_{12} \geq 4,755$	محدودیت میزان تقاضای آسفالت ۹۰/۱۵

۶-۳- تابع هدف مدل فازی

برای تابع هدف مدل، محدودیت جایگزین بدین صورت خواهد بود:

$$CTK(\text{تابع هدف مدل قطعی}) - p_i \lambda \geq Z_0 - p_i$$

$$\left(\sum_{t=1}^T P_t K_t \right) - \left(\sum_{t=2}^T E_t (K_t - D_t) \right) - P_i \lambda \geq Z - P_i$$

که در آن Z_0 برابر است با مقدار تابع هدف مدل قطعی که جایگزین d_i می شود و P_i مقدار مجازی است که مدیریت حاضر است برای رفع ابهام مدل فازی صرف کند. این مقدار طبق نظر مدیریت ۱,۱۴۶,۹۷۲ تومان می باشد. نقطه شروع ارضای کامل محدودیت یکم فازی (تابع هدف مدل قطعی) برابر با $۳۳/۱۷۰/۰۶۸$ (۱/۱۴۶/۹۷۲ - ۳۴/۳۱۷/۴۰) تومان است. $۱/۱۴۶/۹۷۲$ برابر است با ۴۰ درصد از افزایش درآمد حاصل از مدل قطعی نسبت به مدل فعلی پالایشگاه (اعداد مربوط به آذرماه سال ۱۳۸۴ پالایشگاه می باشد):

درآمد فروش حاصل از مدل قطعی	۳۴/۳۱۷/۰۴۰
درآمد فروش واقعی	۳۱/۴۴۹/۶۱۰
اختلاف درآمد فروش	۲/۸۶۷/۴۳۰

$$P_i = ۲۸۶/۷۴۳۰ * ۰/۴۰ = ۱/۱۴۶/۹۷۲$$

در نتیجه P_i برابر است با: $۱/۱۴۶/۹۷۲$ سایر محدودیتها همانند محدودیتهای مدل قطعی هستند.

۷- فرم عمومی و کلی مدل ریاضی خطی فازی برنامه ریزی تولید

پالایشگاه نفت شیراز

فرم عمومی و کلی مدل ریاضی خطی فازی برنامه ریزی تولید پالایشگاه نفت شیراز به صورت زیر می باشد:

$$\max \lambda$$

S. T:

$$\left(\sum_{t=1}^T P_t K_t \right) - \left(\sum_{t=2}^T E_t (K_t - D_t) \right) - P_i \lambda \geq Z - P_i \quad t = 1/2, \dots, T \quad i = 1/2, \dots, I$$

$$\sum_{i=1}^I X_{ij} - \sum_{m=1}^M X_{mj} = 0 \quad j = 1/2, \dots, J \quad i = 1/2, \dots, I \quad m = 1/2, \dots, M$$

$$V_j \leq \alpha_j$$

$$j = 1/2, \dots, J$$

$$\begin{aligned}
 V_j &\geq \gamma_j && j = 1/2, \dots, J \\
 X_{ij} - a_{ij}V_j &\leq 0 && j = 1/2, \dots, J \quad i = 1/2, \dots, I \\
 K_t - P_i \lambda &\geq D_t - P_i && t = 1/2, \dots, T \quad i = 1/2, \dots, I \\
 (-X_{ij} + b_{it}K_t) &\leq 0 && t = 1/2, \dots, T \quad j = 1/2, \dots, J \quad i = 1/2, \dots, I \\
 X_{ij} - \sum_{r=1}^R Frij &= 0 && i = 1/2, \dots, I \quad j = 1/2, \dots, J \quad r = 1/2, \dots, R \\
 P_t, K_t, X_{ij}, V_j, X_{mj}, Frij, E_t, D_t &\geq 0
 \end{aligned}$$

۸- آزمون مدل‌های قطعی و فازی

جهت تست و به کارگیری مدل از داده‌های موجود در گزارش‌های پیش‌بینی برنامه تولید آذر ماه (۱۳۸۴) پالایشگاه استفاده شده است. نتایج حاصل از حل مدل‌ها و بررسی جواب‌های به دست آمده و مقایسه آنها با هم نشان‌دهنده بهبود در بسیاری از شاخص‌های تولیدی، از جمله میزان تولید محصولات نهایی، درآمد کل فروش، درآمد هر بشکه نفت خام مصرفی و همچنین بازده پالایشگاه در مدل فازی است.

۹- ابعاد مدل

مدل خطی قطعی شرکت پالایش نفت شیراز دارای ۹۹ متغیر و ۱۶۸ محدودیت و مدل فازی آن دارای ۱۰۰ متغیر و ۱۶۹ محدودیت است.

۱۰- تست و اعتبار سنجی مدل

مدل ارائه شده در این مقاله، با توجه به استانداردهای مدلسازی تأیید شده، طراحی گردیده و تمام قوانین و ضوابط ساخت یک مدل ریاضی خطی فازی یا قطعی در ساخت آن مد نظر بوده است. منظور این است که: (۱) تمام روابط به صورت خطی هستند، (۲) مراحل طراحی یک مدل فازی رعایت شده‌اند. همچنین تمام پارامترهای به کار رفته در مدل از اسناد و مدارک

۱. برای آگاهی از این مراحل به منبع زیر مراجعه شود: آذر، عادل، حجت فرجی؛ علم مدیریت فازی؛ چاپ اول، نشر اجتماع، ۱۳۸۱

موجود در پالایشگاه با دقت فراوان استخراج شده و نیز مدل طراحی شده به همراه جوابهای حاصل از آن برای بررسی و ارائه نظر کارشناسانه در اختیار خبرگان در پالایشگاه و دانشگاه قرار گرفت که همگی اعتبار آن را تأیید کردند. مسئولین پالایشگاه بیان کردند که اُم کان تولید طبق جوابهای مدل وجود دارد.

۱۱- بررسی و تجزیه و تحلیل نتایج

در این قسمت، ابتدا خلاصه نتایج حاصل از حل مدلها، شامل مقدار بهینه ی خوراک و فرآورده های واحدهای عملیاتی، مقدار و ترکیب بهینه تولید هر یک از محصولات نهایی، درآمد کل فروش، درآمد سرانه هر بشکه نفت خام مصرفی و همچنین بازده پالایشگاه بررسی شده، سپس یک مقایسه تطبیقی بین نتایج حاصل از مدلهای قطعی و فازی با برنامه تولیدی آذرماه ۱۳۸۴ ارائه می شود.

برای محاسبه بازده کل پالایشگاه از فرمول زیر استفاده شده است:

$$\text{بازده کل پالایشگاه} = \frac{\text{مجموع تولیدات پالایشگاه}}{\text{خوراک مصرفی پالایشگاه}} \times 100$$

همانگونه که مشاهده می شود جدولهای ۱ تا ۵ نتایج حاصل از حل مدلهای قطعی و فازی و مقایسه آنها با هم و حالت واقعی را نشان می دهند. جدول میانگین تولید آذر ماه ۱۳۸۴ را در حالت واقعی، با استفاده از مدلهای قطعی و فازی نشان می دهد که به ترتیب از تولید بیشتر به کمتر عبارتند از: مقدار تولید بهینه حاصل از مدل فازی < مقدار تولید بهینه حاصل از مدل قطعی < میانگین تولید آذر ماه ۱۳۸۴.

جدول ۱ مقایسه میانگین تولید آذر ۸۴ با میزان تولید به دست اُم ده از مدل قطعی و فازی (اعداد تا سه رقم اعشار محاسبه شده اند)

ردیف	شرح	نام متغیر متناظر	میانگین تولید آذر ۸۴ (بشکه در روز)	مقدار تولید بهینه مدل قطعی (بشکه در روز)	مقدار تولید بهینه مدل فازی (بشکه در روز)
۱	سوخت پالایشگاه	k _۱	۹۷۱۲/۰۶۱	۹۲۷۰/۹۶۹	۴۰۰۰/۰۰۰
۲	گاز مایع	k _۲	۱۱۸۰۵/۰۰۰	۲۲۴۳۸/۱۰۰	۱۵۹۰۶/۱۵۰

ادامه جدول ۱

ردیف	شرح	نام متغیر متناظر	میانگین تولید آذر ۸۴ (بشکه در روز)	مقدار تولید بهینه مدل قطعی (بشکه در روز)	مقدار تولید بهینه مدل فازی (بشکه در روز)
۳	بنزین سوپر	k۳	۷۳۰۰/۰۰۰	۷۸۲۸/۰۷۱	۷۷۷۱/۸۴۵
۴	سوخت سبک جت	k۴	۱۵۳۶۶/۵۲۱	۱۲۲۱۱/۱۱۰	۸۹۳۶/۵۰۵
۵	سوخت سنگین جت	k۵	۵۹۲۰/۰۳۴	۸۹۰۹/۸۲۱	۴۹۳۶/۲۸۵
۶	نفت سفید	k۶	۹۷۰۱/۲۲۵	۹۶۵۷/۰۹۷	۳۳۱۱۲/۸۷۰
۷	بنزین معمولی	k۷	۱۲۵۰۰/۰۰۰	۱۴۴۸۲/۸۶۰	۱۳۰۸۹/۰۰۰
۸	نفت گاز	k۸	۱۵۵۴۱/۰۲۰	۱۷۱۴۲/۸۶۰	۱۷۱۴۲/۸۶۰
۹	نفت کوره	k۹	۱۶۴۵۲/۷۹۱	۱۲۰۱۲/۸۰۰	۱۰۵۸۸/۱۱۰
۱۰	MC۲	k۱۰	۴۵۰۰/۰۰۰	۳۲۳۷/۰۰۰	۳۳۷۷/۷۹۵
۱۱	آسفالت ۶۰/۷۰	k۱۱	۶۴۰/۰۰۰	۶۴۰/۰۰۰	۶۵۷/۳۹۸
۱۲	آسفالت ۹۰/۱۵	k۱۲	۴۷۵۵/۰۰۰	۴۷۵۵/۰۰۰	۵۵۵۸/۳۲۶
۱۳	مجموع	۱۱۴۱۹۳/۶۵۲	۱۲۲۵۸۶/۱۸۸	۱۲۵۰۷۷/۱۴۴	

جدول ۲ درآمد کل روزانه پالایشگاه، حاصل از فروش محصولات نهایی را در حالت واقعی، با استفاده از مدل‌های قطعی و فازی نشان می‌دهد که به ترتیب از درآمد کل بیشتر به کمتر عبارتند از: درآمد کل حاصل از مدل فازی < درآمد کل حاصل از مدل قطعی < میانگین درآمد کل حاصل از فروش آذر ماه ۱۳۸۴.

جدول ۲ مقایسه درآمد کل آذرماه ۱۳۸۴ با درآمد کل به دست آمد از مدل قطعی و فازی (تومان)

میانگین درآمد کل واقعی حاصل از فروش آذر ۸۴ (روزانه)	درآمد کل حاصل از مدل قطعی (روزانه)	درآمد کل حاصل از مدل فازی (روزانه)	افزایش درآمد کل مدل فازی نسبت به واقعی (روزانه)	افزایش درآمد کل مدل قطعی نسبت به واقعی (روزانه)	افزایش درآمد کل مدل فازی نسبت به واقعی (روزانه)
۳۱/۴۴۹/۶۱۰	۰۴۰/۳۱۷/۳۴	۳۵/۰۰۹/۹۳۰	۶۹۲/۸۹۰	۲/۸۶۷/۴۳۰	۳/۵۶۰/۳۲۰

همانگونه که مشخص است جدول ۳ بازده کل در حالت واقعی و با استفاده از مدل‌های قطعی و فازی را نشان می‌دهد که به ترتیب از بازده کل بیشتر به کمتر عبارتند از: بازده کل

حاصل از مدل فازی < بازده کل حاصل از مدل قطعی > میانگین بازده کل آذر ماه ۱۳۸۴.

جدول ۳ مقایسه بازده کل آذرماه ۱۳۸۴ با بازده کل به دست آمده از مدل قطعی و فازی (درصد)

وضعیت	میزان نفت خام مصرفی	مجموع محصولات نهایی تولیدی	بازده پالایشگاه ۱۰۰× (خوراک مصرفی/مجموع تولیدات)
آذرماه ۱۳۸۴	۷۵/۰۰۰	۱۱۴۱۹۳/۶۵۲	۱۵۲/۳
مدل قطعی	۷۴/۳۷۰	۱۲۲۵۸۶/۱۸۸	۱۶۴/۸
مدل فازی	۷۴/۳۷۰	۱۲۵۰۷۷/۱۴۴	۱۶۸/۲

جدول ۴ درآمد سرانه هر بشکه نفت خام رادر حالت واقعی و با استفاده از مدل‌های قطعی و فازی نشان می‌دهد که به ترتیب از درآمد سرانه بیشتر به کمتر عبارتند از: درآمد سرانه هر بشکه نفت خام حاصل از مدل فازی < درآمد سرانه هر بشکه نفت خام حاصل از مدل قطعی > میانگین درآمد سرانه هر بشکه نفت خام در آذر ماه ۱۳۸۴. درآمد سرانه هر بشکه نفت خام با استفاده از مدل فازی ۱۱/۰۳۲ تومان بیشتر از مدل قطعی، و ۵۶/۶۸۴ تومان بیشتر از حالت واقعی می باشد.

جدول ۴ مقایسه میانگین درآمد سرانه هر بشکه نفت خام آذرماه ۱۳۸۴ با مدل قطعی و فازی (تومان)

وضعیت	درآمد کل پالایشگاه (روزانه)	نفت خام مصرفی (بشکه در روز)	درآمد سرانه هر بشکه نفت خام
آذرماه ۱۳۸۴	۳۱/۴۴۹/۶۱۰	۷۵/۰۰۰	۴۱۹/۳۲۸
مدل قطعی	۳۴/۳۱۷/۰۴۰	۷۴/۳۷۰	۴۶۱/۴۳۷
مدل فازی	۳۵/۰۰۹/۹۳۰	۷۴/۳۷۰	۴۷۰/۷۵۳

۱۲- تعیین ترکیب بهینه محصولات نهایی

علاوه بر تعیین مقدار تولید بهینه محصولات نهایی پالایشگاه، یکی دیگر از اهداف، تعیین

درصد ترکیب بهینه هر یک از فرآورده‌های تولیدی در محصولات نهایی می‌باشد. جدول ۵ و ۶، ضریب ترکیب بهینه هر یک از فرآورده‌های تولیدی در محصولات نهایی پالایشگاه نفت شیراز را نشان می‌دهند. به عنوان مثال، جدول ۵ نشان می‌دهد که تمام سوخت گازی واحد آمین صرف تولید سوخت پالایشگاه می‌شود. همچنین ۱۰۰ درصد گاز مایع واحد گاز مایع برای تولید گاز مایع صرف می‌گردد. به منظور تولید بنزین سوپر در حالت بهینه باید ۲۵ درصد نفتای سبک واحد تثبیت کننده، ۷۰ درصد بنزین مرغوب واحد تبدیل کاتالیستی و ۵ درصد T. E. M مصرف شود.

جدول ۵ درصد ترکیب بهینه مدل قطعی برای هر یک از فرآورده های تولیدی در محصولات نهایی

محصول جزء ترکیبی	نسبت به بر پایه	سوخت پالایشگاه	گاز مایع	بنزین سوپر	سوخت سبک (جت) حالت ۱	سوخت سنگین (جت) حالت ۱	نفت سفید (حالت ۱)
سوخت گازی واحد آمین	X_{11}	۱۰۰					
گاز مایع واحد گاز مایع	X_{11}		۱۰۰				
نفتای سبک واحد تثبیت کننده	F_{244}			۲۵			
بنزین مرغوب واحد تبدیل کاتالیستی	F_{212}			۷۰			
T.E.M	X_{90}			۵			
گاز مایع واحد گوگرد زدایی	F_{225}				۱۸		
نفت سفید واحد تصفیه نفت	F_{216}				۴۵		
نفت سفید واحد تصفیه نفت	F_{217}				۲۰		
نفت سفید واحد آیزوماکس	F_{158}				۱۷		
نفت سفید واحد تصفیه	F_{316}					۲۸	
نفت سفید واحد تصفیه	F_{317}					۱۶	
نفت سفید واحد آیزوماکس	F_{258}					۵۶	
نفت سفید واحد آیزوماکس	F_{358}						۶۲
نفت سفید واحد تصفیه	F_{116}						۲۳
نفت سفید واحد تصفیه	F_{117}						۱۵

ادامه جدول ۵

محصول جزء ترکیبی	بنزین مغوبه مغوبه مغوبه	بنزین معمولی	نفت گاز	نفت کوره (حالت ۲)	CMY	آسفالت ۶۰/۷۰	آسفالت ۹۰/۱۵
نفتای سبک واحد تثبیت کننده	F_{144}	۳۰					
بنزین مرغوب واحد تبدیل کاتالیستی	F_{1112}	۷۰					
نفت گاز واحد تقطیر در اتمسفر	F_{71}		۵۶				
نفت گاز سبک واحد تقطیر در خلاء	F_{12}		۱				
نفت گاز واحد کاهش گرانیروی	F_{33}		۷				
نفت گاز واحد آیزوماکس	F_{68}		۳۶				
نفت گاز سنگین واحد تقطیر در خلاء	F_{222}			۱۵			
نفت کوره واحد کاهش گرانیروی	F_{43}			۸۵			
نفت سفید واحد تقطیر در اتمسفر	F_{311}				۲۰		
ته مانده واحد تقطیر در خلاء	F_{142}				۸۰		
ته مانده واحد تقطیر در خلاء	F_{242}					۱۰	
آسفالت ۹۰/۱۵ واحد قیر دمیده	F_{19}						۱۰

جدول ۶ درصد ترکیب بهینه مدل فازی برای هر یک از فرآورده‌های تولیدی در محصولات نهایی

محصول جزء ترکیبی	بنزین مغوبه مغوبه مغوبه	پالایشگاه سوخت	گاز مایع	بنزین سوپر	سوخت سبک (حالت ۲)	سوخت سنگین
سوخت گازی واحد آمین	F_{110}	۱۰۰				
گاز مایع واحد گاز مایع	F_{111}		۱۰۰			
نفتای سبک واحد تثبیت کننده	F_{244}			۲۵		
بنزین مرغوب واحد تبدیل کاتالیستی	F_{2212}			۷۰		
T.E.M	F_{90}			۵		
گاز مایع واحد گوگرد زدایی نفتا	F_{225}				۱۸	
نفت سفید واحد تصفیه نفت سفید	F_{216}				۵۷	
نفت سفید واحد تصفیه نفت سفید بامراکس	F_{217}				۲۰	
نفت سفید واحد آیزوماکس	F_{158}				۵	
نفت سفید واحد تصفیه نفت سفید	F_{216}					۲۸
نفت سفید واحد تصفیه نفت سفید بامراکس	F_{317}					۱۶
نفت سفید واحد آیزوماکس	F_{258}					۵۶

ادامه جدول ۶

نام متغیر مربوطه	سفيد (حالت ۳) نفت	بنزين معمولی	نفت گاز	نفت کوره (حالت ۲)	MCY	آسفالت ۹۰/۱۵	آسفالت ۶۰/۷۰
نفت سفید واحد آیزوماکس	F_{308}	۵					
نفت سفید واحد تصفیه نفت سفید	F_{116}	۲۵					
نفت سفید واحد تصفیه نفت سفید	F_{117}	۷۰					
نفتای سبک واحد تثبیت کننده	F_{144}		۳۰				
بنزين مرغوب واحد تبدیل کاتالیستی	F_{1212}		۷۰				
نفت گاز واحد تقطیر در اتمسفر	X_{71}			۵۶			
نفت گاز سبک واحد تقطیر در خلاء	X_{12}			۱			
نفت گاز واحد کاهش گرانیوی	X_{33}			۷			
نفت گاز واحد آیزوماکس	X_{78}			۳۶			
نفت گاز سنگین واحد تقطیر در خلاء	F_{222}				۱۵		
نفت واحد کاهش گرانیوی	X_{43}				۸۵		
نفت کوره واحد آیزوماکس	X_{78}						
نفت سفید واحد تقطیر در اتمسفر	F_{211}				۲۰		
ته مانده واحد تقطیر در خلاء	F_{142}				۸۰		
ته مانده واحد تقطیر در خلاء	F_{242}					۱۰۰	
آسفالت ۹۰/۱۵ واحد قیر دمیده	X_{19}						۱۰۰

۱۳- نتیجه گیری و پیشنهادها

۱۳-۱- نتیجه گیری

با توجه به نتایج این مقاله، صحت فرضیه محققین مبنی بر اینکه «مدلهای بنا شده بر اساس منطق فازی باید توانمندی بیشتری در برابر مدل‌های قطعی داشته باشند»، مورد تأیید قرار می‌گیرد.

- به طور کلی مواردی که سهم علمی مقاله را در نوآوری مشخص می کنند به شرح زیر است:
- ارائه الگوریتم جدید برنامه ریزی قطعی برای فرایند های تولید پالایشگاهی (چند مرحله ای چند محصولی) با تبیین تمام مؤلفه های تأثیر گذار بر آن.
 - تدوین مدل فازی برای فرایند های تولید پالایشگاهی و تأکید بر مدلسازی فازی با جوابهای بهتر نسبت به مدل های قطعی.
 - امکان تعیین درصد ترکیب بهینه فرآورده های تولیدی در محصولات نهایی.
 - استفاده و بررسی چند شاخص تولیدی همزمان، شامل میزان تولید، درآمد فروش، درآمد هر بشکه نفت خام و پازده پالایشگاه در هر دو مدل قطعی و فازی نسبت به مدل های دیگر.

۱۳-۲- پیشنهادها

براساس مطالعات انجام گرفته و نتایج به دست آمده، پیشنهادهایی در قالب پیشنهاد های کاربردی و پژوهشی به صورت زیر ارائه می شود.

۱۳-۲-۱- پیشنهاد های کاربردی

- ۱- با توجه به اینکه مدل طراحی شده برای پالایشگاه نفت شیراز، میزان ترکیب بهینه هر یک از فرآورده های فرعی را برای دستیابی به میزان تولید بهینه محصولات نهایی (روزانه) نشان می دهد لذا این مقاله پاسخ لازم برای تصمیم گیری در مورد برنامه ریزی تولید کوتاه مدت (عملیاتی) پالایشگاه نفت شیراز را ارائه می دهد. با توجه به جایگاه برنامه ریزی کوتاه مدت در سلسله مراتب برنامه ریزی (برنامه ریزی استراتژیک، برنامه ریزی بلندمدت، برنامه ریزی کوتاه مدت و عملیاتی)، لزوم تطبیق سیاستها و دستورالعمل های کلی و برنامه های کوتاه مدت، امری ضروری است که در هنگام استفاده از مدل و نتایج آن باید مورد توجه قرار گیرد.
- ۲- با توجه به لزوم سرمایه گذاری مجدد برای بازسازی و تجهیز امکانات تولید پالایشگاه شیراز، باید مدلی طراحی کرد که هدف آن، حداکثر ساختن ارزش فعلی بازده سرمایه گذاری در توسعه و تجهیز ظرفیت واحدهای عملیاتی باشد. ماشین آلات تولیدی پالایشگاه شیراز بسیار قدیمی هستند و امکان تعمیر، بازسازی و سرمایه گذاری مجدد بر روی آنها وجود دارد. لذا تهیه مدلی که بتواند ارزش فعلی بازده سرمایه گذاری مذکور را حداکثر کند جالب توجه است.



۳- مدل طراحی شده جهت برنامه‌ریزی تولید شرکت نفت شیراز، از نوع مدل‌های ایستا (تک دوره‌ای) و برای یک دوره زمانی ۲۴ ساعته طراحی گردیده است. بدیهی است مدل مذکور صرفاً جوابگوی برنامه‌ریزیهای کوتاه مدت و عملیاتی شرکت است و لذا برای برنامه‌ریزیهای میان مدت و بلندمدت شرکت باید مدل جامع برنامه‌ریزی تولید پالایشگاه نفت شیراز به صورت دوره‌ای و برای حداقل یک دوره زمانی یکساله تهیه شود.

۴- بدیهی است برای گرفتن اطلاعات صحیح و واقعی از مدل باید داده‌های صحیح و واقعی به مدل وارد شود. با توجه به اینکه قسمت اعظم داده‌های ورودی به مدل ارائه شده را ضرایب فنی محدودیتهای مربوط به میزان تولید فرآورده‌های واحدهای عملیاتی، تشکیل می‌دهند، لذا پیشنهاد می‌شود مسئولان برنامه‌ریزی شرکت در تهیه اطلاعات مربوط به این ضرایب نهایت دقت را داشته باشند و حتی الامکان یک روش علمی مناسب جهت تعیین مقدار بهینه این ضرایب تدوین و به کار گرفته شود.

۱۳-۲-۲- پیشنهادات پژوهشی

۱- مدل حاضر با فرض اینکه فرایند تولید پالایشگاه به صورت پیوسته بوده، هیچگونه تعطیلی و اختلال در کار واحدهای عملیاتی وجود نداشته و هیچ نوع موجودی اول دوره‌ای نیز در واحدهای عملیاتی و مخازن وجود ندارد طراحی شده است. در واقع مدل ارائه شده یک مدل ایستا و تک دوره‌ای است. این در حالی است که در سیستم تولید واقعی شرکت، وجود مخازن بین مراحل مختلف تولیدی ضروری است؛ زیرا در ماههایی از سال ممکن است هر یک از واحدهای پالایش به دلیل تعمیرات اساسی تعطیل باشد و همچنین با توجه به پیوسته بودن جریان مواد در فرایند پالایشگاه (طوری که فرآورده‌های یک واحد تولیدی به عنوان خوراک واحد بعدی مصرف می‌شود) پیشنهاد می‌شود در مقالات آتی، مدلی پویا و چند دوره‌ای جهت برنامه‌ریزی شرکت به گونه‌ای طراحی شود که در صورت تعطیلی هر یک از واحدهای تولیدی، فرآورده‌های آن واحد به عنوان موجودی، ذخیره شود و به دوره‌های بعدی برنامه‌ریزی انتقال یابد.

۲- مدل حاضر با هدف ماکزیم کردن درآمد فروش حاصل از محصولات نهایی شرکت طراحی گردیده است. با توجه به اهمیت هزینه‌های عملیاتی و همچنین هزینه خوراک مصرفی در سیستم پالایشگاه، پیشنهاد می‌شود در پژوهشهای آتی با لحاظ کردن هزینه‌ها و

درآمدهای پالایشگاه نفت به طور همزمان، مدلی با هدف ماکزیم کردن سود پالایشگاه طراحی شود.

۳- در پژوهشهای آتی می‌توان با در نظر گرفتن اهداف متنوعی، همچون افزایش درآمد فروش، کاهش هزینه‌ها، کاهش سطح موجودیها و یا افزایش میزان تولید محصولات نهایی، یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی جهت برنامه‌ریزی تولید شرکت ارائه کرد، به گونه‌ای که تمام اهداف مذکور به طور همزمان در مدل لحاظ شود.

۱۴- منابع

- [۱] آذر، عادل، تحقیق در عملیات، چاپ اول، موسسه نشر علوم نوین، پاییز ۱۳۷۹.
- [2] Hadley, G., "Linear Programming", Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1962.
- [3] Johnson, L. A., Montgomery, D. C., "Operation Research in Production Planning, Scheduling and Inventory Control", John Wiley and Sons, Inc., 1974
- [4] Arronofsky, J. S., Dutton, J. M., and Tayyabkhan, M. T., "Managerial Programming with Linear Programming in Process Industry Operations", New York, John Wiley and Sons Inc., 1978.
- [5] Sahinidis, N. V., and Grossmann, I. E., "Reformulation of Multiperiod MILP Models for Planning and Scheduling of chemical Processes", Computers and Chemical Engineering, Vol. 15, No. 4, PP. 255-275, 1991.
- [6] Pann, C. V., "The Organization of Interaction between Oil Refineries", Journal of Operational Research Society, Vol. 43, No. 12, PP. 1159-1171, 1992.
- [7] L. F. L. Moro, A. C. Zanin, J. M. Pinto, "A Planning Model for Refinery Diesel Production", Computers and Chemical Engineering, Vol. 22, PP. 1039-1042, 1998.
- [9] Maud Gothe-Lundgren, Jan T. Lundgren, Jan A. Persson, "An optimization model for refinery production scheduling", *International Journal of Production Economics*, Vol. 78, PP. 225-270, 2002.

- [10] J. M. Pinto, M. Joly, L. F. L. Moro, “Planning and scheduling models for refinery operations”, *Computers and Chemical Engineering*, Vol. 24, PP. 2259-2276, 2000.
- [11] Rasmus H. Nystrom, Iiro Harjunkoski, Andreas Kroll, “Production optimization for continuously operated processes with optimal operation and scheduling of multiple units”, *Computers and Chemical Engineering*, Vol. xxx, PP. xxx-xxx, 2005.
- [12] Xue-quan Li, Bo Zhang, Hui Li; “Computing efficient solutions to fuzzy multiple objective linear programming problems”, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. xxx, PP. xxx-xxx, 2005.
- [13] K. David Jamison, Weldon A. Lodwick: “Fuzzy linear programming using a penalty method”, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 119, PP. 97-110, 2001.
- [14] Ahmet Beskesea, Cengiz Kahramana, Zahir Irani: “Quantification of flexibility in advanced manufacturing systems using fuzzy concept”, *Int. J. Production Economics*, Vol. 89, PP. 45-56, 2004.
- [15] Chunguang Li, Xiaofeng Liao, Juebang Yu: “Tabu search for fuzzy optimization and applications”, *Information Sciences*, Vol. 158, PP. 3-13, 2004.
- [16] Mariano Jimé'nez a, Mar Arenas, Amelia Bilbao, M. Victoria Rodríguez: “Linear programming with fuzzy parameters: An interactive method resolution European”, *Journal of Operational Research*, Vol. xxx, PP. xxx-xxx, 2005.
- [17] Arnold F. Shapiro: “Fuzzy logic in insurance”, *Insurance: Mathematics and Economics*, Vol. 35, PP. 399-424, 2004.