

مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای کاهش هزینه، برآورد تقاضا و حداقل کردن موجودی اضافی (مطالعه موردی)

الهه کلوندی^۱، جواد بهنامیان^{۲*}

دانشگاه بوعلی سینا همدان

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۲/۱۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۲۲

چکیده

همواره شرایط حاکم بر محیط تجاری، واحدهای تولیدی و تعدد عوامل مؤثر بر عملکرد آن‌ها، لزوم پرداختن به برنامه‌ریزی به‌عنوان یکی از وظایف اصلی مدیریت را مورد تأکید قرار داده است. در این میان برنامه‌ریزی تولید در شرکت‌های تولیدی از مهم‌ترین ابزار موفقیت محسوب می‌شود. در این مقاله سعی بر آن است تا با استفاده از شیوه‌های مناسب بر پایه تحقیق در عملیات، مدلی جامع برای برنامه‌ریزی تولید در صنعت ارائه شود؛ به‌گونه‌ای که بتوان الگویی مناسب از ارتباطات منطقی بین عملیات را تدوین و به کمک آن‌ها تصمیم‌گیرندگان را در جهت برنامه‌ریزی‌های بهتر یاری کرده و در نتیجه بهره‌وری افزایش یابد. در این مقاله پس از آشنایی مختصر با نحوه تولید یکی از محصولات شرکت کنترل گاز اکباتان، برنامه‌ریزی تولید این شرکت باهدف کاهش هزینه، برآورد تقاضا و حداقل کردن موجودی اضافی با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی انجام خواهد شد. با توجه به روش تولید در شرکت کنترل گاز اکباتان که به‌صورت گسسته و کارگاهی بوده است، در این پژوهش قصد داریم تمامی پارامترها و متغیرهای تولیدی شرکت را در مدلی جامع بکار گرفته شود. در مدل برنامه‌ریزی آرمانی پیشنهادی به‌صورت همزمان اهداف مختلف و متناقض شرکت در نظر گرفته شده‌اند که باوجود انجام تحقیقات متعدد در آن برای اولین بار این مهم میسر شده است. رویکرد ارائه‌شده در این تحقیق سود خالص شرکت را (۳٪) افزایش می‌دهد. همچنین تولید محصول اول (۱۸٪) و محصول دوم را (۳٪) افزایش می‌دهد. ظرفیت تولید را نیز افزایش داده به‌طوری‌که موجب برآورده شدن (۱۰۰٪) تقاضا می‌شود. نتایج مدل نشان می‌دهد که کار در اضافه‌کاری کاهش چشم‌گیری داشته و تنها در دوره چهارم برای تولید محصول اول نیاز به اضافه‌کاری وجود دارد. همین موضوع نیاز به استخدام و اخراج را رفع کرده و هزینه آن‌ها را به صفر رسانده است. درواقع شرکت با همین تعداد نیروی انسانی افزایش چشم‌گیری در میزان تولید و سود خواهد داشت. انتظار می‌رود مدل پیشنهادی به‌عنوان مرجعی جهت برنامه‌ریزی‌های آینده شرکت و اهداف و سیاست‌های شرکت در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی سیستم‌های تولید گسسته، برنامه‌ریزی آرمانی، هزینه‌های تولید، موجودی مازاد

۱- مقدمه

در بسیاری از صنایع تولیدی که به تولید چند محصول متفاوت مشغول هستند دانستن این امر که از چه محصولی

چه مقدار تولید کنند بسیار مهم می‌باشد و یا در شرایطی که خطوط تولید گسسته و تولید به‌صورت کارگاهی وجود دارد زمان تولید در هر کارگاه و زمان خرابی دستگاه‌ها یا توقف خط به دلیل بروز مشکل بسیار با اهمیت است. در تحقیق حاضر شرکت کنترل گاز اکباتان به‌عنوان یک مدل از صنایع تولید چند محصولی با خط تولید گسسته و کارگاهی به‌عنوان نمونه‌ای از این قبیل شرکت‌ها انتخاب شده که دارای اهداف غیرقابل جمع، متفاوت و متناقضی است. ما با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی که یکی از مدل‌های ریاضی پیشرفته در حوزه تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران، پست الکترونیک:

eladep208@gmail.com

۲- دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، نویسنده مسئول، پست الکترونیک:

behnamian@basu.ac.ir نشانی: همدان، بلوار شهید احمدی روشن

معیاره است. سعی کردیم تا این اهداف متناقض را برآورده کنیم.

عمده مسئله موجود بر سر راه محققان در زمینه برنامه‌ریزی به‌کارگیری یک استراتژی مناسب جهت برنامه‌ریزی تولید است که قابلیت هموارسازی نوسانات تقاضا را داشته و درعین حال تکنیک مناسبی از حیث در برگرفتن وقایع تولیدی باشد.

در بسیاری از موقعیت‌ها و مسائل دنیای واقعی، تصمیم‌گیرندگان برای تصمیم‌گیری با بهینه‌سازی بیش از یک هدف مواجه هستند؛ در نظر گرفتن تنها یک هدف ممکن است باعث بروز مشکلاتی شود، برای مثال اگر یک شرکت در تصمیم‌گیری خود در خصوص میزان تولید تنها سود را موردتوجه قرار دهد و از اهداف دیگری هم چون رضایت مشتری، رضایت کارکنان، تنوع تولید، سهم بازار و غیره غافل شود ممکن است در بلندمدت نتواند به بقای خود ادامه دهد؛ بنابراین استفاده از مدل‌های چندهدفه ضروری به نظر می‌رسد. به‌عنوان نمونه‌ای از این‌گونه مدل‌های ریاضی می‌توان مدل انتخاب سبد مالی، برنامه‌ریزی تولید و مدیریت را در زمینه‌های مهندسی نام برد.

در دنیای واقعی، بسیاری از مسائل برنامه‌ریزی دارای بیش از یک هدف عمده حداکثر کردن سود یا حداقل کردن هزینه می‌باشند؛ هدف‌هایی نظیر تأمین سود پایدار، افزایش و یا حفظ سهم در بازار فروش، تنوع محصولات، تثبیت قیمت‌ها، ارتقای روحیه کارکنان، افزایش بهره‌وری و... که گاه این اهداف به‌طور هم‌زمان موردتوجه مدیران شرکت‌ها است. هرچند معیارهای منفرد برای تشکیل یک مدل آسان‌تر هستند، اغلب نشان‌دهنده واقعیت نیستند. در بیشتر موارد ممکن است که اهداف موردنظر با یکدیگر در تضاد باشند و یا حتی در صورتی که اهداف در یک‌جهت قرار گیرند، بسیاری از آن‌ها عملاً از واحدهای اندازه‌گیری ناهمگنی تشکیل شوند و نتوان جمع جبری آن‌ها را در قالب یک تابع هدف خطی نوشت. در ضمن سازمان‌های عام‌المنفعه آرمان سود ندارند و مرکز آرمان‌های اجتماعی هستند که در این موارد ممکن است هدف به دست آوردن یک سطح رضایت‌بخش از موفقیت براساس چندین معیار باشد. تمام موارد ذکرشده از معایب و ایرادات برنامه‌ریزی خطی است. تکنیکی که برای رفع این معایب و فرموله

کردن این‌گونه مدل‌ها ارائه می‌گردد، تکنیک پیشرفته برنامه‌ریزی آرمانی است.

مسئله‌ای که در این پژوهش به آن پرداخته می‌شود، مسئله برنامه‌ریزی تولید شرکت کنترل گاز اکباتان است. اهداف مدنظر شرکت به دلیل همگن نبودن قابل جمع پذیری نبوده و با همگن‌سازی و استفاده از رویکرد برنامه‌ریزی فرا آرمانی، به حل این مسئله پرداخته شده است. لازم به ذکر است که این رویکرد در مقالات کنفرانسی تنها دو بار استفاده شده است. در سال (۲۰۱۲) برای تعیین الگوی بهینه کشت محصولات کشاورزی و در سال (۲۰۱۶) برای انتخاب پرتفوی بهینه از برنامه‌ریزی آرمانی استفاده شده است؛ و از این تکنیک در زمینه برنامه‌ریزی تولید در مقالات فارسی استفاده نشده است.

در قسمت مرور ادبیات مثال‌هایی واقعی از استفاده تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی در حوزه برنامه‌ریزی تولید مطرح شده است.

در پژوهش حاضر پس از بیان مفروضات مسئله مدل‌سازی انجام خواهد شد. در این مدل ابتدا به محدودیت‌های نرم و محدودیت‌های سخت اشاره می‌شود و پس از انتخاب نوع برنامه‌ریزی فرا آرمانی به حل مدل توسط نرم‌افزار گمز پرداخته می‌شود. درنهایت با تحلیل خروجی‌های مسئله نتیجه‌گیری و پیشنهادهای مطرح خواهد شد.

۲- مرور ادبیات

اغلب کارخانه‌ها به دلیل تعدد آرمان‌های تعریف شده که برخی آرمان‌ها در تضاد با یکدیگر هستند با مشکلاتی در برنامه‌ریزی تولید مواجه می‌شوند. برنامه‌ریزی آرمانی یکی از تکنیک‌های مسائل تصمیم‌گیری چندهدفه و روشی است که نگرش متفاوتی را در مورد حل انواعی از مسائل برنامه‌ریزی که دارای اهداف چندگانه و متعارض هستند ارائه می‌کند و اولویت اهداف توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌شود. برخلاف برنامه‌ریزی خطی که به‌طور مستقیم به بهینه‌سازی تابع هدف می‌پردازد، برنامه‌ریزی آرمانی به حداقل کردن انحراف بین اهداف و راه‌حل بهینه می‌پردازد [۳].

وهانتی^۱ و کوآی^۲ معتقدند تعداد صنایع سالیانه به میزان (۲۰) تا (۳۰) درصد، در حال افزایش است [۱۵]. لذا برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری در حوزه‌های مختلف این صنایع، نیاز به توجه زیادی از طرف مدیران این سازمان‌ها دارد. برنامه‌ریزی تولید دقیق و منظم که پیش‌نیاز اساسی دستیابی به اهداف موردنظر در فرآیند تولید است، یکی از مهم‌ترین وظایف مدیران سازمان‌های تولیدی می‌باشد. لذا این نیاز توسط مدیران احساس می‌شود که استفاده از مدل‌های واقعی‌تر برنامه‌ریزی تولید می‌تواند سازمان را به هدف یا اهداف چندگانه و شاید متعارض خود برساند. لذا توجه به محدودیت‌های فرآیند تولید، محدودیت‌های نیروی انسانی، محدودیت‌های ساعات در دسترس بودن، محدودیت‌های فروش و... باید در کلیه برنامه‌های تولیدی در نظر گرفته شود. امروزه، استفاده از تکنیک‌های تحقیق در عملیات کمک شایان توجهی در دستیابی به یک جواب موجه و شاید بهینه خواهد نمود. در برنامه‌ریزی آرمانی با در نظر گرفتن کلیه محدودیت‌های آرمانی و سیستمی، مجموع انحرافات آرمان‌ها حداقل خواهد شد. تعیین میزان برنامه‌ریزی برای تولید محصولات از جمله مسائلی است که در صنایع دارای تولید ترکیبی، قابل توجه است [۳].

برنامه‌ریزی آرمانی یکی از مهم‌ترین مدل‌های برنامه‌ریزی در حوزه‌ی تصمیم‌گیری چند معیاره^۳ می‌باشد. در تصمیم‌گیری چند معیاره، تصمیم‌گیرنده (گان)، تصمیم‌گیری برای بیش از یک هدف را مدنظر قرار می‌دهند. مدل اولیه برنامه‌ریزی آرمانی اولین بار توسط چارلز، کوپر و فرگوسن^۴ در سال (۱۹۵۵) مطرح گردیده است و در سال (۱۹۶۱) مدل عمومی آن توسط چارلز و کوپر ارائه گردید [۱۶]، [۱۷]، [۱۸]، [۱۹].

توسعه مدل برنامه‌ریزی آرمانی به‌وسیله‌ی آیجری^۵ در سال ۱۹۶۵ (۱۹۶۵) انجام شد. کتاب‌های نوشته شده توسط لی^۶ در سال (۱۹۷۲) و ایگنیزو^۷ در سال (۱۹۷۶) استفاده‌ی عامیانه از این روش به‌عنوان یک ابزار تحقیق در عملیات را گسترش داد. در سال (۱۹۸۰) به دلیل عدم

آگاهی افراد از تکنیک تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه، برنامه‌ریزی آرمانی موردانتقاد قرار گرفت و این انتقادات با چاپ کتاب رومر^۸ در سال (۱۹۹۱) به اوج خود رسید؛ اما در دهه‌ی (۹۰)، با توسعه‌های تئوریک بیشتر و مدل‌سازی و سیستم‌های حل برنامه‌ریزی ریاضی حل انواع مسائل برنامه‌ریزی آرمانی را آسان نمود لذا کاربردهای برنامه‌ریزی آرمانی بیشتر شد [۲۰].

مطالعه‌ی دیگری در سال (۲۰۰۹) توسط لیونگ و چان^۹ چان^۹ باهدف پیشینه‌سازی سود، کمیته سازی هزینه تعمیرات و پیشینه‌سازی استفاده از ماشین‌آلات انجام شده است. در این پژوهش از مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویت‌دار استفاده شده است. محدودیت‌های عملیاتی شامل ظرفیت تولید، سطح نیروی کار، مکان کارخانه، استفاده از ماشین، فضای انبار و دیگر محدودیت‌های منابع از جمله‌ی محدودیت‌های متفاوت این مطالعه است. در این مطالعه سه کارخانه‌ی تولیدی در امریکای شمالی و یک کارخانه در چین به‌طور هم‌زمان مورد مطالعه قرار گرفته است [۱۸].

مطالعه‌ی دیگری در کشور هنگ کنگ تحت عنوان مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای برنامه‌ریزی تولید محصولات فاسدشدنی توسط لیونگ و ان‌جی^{۱۰} در سال (۲۰۰۷) انجام شده است. معرفی یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویت‌دار برای برنامه‌ریزی تولید انبوه محصولات فاسدشدنی که به تعیین تعداد محصولات تولیدشده از مواد خام، تعداد محصولات نیمه‌تمام تولیدشده از مواد خام و تعداد محصولات تولیدشده از محصولات نیمه‌تمام می‌پردازد [۴].

ارزیابی عملکرد دانشگاه با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی لکسیوگرافی با رویکرد آموزشی و پژوهشی (مطالعه موردی دانشگاه شاهد)، مقاله‌ای است که در سال (۲۰۱۳) در فصلنامه مدیریت صنعتی چاپ شده است. در این مطالعه یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی لکسیوگرافیک جهت اختصاص منابع دانشگاه ارائه گردیده است. در این مطالعه (۴۹) محدودیت آرمانی، (۷) محدودیت سیستمی و (۳۶) متغیر تصمیم (شامل منابع و فرآورده‌های دانشگاه) در نظر گرفته شده است. پس از حل مدل توسط نرم‌افزار لینگو^{۱۱}، (۱۱) تفاوت بین وضعیت فعلی و وضعیت مطلوب با در نظر

- 1 – Mohant
- 2 – Koay
- 3 – Multiple Criteria Decision Making
- 4 – Charnes, Cooper and fergosen
- 5 – Ijeri
- 6 – Lee
- 7 – Ignizio

- 8 – Romero
- 9 – Leung and Chan
- 10 – NG
- 11 – Lingo

تکمیل مورد (۲) در نظر گرفته شده است. در مورد (۱) برنامه‌ریزی آرمانی وزن‌دار و در مورد (۲) برنامه‌ریزی توافقی، اهداف وزن‌دار، برنامه‌ریزی آرمانی حداقل- حداکثری و مدل حداقل- حداکثری وزن‌دار برای مقایسه راه‌حل‌ها استفاده گردیده است. نتایج نشان داده است مقایسه برنامه‌ریزی توافقی، اهداف وزن‌دار، برنامه‌ریزی آرمانی حداقل- حداکثری سازگاری اهداف با آرمان‌ها را تضمین نمی‌کنند اما برنامه‌ریزی آرمانی نرمال شده دوم در سازگار کردن اهداف و آرمان‌ها توانا هستند [۲۱].

طلوعی اشلقی و همکارانش برنامه‌ریزی تولید و کنترل میزان موجودی به‌عنوان عوامل مؤثر در فرآیند زنجیره تأمین معکوس در جریان برگشت محصول از مصرف‌کنندگان به تولیدکنندگان ابتدایی در جریان بوده و از آنجاکه عامل مقدار اقلام قابل بازیافت و انهدامی محصولات برگشتی، پیوسته در شرایط عدم قطعیت و احتمالی قرار دارند، بنابراین می‌بایست مدلی طراحی شود که قادر به تأمین سفارش‌های رسیده مشتریان با حداقل زمان تأخیر و با انعطاف‌پذیری بالا و حداقل هزینه‌های زنجیره تأمین باشد. پژوهش حاضر درصدد است با طراحی مدل ریاضی چندهدفه و بهینه‌سازی آن به‌گونه‌ای عمل نماید که هزینه موجودی و تولید، میزان ضایعات و مدت‌زمان فرآیند بر روی محصولات برگشتی حداقل گردد و در نهایت رضایت مشتریان و سودآوری سازمان را به حداکثر برساند. مسئله برنامه‌ریزی تولید و کنترل موجودی پژوهش به دلیل قرارگیری در گروه مسائل NP-Hard با روش‌های گرایان مبنا به‌راحتی قابل حل نبوده و از این‌رو الگوریتم ژنتیک برای حل مدل ریاضی آرمانی فازی استفاده شده است [۱۳]. در سال ۲۰۱۶ مقاله‌ای تحت عنوان رویکرد مبتنی بر برنامه‌ریزی آرمانی فازی و گسترش تابع کیفیت برای برنامه‌ریزی محصول جدید توسط لیانگ سان چن^۱ و همکارانش منتشر شد. استقرار عملکرد کیفیت یک ابزار برنامه‌ریزی مفید برای تسهیل برنامه‌ریزی محصول جدید (NPP) برای به حداکثر رساندن رضایت مشتری معرفی شده است. اگرچه رضایت مشتری یک هدف مهم در NPP است، اهداف دیگری نیز باید در نظر گرفته شوند. ارزیابی QFD شامل ابهام و عدم دقت و در نتیجه روش‌های فازی بکار گرفته شده است. این مطالعه رضایت هر مشتری (CR) را به‌عنوان متغیر پاسخ و سطح اجرای الزامات طراحی

گرفتن آرمان‌ها مشخص گردیده است. لذا نتایج نشان می‌دهد، افزایش در اختصاص اساتید با رتبه‌های استادی، دانشجویی، استادیاری و مربی با توجه به افزایش و توسعه رشته‌های تحصیلات تکمیلی و افزایش تعداد دانشجویان، برنامه‌ریزی دقیق و منظمی جهت دستیابی به آرمان‌های دانشگاه را نیازمند است [۸]. در سال (۲۰۱۱) مطالعه‌ای درباره ترکیب روش‌های AHP و برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک برای انتخاب یک سیستم پیشرفته ساخت تولیدی توسط دکتر علی خاتمی فیروزآبادی و همکارش انجام شد. در این تحقیق انتخاب فن‌آوری پیشرفته، فرآیندی بسیار مهم به شمار رفته، این انتخاب بر فعالیت‌های آینده سازمان تأثیر می‌گذارد و تصمیم استراتژیک بشمار می‌رود. روش‌های متعددی برای ارزیابی و انتخاب فن‌آوری تاکنون گسترش یافته‌اند که هر یک مزایا و معایب منحصر به فردی دارند. در این مقاله به ترکیب دو روش AHP و برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک پرداخته می‌شود که ضمن در نظر گرفتن نظر دینفعان به ارزیابی فن‌آوری نیز پرداخته شده است [۱۲].

تاکنون پژوهش‌های مرتبطی در زمینه استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی جهت برنامه‌ریزی تولید محصولات انجام شده است. مطالعه‌ای تحت عنوان مدل جدید برنامه‌ریزی آرمانی نرمال شده برای مسائل چندهدفه، در قالب انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص سفارش در سال (۲۰۱۳) انجام شده است. در این مقاله انتخاب تأمین‌کننده به‌عنوان یک مسئله بهینه‌سازی چندهدفه با توجه به سه هدف: کمینه کردن قیمت، مقادیر برگشتی و زمان تأخیر بیان گردیده است. در این مقاله دو مورد متفاوت: (۱) بهینه‌سازی مسائل چندهدفه قطعی که آرمان‌های اهداف از قبل تعیین و (۲) بهینه‌سازی مسائل چندهدفه فازی که وزن اهداف از قبل تعیین گردیده، مورد توجه قرار گرفته است. سپس مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی برای هر یک از دو روش توسعه و آزمایش گردیده است. هدف اصلی در مدل ارائه شده، برای حداقل کردن اهداف، مقادیر به‌دست آمده واقعی اهداف در مورد (۱) با آرمان‌های آن سازگار باشند و یا در مورد (۲)، مقادیر به‌دست آمده واقعی ترجیحاً بهتر از سازگاری آن‌ها است. اگر سازگاری دیگر اهداف را برهم نزند. برای حل مسئله در مورد (۱) از برنامه‌ریزی آرمانی نرمال شده استفاده گردیده است. سپس روش دوم و برگرفته از برنامه‌ریزی آرمانی نرمال شده برای

1-Liang-Hsuan chen

مربوطه (DR) به‌عنوان متغیرهای توضیحی در نظر می‌گیرد. هر حالت رضایت مشتری با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی فرموله شده است. طراحی آزمایشی و مجموعه‌های فازی برای جمع‌آوری داده‌های ورودی-خروجی بر اساس روابط ارزیابی شده بین CR و DR و همبستگی بین DR در فرآیندهای QFD بر اساس توانایی گروه، تجربه و دانش به کار گرفته می‌شوند. با توجه به سه هدف حداکثر رضایت مشتری، حداقل هزینه و حداقل دشواری تکنیکی در NPP، یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی برای دستیابی به همه اهداف پیشنهاد شده است [۱۴]. مقاله برنامه‌ریزی آرمانی برای تصمیم‌گیری برنامه تولید روزانه کارخانه چوب که در سال (۲۰۱۹) منتشر شده؛ برنامه تولید یک کارخانه چوب را با استفاده از مدل آرمانی برنامه‌ریزی کرده است. در این مقاله چهار هدف اصلی (حداکثر سازی سود، حداقل کردن ضایعات، حداقل کردن تقاضای ناخواسته و اهداف چبیشف^۱) عنوان شده است. این مقاله باهم وزن کردن اهداف موردنظر بهبود چشم‌گیری در کارخانه مذکور ایجاد نموده است [۲۵].

با توجه به مرور مطالعات گذشته و بررسی حوزه استفاده برنامه‌ریزی آرمانی در این مطالعات، به‌خصوص برنامه‌ریزی فرا آرمانی، خلأ استفاده از این تکنیک تحقیق در عملیاتی، در حوزه صنایع گسسته‌ای که دارای کارگاه‌های مختلف برای تولید قطعات متفاوتی از محصول واحد هستند حس می‌شد. تاکنون برنامه‌ریزی آرمانی در برنامه‌ریزی پرتفوی، برنامه‌ریزی صنایع پیوسته، بهبود مصرف انرژی‌های تجدید پذیر، تخصیص منابع یا ماشین‌آلات، برنامه‌ریزی زمین‌های کشاورزی، تصمیم‌گیری در حوزه‌های مختلف اقتصادی و... استفاده می‌شده.

پژوهش حاضر از تکنیک برنامه‌ریزی فرا آرمانی برای برنامه‌ریزی تولید شرکت کنترل گاز اکباتان با تولید محصول رگلاتور گاز در دو سایز مختلف استفاده شده است. خط تولید این شرکت کارگاهی بوده و قطعات مختلف در کارگاه‌های مختلف تولید شده و در نهایت مونتاژ می‌شوند که به این خط تولید گسسته گفته می‌شود، تفاوت این نوع صنعت با صناعی که تاکنون از برنامه‌ریزی آرمانی استفاده کرده‌اند در این است که در صنایع پیوسته ماده اولیه وارد

خط تولید شده و پس از پیمودن خط تولید مستقیم به محصول تبدیل می‌شود، مانند کابل و یا الوار.

لازم به ذکر است که مقاله مهرگان و همکاران (۱۳۹۵) نزدیک‌ترین مقاله از نظر اهداف موردبررسی و حوزه استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی به مقاله حاضر است. مدل ارائه شده در این مقاله شامل سه آرمان: برآورد سفارشات، کاهش ساعت بیکاری و کاهش موجودی اضافی و چهار محدودیت سیستمی: ظرفیت، بالانس، موجودی پایان دوره و برآورد سفارش است، ولی در پژوهش حاضر از سه آرمان (افزایش سود، حداکثر نمودن استفاده از ظرفیت تولید، کاهش هزینه‌ی دوباره‌کاری، افزایش توان تولید شرکت، کاهش ضایعات، حداقل نمودن موجودی اضافی هر محصول و افزایش تولید هر محصول)، سه فرا آرمان و شش محدودیت سیستمی (محدودیت میزان فروش، حداقل تقاضا، حداکثر تقاضا، محصولات برگشتی، حداکثر نیروی کار موردنیاز و استخدام و اخراج نیروی کار)، مطرح می‌شوند؛ که باعث جامع بودن مدل و در نظر گرفتن شرایط و اهداف بیشتری نسبت به مدل ارائه شده در مقاله مذکور شده است. دلیل استفاده از این آرمان‌ها در مقاله حاضر اهداف و مأموریت‌های شرکت برای تأمین منافع شرکت کنترل گاز اکباتان است.

همچنین مدل ارائه شده در این مقاله از برنامه‌ریزی آرمانی اولویت‌دار استفاده کرده ولی در مقاله حاضر از برنامه‌ریزی فرا آرمانی برای مدل‌سازی اهداف و محدودیت‌های شرکت استفاده شده است که درگیری بیشتر نظر مدیران شرکت همچنین افزایش محدودیت‌های فرا آرمانی برای دقت بیشتر مدل را در پی دارد. نوع صنعت شرکت کابل‌های مخابراتی شهید قندی یزد از صنایع پیوسته بوده، اما در مقاله حاضر از شرکت کنترل گاز اکباتان به‌عنوان مطالعه موردی استفاده شده است که جزو صنایع گسسته محسوب می‌شود.

جدول (۱): خلاصه مرور ادبیات

سال انتشار	نویسندگان	مدل		نوع برنامه‌ریزی آرمانی	تابع هدف
		دارد	ندارد		
۱۹۸۵	رومرو	*		لکسیوگرافی	ترکیب برنامه‌ریزی آرمانی غیرخطی با اوزان ارشمیدسی و برنامه‌ریزی آرمانی لکسیوگرافی
۱۹۹۴	اگریسزاک	*		اولویت‌دار	کاهش برخی فرضیات سنتی
۱۹۹۸	کابالرو و همکاران	*		لکسیوگرافی	وجود راه‌حل‌های رضایت‌بخش برنامه‌ریزی آرمانی
۲۰۰۲	صفایی فادی کلایی و مهدوی قاسم	*		اولویت‌دار	افزایش سود، کاهش هزینه تولید زمان اضافه- کاری و کم‌کاری
۲۰۰۶	مهرگان و همکاران	*		اولویت‌دار	برآورد سفارشات، حداقل کردن ساعت بیکاری و موجودی
۲۰۰۷	لیونگ و ان‌جی	*		اولویت‌دار	برنامه‌ریزی برای کالاهای فاسدشدنی، افزایش سود...
۲۰۰۸	علیرضا قراگزلو و مجید برزگر	*		فازی	بهبود شرایط جاری شرکت موردنظر
۲۰۰۹	لیونگ و چان	*		اولویت‌دار	بیشینه‌سازی سود، کمینه‌سازی هزینه تعمیرات و بیشینه‌سازی استفاده از ماشین‌آلات
۲۰۰۹	بابایی و همکاران	*		لکسیوگرافی	بهبود انتخاب سبد سهام
۲۰۱۰	هادی حیدری قره باغ و ...	*		فازی	افزایش فروش و تقاضا، کاهش موجودی
۲۰۱۱	علی خاتمی فیروز آبادی	*		صفر و یک	تصمیم‌گیری در رابطه با انتخاب فن‌آوری پیشرفته برای تولید
۲۰۱۳	سعید صفری و حسین سبزیان پایی	*		لکسیوگرافی	زمان‌بندی و تخصیص اسانید با درجات مختلف و ...
۲۰۱۳	جدیدی و ذوالفقاری	*		نرمال شده	انتخاب تأمین‌کننده، کاهش قیمت و مقدار تقاضا و تأخیر
۲۰۱۴	عباس طلوعی اشلقی	*		فازی	افزایش رضایت مشتری و سود
۲۰۱۶	لیانگ سان چن	*		فازی	افزایش رضایت مشتری
۲۰۱۹	بروزا دیگو و همکارانش	*		چبیشف	حداکثر سازی سود، حداقل کردن ضایعات ...
۲۰۱۹	بیاجیوجیانثیا	*		فازی	ارائه راهکار پایدار و متناسب با شاخص‌های جهانی برای بهبود ...

۳- بیان مسئله

در بسیاری از موقعیت‌ها و مسائل دنیای واقعی، تصمیم‌گیرندگان برای تصمیم‌گیری با بهینه‌سازی بیش از یک هدف مواجه هستند. در برنامه‌ریزی ریاضی خطی فرض بر این است که تصمیم‌گیرندگان تنها یک هدف دارند، برای مثال حداکثر کردن سود، حداقل کردن هزینه، یا حداقل کردن ضایعات، یا حداقل کردن سهم بازار و در مدل ریاضی آن تابع هدف و محدودیت‌ها نسبت به متغیرهای تصمیم خطی هستند. در نظر گرفتن تنها یک هدف ممکن است باعث بروز مشکلاتی شود، برای مثال اگر یک شرکت در تصمیم‌گیری خود در خصوص میزان تولید تنها سود را موردتوجه قرار دهد و از اهداف دیگری هم چون رضایت مشتری، رضایت کارکنان، تنوع تولید، سهم بازار و غیره غافل شود ممکن است در بلندمدت نتواند به بقای خود ادامه دهد. بنابراین استفاده از مدل‌های چندهدفه ضروری به نظر می‌رسد.

آنچه امروزه حائز اهمیت است متعدد بودن اهداف شرکت‌هاست که مسئله برنامه‌ریزی تولید را به یک مسئله برنامه‌ریزی چند معیاره تبدیل می‌کند که مستلزم استفاده از روش‌های تحقیق در عملیاتی است که با همگن‌سازی این اهداف متعدد به حل مسئله تولید بپردازد.

اهداف تحقیق:

- ۱) بررسی کامل وضعیت تولید فعلی شرکت
- ۲) تعیین برنامه تولید شرکت با افزایش سود شرکت
- ۳) تأمین اهداف شرکت با استفاده از نظر مدیران
- ۴) در نظر گرفتن تمامی اهداف متناقض شرکت به صورت همزمان
- ۵) ارائه مدل برنامه‌ریزی جامع تولید شرکت
- ۶) دستیابی به میزان بهینه تولید شرکت با استفاده از شرایط موجود با در نظر گرفتن محدودیت‌های سیستمی موجود در شرکت
- ۷) کاهش ساعات اضافه کاری برای شرکت که باعث هزینه اضافه می‌شود.
- ۸) برآورد تقاضای محصول و کاهش موجودی اضافی

سؤالات تحقیق

- ۹) آیا امکان در نظر گرفتن تمامی اهداف متناقض شرکت به صورت همزمان وجود دارد؟
- ۱۰) آیا با در نظر گرفتن تمامی محدودیت‌های شرکت می‌توان به اهداف شرکت دست پیدا کرد؟
- ۱۱) آیا با در نظر گرفتن تمامی محدودیت‌ها و با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی پیشنهادی می‌توان به صورت همزمان تمامی اهداف متناقض شرکت را برآورده کرد؟

۴- مدل‌سازی و حل مدل

در شرکت کنترل گاز اکباتان آرمان‌های متعددی وجود دارد که برای دستیابی به همه آرمان‌ها که با یکدیگر در تضاد نیز هستند نیازمند ابزاری هستیم که با توجه به خط تولید گسسته و کارگاهی این شرکت بتواند آرمان‌های موردنظر شرکت را برآورده کند.

به طور خلاصه بنا به سه دلیل عمده و اصلی: وجود اهداف غیرقابل جمع، نوسان در تقاضا و عدم دسترسی به اقلام واقعی هزینه، روش برنامه‌ریزی آرمانی برای حل مسائل برنامه‌ریزی تولید پیشنهاد می‌شود. همچنین نمایشان روش‌های مختلف برنامه‌ریزی چند معیاره، تصمیم‌گیرندگان ترجیح می‌دهند از شیوه برنامه‌ریزی آرمانی استفاده کنند. دلیل این امر را می‌توان این دانست که تصمیم‌گیرنده قادر است تا در هنگام مدل‌سازی، سلیقه‌ها، قضاوت‌ها و ارجحیت‌های فردی را در قالب تابع هدف اعمال کند، همچنین این رویکرد قابلیت انطباق بیشتری با شرایط واقعی تصمیم‌گیری دارد و هدف‌گذاری را متناسب با عوامل پیچیده محیطی انجام می‌دهد.

مفروضات مسئله

- ۱) تمامی پارامترهای موجود در تولید در نظر گرفته شده‌اند و از این رو باعث جامع بودن مدل تولید به دست آمده خواهد بود.
- ۲) تمامی اهداف شرکت به صورت همزمان با استفاده از چشم‌انداز و مأموریت شرکت در نظر گرفته شده‌اند.
- ۳) وضعیت فعلی تولید شرکت به صورت دقیق بررسی شده و در مدل‌سازی برنامه‌ریزی تولید شرکت در نظر گرفته شده است.

حداکثر تقاضا \bar{D}_{it} حداکثر کسری مجاز تقاضا \bar{Dd}_i

قیمت تمام‌شده محصول هزینه پشتیبانی Sf_{it} P_{it}

هزینه حمل TC_{it} نیروی کار در دسترس E_t

زمان تولید هر واحد محصول توان تولید CP_t TP_{it}

درصد ضایعات محصول α_i چشم‌انداز شرکت $GOAL_k$

هزینه کارگر در هر دوره انحراف از هر آرمان Z CW_t

انحراف از تمامی آرمان‌ها A بزرگ‌ترین عدد مثبت M

متغیرها

تعداد کارگر استخدامی H_t تعداد کارگر اخراجی L_t

حداکثر انحراف اهداف ϕ نیروی کارگر موردنیاز E'_t

متغیرهای انحرافی آرمان $n_k \cdot p_k$ $\gamma_g \cdot \beta_g$ متغیرهای انحرافی آرمان ثانویه اولیه

تعداد تولید محصول در زمان عادی X_{it} تعداد تولید محصول اضافه‌کاری Y_{it}

موجودی I_{it} میزان فروش محصول Q_{it}

تعداد محصول معیوب B_{it} متغیر تصمیم آرمان اولیه V_k

$$\text{Minimizing } O = \frac{\beta_1}{A} + \frac{\beta_2}{Z} + \beta_3 \quad (1)$$

در این بخش به مدل‌سازی آرمان‌های شرکت می‌پردازیم و نوع رویکرد انتخابی و دلیل این انتخاب را نیز شرح خواهیم داد. روش حل تمام مسائل برنامه‌ریزی آرمانی از سه قدم اصلی پیروی می‌کند که در این بخش از این روش حل استفاده شده است. برنامه‌ریزی آرمانی شامل سه مرحله: نوشتن محدودیت‌های آرمانی و سیستمی، انتخاب نوع برنامه‌ریزی آرمانی و تشکیل تابع هدف و مدل‌سازی نهایی می‌شود [۱۱].

قدم اول: نوشتن محدودیت‌های آرمانی و سیستمی

در اولین مرحله از برنامه‌ریزی آرمانی با نوشتن محدودیت‌های نرم و سخت می‌توان به راحتی درباره انتخاب نوع برنامه‌ریزی آرمانی تصمیم بگیریم. ابتدا باید آرمان‌های شرکت را به صورت محدودیت نرم درآورده و متغیرهای انحرافی برای هر یک از آرمان‌ها تعریف کنیم. سپس محدودیت‌های سخت شرکت را نیز فرموله می‌کنیم.

قدم دوم: انتخاب نوع برنامه‌ریزی آرمانی

پس از تشکیل محدودیت‌های نرم و سخت نوبت انتخاب نوع برنامه‌ریزی آرمانی است. در این مرحله با توجه به انواع برنامه‌ریزی آرمانی، نوع برنامه‌ریزی آرمانی خود را برای حل مسئله انتخاب می‌کنیم.

برنامه‌ریزی آرمانی انتخابی

نوع (۱): حداکثر انحراف از همه آرمان‌ها کمتر از $(\lambda = A)$ باشد؛

نوع (۲): حداکثر انحراف از هر آرمان $(\delta = Z)$ باشد؛

نوع (۳): حداکثر (۱) آرمان از (۹) آرمان می‌تواند برآورده نشود.

قدم سوم: تشکیل تابع هدف و تکمیل مدل نهایی

مشخصه‌ها

محصول $i = 1, 2$ دوره $t = 1, 2, 3, 4$

آرمان $k = 1, 2, \dots, 9$ فرا آرمان $g = 1, 2, 3$

پارامترها

هزینه اخراج CLO_t هزینه استخدام CR_t

هزینه کارگر CO_{it} اضافه‌کاری هزینه تولید در زمان عادی

کارگر CPN_{it}

هزینه تولید در اضافه‌کاری حداقل تقاضا \underline{D}_{it}

CPO_{it}

$$\sum_t (X_{it} + Y_{it} - Q_{it}) + n_7 - \underline{p}_7 = GOAL_7 \quad \forall i = 2 \quad (8)$$

$$\sum_t (X_{it} + Y_{it}) + \underline{n}_8 - p_8 = GOAL_8 \quad \forall i = 1 \quad (9)$$

$$\sum_t (X_{it} + Y_{it}) + \underline{n}_9 - p_9 = GOAL_9 \quad \forall i = 2 \quad (10)$$

$$\sum_i Q_{it} = \sum_i I_{it-1} - B_{it-1} + X_{it} + Y_{it} \quad \forall t \quad (11)$$

$$\sum_i \underline{D}_{it} \leq \sum_i Q_{it} \quad \forall t \quad (12)$$

$$\sum_i \bar{D}_{it} \geq \sum_i Q_{it} \quad \forall t \quad (13)$$

$$\sum_i B_i \leq \sum_i \bar{D}_i Q_{it} \quad \forall t \quad (14)$$

$$E'_t \leq E_t \quad \forall t \quad (15)$$

$$E'_t = E'_{t-1} + H_t - L_t \quad \forall t \quad (16)$$

$$\begin{aligned} \sum_{i,t} P_{it} Q_{it} - \sum_{i,t} (CPN_{it} X_{it} + CPO_{it} Y_{it}) \\ - \sum_t (CW_t E'_t + CO_t E'_t) - \sum_{i,t} TC_{it} I_{it} \\ - \sum_{i,t} Sf_{it} B_{it} - \sum_t (CR_t H_t + CLO_t L_t) + \underline{n}_1 - p_1 \\ = GOAL_1 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\sum_{i,t} TP_{it} (X_{it} + Y_{it}) + \underline{n}_2 - p_2 = GOAL_2 \quad (3)$$

$$\sum_{i,t} CF_{it} F_{it} (X_{it} + Y_{it}) + n_3 - \underline{p}_3 = GOAL_3 \quad (4)$$

$$\sum_{i,t} CP_t (X_{it} + Y_{it}) + \underline{n}_4 - p_4 = GOAL_4 \quad (5)$$

$$\sum_i \alpha_i (X_{it} + Y_{it}) + n_5 - \underline{p}_5 = GOAL_5 \quad \forall t \quad (6)$$

$$\sum_t (X_{it} + Y_{it} - Q_{it}) + n_6 - \underline{p}_6 = GOAL_6 \quad \forall i = 1 \quad (7)$$

دست‌یابیم. (۲) محدودیت آرمانی اول (کاهش هزینه و افزایش سود) که در آن سود برابر است با کسر هم‌ه‌ی هزینه‌ها از درآمد، آنچه موجب کاهش سوددهی می‌شود متغیر انحرافی (n_1) است؛ که به‌عنوان جریمه برای جلوگیری از کاهش سود در نظر گرفته‌شده است. (۳) محدودیت آرمانی دوم (استفاده از حداکثر ظرفیت زمانی تولید) این آرمان بیانگر این موضوع است که زمان تولید محصولات (در وقت عادی و اضافه‌کاری) می‌بایست در حدود حداکثر زمان تولید تعریف‌شده در شرکت باشد. در این محدودیت آرمانی آنچه نامطلوب است (n_2) می‌باشد و نشان‌دهنده عاملی است که موجب کاهش ظرفیت زمانی تولید می‌شود و به‌عنوان جریمه برای جلوگیری از ایجاد فاصله از چشم‌انداز شرکت در مدل لحاظ می‌شود. (۴) محدودیت آرمانی سوم (کاهش هزینه دوباره‌کاری) هر واحد محصول که در روند تولید دچار نقص می‌شود، هزینه-ای جهت تعمیر خرابی را بر شرکت تحمیل می‌کند. متغیر انحرافی نامطلوب (p_3) افزایش‌دهنده این هزینه می‌باشد که می‌بایست حداقل گردد و به‌عنوان جریمه برای فاصله گرفتن از این آرمان استفاده می‌شود. (۵) محدودیت آرمانی چهارم (حداکثر سازی توان تولید) توان تولید هر واحد محصول یعنی میزانی که شرکت می‌تواند برای فروش و یا ذخیره تقبل کند پس این آرمان می‌بایستی برآورده شود تا شرکت مشتری از دست‌رفته‌ای نداشته باشد. متغیر انحرافی نامطلوب (n_4) کاهش این توان است که باید حداقل شود. (۶) محدودیت آرمانی پنجم (حداقل سازی ضایعات واحد محصول) این آرمان از هدر رفتن مواد اولیه بکار رفته در محصول جلوگیری می‌کند؛ (α_i) درصد ضایعات واحد محصول می‌باشد. (۷) محدودیت آرمانی ششم (حداقل سازی موجودی محصول اول) جمع تولیدات در زمان عادی و اضافه‌کاری منهای میزان فروش، موجودی پس از فروش محصول را نشان می‌دهد، که با توجه به کمبود فضای انبارش، باید کمتر از چشم‌انداز شرکت باشد. در این آرمان متغیر انحرافی نامطلوب (p_6) عاملی است که این موجودی را افزایش می‌دهد و باید حداقل شود. (۸) محدودیت آرمانی هفتم (حداقل سازی موجودی محصول دوم) جمع تولیدات در زمان عادی و اضافه‌کاری منهای میزان فروش، موجودی پس از فروش محصول را نشان می‌دهد، که با توجه به کمبود فضای انبارش باید کمتر از چشم‌انداز شرکت باشد. در این آرمان‌ها متغیر انحرافی نامطلوب (p_7) عاملی هست

$$\frac{n_1}{GOAL_1} + \frac{n_2}{GOAL_2} + \frac{p_3}{GOAL_3} + \frac{n_4}{GOAL_4} + \frac{p_5}{GOAL_5} + \frac{p_6}{GOAL_6} + \frac{p_7}{GOAL_7} + \frac{n_8}{GOAL_8} + \frac{n_9}{GOAL_9} + \gamma_1 - \underline{\beta}_1 = A \quad (17)$$

$$\frac{n_k}{GOAL_k} \leq \phi \quad \forall k = 1,2,4,8,9 \quad (18)$$

$$\frac{p_k}{GOAL_k} \leq \phi \quad \forall k = 3,5,6,7$$

$$\phi + \gamma_2 - \underline{\beta}_2 = Z \quad (19)$$

$$V_k = \begin{cases} 1 & \text{اگر آرمان } k \text{ برآورده نشود} \\ 0 & \text{اگر آرمان } k \text{ برآورده شود} \end{cases} \quad (20)$$

$$n_k - MV_k \leq 0 \quad \forall k = 1,2,4,8,9$$

$$p_k - MV_k \leq 0 \quad \forall k = 3,5,6,7$$

$$\sum_k V_k + \gamma_3 - \underline{\beta}_3 = 1 \quad (21)$$

$$X_{it} \cdot Y_{it} \cdot I_{it} \cdot Q_{it} \cdot B_{it} \cdot E'_t \cdot H_t \cdot L_t \geq 0 \text{ \& integer} \quad (22)$$

$$\phi \cdot p_k \cdot n_k \cdot \gamma_g \cdot \beta_g \geq 0$$

$$V_k \in \{0,1\}$$

(۱) تابع هدف (با توجه به رویکرد برنامه‌ریزی فرا آرمانی تابع هدف نوشته‌شده است). متغیرهای انحرافی فرا آرمان‌ها با استفاده از روش همگن‌سازی مقادیر سمت راست، هم‌وزن شده و قابل جمع‌پذیری شده‌اند. درنهایت با جمع این متغیرها و حداقل کردنشان می‌خواهیم به هدفمان که دستیابی به چشم‌اندازهای آرمانی و فرا آرمانی شرکت است

که این موجودی را افزایش می دهد و باید حداقل شود. (۹) محدودیت آرمانی هشتم (میزان تولید شرکت از محصول اول) میزان تولید شرکت از محصول اول نباید کمتر از چشم انداز تعریف شده شرکت باشد. در این آرمان متغیر انحرافی (\underline{n}_g)، متغیر انحرافی نامطلوبی است که به عنوان جریمه برای جلوگیری از فاصله از چشم انداز تولید محصول در نظر گرفته شده و می بایست حداقل شود. (۱۰) محدودیت آرمانی نهم (میزان تولید شرکت از محصول دوم) میزان تولید شرکت از محصول دوم نباید کمتر از چشم انداز تعریف شده شرکت باشد. در این آرمان متغیر انحرافی (\underline{n}_g)، متغیر انحرافی نامطلوبی است که به عنوان جریمه برای جلوگیری از فاصله از چشم انداز تولید محصول در نظر گرفته شده و می بایست حداقل شود. (۱۱) محدودیت سیستمی اول طبق خواست شرکت میزان فروش محصول در هر دوره می بایست برابر باشد با تولید محصولات در همان دوره به اضافه موجودی پایان دوره قبل منهای تولیدات بازگشتی از فروش پایان دوره پیشین. (۱۲) محدودیت سیستمی دوم حداقل تقاضا باید از مجموع فروش محصولات کمتر باشد. (۱۳) محدودیت سیستمی سوم حداکثر تقاضا باید بیشتر از مجموع فروش محصولات باشد. (۱۴) محدودیت سیستمی چهارم میزان محصولات برگشتی باید کمتر از کسری تقاضا باشد. (۱۵) محدودیت سیستمی پنجم تعداد کارگر مورد نیاز شرکت باید کمتر از تعداد کارگر در دسترس باشد. (۱۶) محدودیت سیستمی ششم کارگر مورد نیاز از جمع تعداد کارگر مورد نیاز دوره قبل با نیروی استخدامی و کسر نیروی اخراج شده حاصل می شود. (۱۷) محدودیت فرا آرمانی اول (حداکثر انحراف از همه آرمان ها) این محدودیت بیان می کند که حداکثر انحراف از همه آرمان ها کمتر از ($A=8\%$) باشد. در این فرا آرمان متغیر انحرافی ($\underline{\beta}_1$)، متغیر انحرافی نامطلوبی است و می بایست حداقل شود. (۱۸) محدودیت فرا آرمانی دوم (حداکثر انحراف از هر آرمان) همان محدودیت چبیشف است که حداکثر انحراف از آرمان همه متغیرهای انحرافی را کمتر از (Φ) نشان می دهد. (۱۹) این محدودیت نشان می دهد حداکثر انحراف از هر آرمان باید ($Z=5\%$) باشد. در فرا آرمان دوم متغیر انحرافی ($\underline{\beta}_2$)، متغیر انحرافی نامطلوبی است که به عنوان جریمه در صورت فاصله از این فرا آرمان در مدل لحاظ می شود. (۲۰) محدودیت فرا آرمانی سوم (حداکثر تعداد آرمانی که می تواند برآورد نشود). این

فرا آرمان بیانگر این موضوع است که حداکثر (۱) آرمان از (۹) آرمان می تواند برآورد نشود. برای دستیابی به این فرا آرمان متغیر صفر و یک (V_k) تعریف می شود؛ این محدودیت تصمیم گیری در رابطه با هر آرمان است. (۲۱) در نهایت این محدودیت نشان می دهد تنها یک آرمان می تواند برآورد نشود و متغیر انحرافی ($\underline{\beta}_3$)، متغیر انحرافی نامطلوبی است که به عنوان جریمه برای فاصله گرفتن از این فرا آرمان تعریف می شود و می بایست حداقل گردد. (۲۲) این محدودیت بیانگر نوع متغیرها است. نکته حائز اهمیت در این مدل سازی این است، که تمامی متغیرهای اصلی شرکت مثبت بوده و عدد صحیح می باشند. متغیرهای آرمانی و فرا آرمانی شرکت مثبت هستند، و روابط ($p_k \times n_k = 0$ و $\beta_g \times \gamma_g = 0$) می بایست برقرار باشند (این روابط فرض کلی در همه مسائل برنامه ریزی آرمانی است).

۵- نتایج

در این قسمت نتایج حاصل از حل مدل توسط نرم افزار گمز نشان داده می شود و اطلاعات خروجی مسئله در ادامه بیان می شود. این اطلاعات شامل مقدار تابع هدف، مقدار متغیرهای انحرافی آرمان ها و فرا آرمان ها و مقدار حداکثر انحراف از آرمان ها است.

✓ مقدار تابع هدف

$$(O = 3152269160625 \times 10^5)$$

✓ مقدار متغیرهای انحرافی مربوط به فرا آرمان ها

$$(\beta_1 = 9699289725 \times 10^6 \quad \gamma_g = 0$$

$$\beta_2 = 9699289725 \times 10^6$$

$$\beta_3 = 0)$$

✓ مقدار متغیرهای انحرافی مربوط به آرمان های اولیه

$$(n_k = 0 \quad p_1 = 28799980 \quad p_2 = 1946688 \times$$

$$10^3 \quad p_3 = 96992897250$$

$$p_4 = 112821868 \times 10^3 \quad p_5 = 21510$$

$$p_8 = 150000)$$

✓ مقدار حداکثر انحراف از اهداف

$$(\phi = 9699289725 \times 10^6)$$

✓ متغیر تصمیم گیری درباره پذیرش یا رد آرمان

اولیه

$$(V_k = 0 \quad k = 1.2.4.5.6.7.8.9 \quad V_3 = 1)$$

جدول (۲): مقادیر پارامترهای مدل (اعداد بر حسب هزار ریال می‌باشند)

T											پارامترهای متأثر از زمان و نوع محصول	
				I					I			
۴	۳	۲	۱		۴	۳	۲	۱				
۵۶۸/۳۲	۷۱۰/۴	۸۸۸	۱۱۱۰	۱	CPN	۷۹۸/۳۶۲۵	۹۳۹/۲۵	۱۱۰۵	۱۳۰۰	۱		P _{it}
۱۱۷۷/۶	۱۴۷۲	۱۸۴۰	۲۳۰۰	۲		۳۶۸۴/۷۵	۴۳۳۵	۵۱۰۰	۶۰۰۰	۲		
۷۹/۸۳۶۲۵	۹۳/۹۲۵	۱۱۰/۵	۱۳۰	۱	Sf _{it}	۷۰	۷۶	۸۸	۱۲۴	۱		CO _{it}
۳۶۸/۴۷۵	۴۳۳/۵	۵۱۰	۶۰۰	۲		۷۰	۷۶	۸۸	۱۲۴	۲		
۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۱	D _{it}	۱۰۶۵۶۰	۱۰۶۵۶۰	۱۳۳۲۰۰	۱۶۶۵۰۰	۱		CPO _{it}
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲		۲۹۴۴۰	۲۹۴۴۰	۳۶۸۰۰	۴۶۰۰۰	۲		
۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۱	D _{it}	۳/۵۱۲۸۴	۳/۵۱۲۸۴	۴۰۲۹/۸۲۴	۵/۷۲۱۶۲۱	۱		TC _{it}
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۲		۹/۱۰۹۶۴	۹/۱۰۹۶۴	۱۰۴۵۰/۳	۱۴/۸۳۷۵۴	۲		
\overline{Dd}_i	α_i	I	پارامترهای متأثر از نوع محصول		۴	۳	۲	۱	T	پارامترهای متأثر از زمان		
۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۹۷	۱	محصول		۱۰۸۸۰۰	۱۳۶۰۰۰	۱۷۰۰۰۰۰	۲۱۲۵۰۰	CW _t			
۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۷۷	۲			۰/۲۰۵	۰/۲۱	۰/۲۷	۰/۲۸۹	E _t			
					۱۹۱/۰۶۸	۱۴۰/۱۱۹	۱۲۷/۱۷۳	۳۲/۱۷۰	CP _t			
					۸۰	۶۰	۴۰	۲۰	CLO _t			
					۸۰	۶۰	۴۰	۲۰	CR _t			
چشم‌اندازهای شرکت												
۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	K			
۴	۴	۹	۱۱	۰/۰۰۰۰۱	۳۲۰	۰/۰۰۰۰۱	۱۵۲	۱۰۰۰۰۰۰	GOAL _k			

مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای کاهش هزینه، برآورد تقاضا و حداقل کردن موجودی اضافی

۵-۱- نحوه جمع‌آوری پارامترها

تقاضا ... این شرکت استخراج شده است. اطلاعات مربوط به چشم‌اندازهای شرکت با استفاده از نظر مدیران شرکت در بخش‌های مختلف تولیدی محاسبه شده است.

پارامترهای فوق با کمک مهندس ناظر کارخانه کنترل گاز اکباتان از اطلاعات میزان تولید، هزینه‌ها،

جدول (۳): میزان تولید و فروش

T					
	۴	۳	۲	۱	I
Xit	۱۸۴۵۸۶	۱۹۰۰۰۰	۱۹۰۰۰۰	۱۹۰۰۰۰	۱
	۴۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۲
Yit	۵۴۱۴	.	.	.	۱
	۲
Qit	۷۹۰۰۰	۲۳۰۰۰۰	۲۳۰۰۰۰	۲۱۰۰۰۰	۱
	۱۵۱۰۰۰	.	.	.	۲

۵-۲- تحلیل نتایج

هستند که با استفاده از آن‌ها می‌توان در جواب مدل بهبود ایجاد کرد. در این بخش با جایگذاری مقادیر حاصل از حل مدل در معادلات مربوط به آرمان‌های و فرا آرمان‌ها، میزان دستیابی به فرا آرمان‌ها و آرمان‌ها را بررسی می‌کنیم.

پس از مدل‌سازی و حل مدل، اصلی‌ترین قسمت پژوهش بررسی نتایج و میزان دستیابی به چشم‌اندازهای شرکت است. پس از تحلیل‌ها نوبت به تحلیل حساسیت مدل ارائه شده می‌رسد تا بدانیم کدام پارامترها و چشم‌اندازها

جدول (۴): بررسی نتایج حاصل از حل مدل

آرمان	توضیح	چشم‌انداز	کاملاً برآورده شده؟	میزان دستیابی
۱	حداکثر انحراف از همه آرمان‌ها ۰/۰۸ باشد.	۰/۰۸	خیر	۹۶۹۹۲۸۹۷۲۵۰۰۰۰۰۰
۲	حداکثر انحراف از هر آرمان ۰/۰۵ باشد.	۰/۰۵	خیر	۹۶۹۹۲۸۹۷۲۵۰۰۰۰۰۰
۳	حداکثر یک آرمان از ۹ آرمان می‌تواند برآورده نشود.	۱	بله	۱
۴	حداکثر سازی سود	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰	بله	۱۰۰۲۸۷۹۹۹۸۰
۵	استفاده از حداکثر ظرفیت زمانی تولید	۱۵۲۰۰۰	بله	۱۹۴۶۴۰۰۰۰
۶	کاهش هزینه دوباره کاری	۰/۰۰۰۰۱	خیر	۹۶۹۹۲۸۹۸۴۳۸
۷	استفاده از حداکثر توان تولید	۳۲۰۰۰	بله	۱۰۴۱۴۴۷۸۳۲۶۲
۸	حداقل سازی ضایعات	۰/۰۰۰۰۱	خیر	۸۶۰۴۰
۹	حداقل سازی موجودی محصول ۱	۱۱۰۰۰	بله	۱۱۰۰۰
۱۰	حداقل سازی موجودی محصول ۲	۹۰۰۰	بله	۹۰۰۰
۱۱	حداکثر سازی تولید محصول ۱	۴۰۰۰۰	بله	۷۶۰۰۰۰
۱۲	حداکثر سازی تولید محصول ۲	۴۰۰۰۰	بله	۱۶۰۰۰۰

به ازای افزایش این هزینه افزایش می‌دهد تا به آرمان اولیه سوم دست‌یابیم. این متغیر در محدودیت‌های مربوط به فرا آرمان‌ها باعث افزایش در متغیر انحرافی فرا آرمان‌های می‌شود، این افزایش موجب افزایش در هدف نهایی شده که مطلوب نیست. کاهش در این پارامتر موجب کاهش در هزینه دوباره‌کاری می‌شود. این تغییر به تغییر در آرمان اولیه سوم منجر شده و متغیر انحرافی آرمان سوم را برای ایجاد جریمه به ازای کاهش این هزینه کاهش می‌دهد. این متغیر در محدودیت‌های مربوط به فرا آرمان‌ها باعث کاهش در جریمه شده و کاهش تابع هدف را در پی دارد که مطلوب است.

پارامتر حداقل تقاضا^۳

افزایش این پارامتر محدودیت سیستمی مربوط به حداقل میزان فروش را تغییر می‌دهد و موجب محدود شدن میزان فروش می‌شود. این محدود شدن، در آرمان اول که همان سوددهی شرکت است اثر گذاشته و آن را تغییر می‌دهد؛ به این صورت که با محدود شدن فروش، درآمد کاهش می‌یابد. بنابراین می‌بایست برای جریمه این آرمان افزایش داشته باشیم تا از آرمان شرکت فاصله بگیریم. این افزایش موجب افزایش در جریمه فرا آرمان‌ها شده و تابع هدف را بدتر می‌کند. کاهش این پارامتر محدودیت سیستمی مربوط به حداقل میزان فروش را تغییر می‌دهد و موجب ریلکس‌تر شدن میزان فروش می‌شود. این امر در آرمان اول شرکت اثر گذاشته و آن را تغییر می‌دهد. به این صورت که با افزایش میزان فروش درآمد افزایش می‌یابد. پس میزان جریمه برای این آرمان کاهش یافته تا از آرمان شرکت فاصله بگیریم. بنابراین می‌بایست برای جریمه این آرمان کاهش داشته باشیم این کاهش موجب کاهش در جریمه فرار آرمان‌ها شده و تابع هدف را بهبود می‌بخشد.

۵-۲-۲- افزایش و کاهش در آرمان‌های اولیه

با افزایش و کاهش در چشم‌اندازهای شرکت نتایج زیر حاصل می‌شود:

با استفاده از نتایج فوق می‌توان به این نتیجه رسید که از بین (۱۲) آرمان و فرا آرمان‌های تعریف‌شده، می‌توان به (۸) آرمان دستیابی کامل یافت.

تحلیل حساسیت به مطالعه تأثیرپذیری متغیرهای خروجی از متغیرهای ورودی یک مدل آماری گفته می‌شود. به عبارت دیگر روشی برای تغییر در ورودی‌های یک مدل آماری به صورت سازمان‌یافته (سیستماتیک) است؛ که بتوان تأثیرات این تغییرها را در خروجی مدل پیش‌بینی کرد. روش‌های ریاضی معمولاً از روابط و متغیرها نوشته شده‌اند. روابط می‌توانند با اپراتورها نظیر اپراتور الجبرا، تابع، اپراتور دیفرانسیلی و غیره باشد. متغیرها چکیده‌ای از پارامترهای سیستم هستند که می‌توانند کمی شوند. نکته‌ای که در این بخش وجود دارد این است که تمامی پارامترها و آرمان‌ها را برای تحلیل حساسیت (۹) بار، افزایش و کاهش دادیم، این افزایش و کاهش در گام‌های (۵) درصدی انجام شده است.

۵-۲-۱- افزایش و کاهش در پارامترها

پارامتر میزان نقص در محصول^۱

افزایش در این پارامتر موجب افزایش در هزینه دوباره‌کاری می‌شود؛ این تغییر منجر به تغییر در آرمان اولیه سوم شده و متغیر انحرافی را برای ایجاد جریمه به ازای افزایش این هزینه افزایش می‌دهد. این متغیر در محدودیت‌های مربوط به فرا آرمان باعث افزایش در متغیر انحرافی این فرا آرمان‌ها می‌شود. این تغییرات در نهایت هدف نهایی را افزایش می‌دهد و این افزایش باعث کاهش در دستیابی به آرمان‌هاست که مطلوب نیست. کاهش در این پارامتر موجب کاهش در هزینه دوباره‌کاری می‌شود. این تغییر منجر به تغییر در آرمان اولیه سوم شده و متغیر انحرافی را برای ایجاد جریمه به ازای کاهش این هزینه کاهش می‌دهد. این متغیر در محدودیت‌های فرا آرمانی باعث کاهش در متغیرهای انحرافی فرا آرمانی شده و در نهایت هدف نهایی را کاهش می‌دهد و این کاهش مطلوب است.

پارامتر هزینه دوباره‌کاری واحد محصول^۲

افزایش در این پارامتر موجب افزایش در هزینه دوباره‌کاری می‌شود. این تغییر، به تغییر در آرمان اولیه سوم منجر شده و متغیر انحرافی آرمان سوم را برای ایجاد جریمه

1 - F_{it}

2 - CF_{it}

3 - D_{it}

آرمان سوم (هزینه دوباره کاری)

افزایش چشم انداز آرمان سوم، منجر به کاهش در جریمه مربوط به هزینه دوباره کاری می شود. کاهش در متغیر انحرافی این آرمان، کاهش در جریمه فرا آرمان ها را به دنبال دارد. این امر کاهش تابع هدف را در پی داشته و مطلوب است کاهش چشم انداز آرمان سوم، منجر به افزایش در جریمه مربوط به هزینه دوباره کاری می شود. افزایش در متغیر انحرافی این آرمان افزایش فرا آرمان ها را در پی دارد. این افزایش تابع هدف را موجب شده و مطلوب نیست.

آرمان ششم و هفتم (آرمان مربوط به موجودی پس از فروش محصول اول و دوم)

افزایش این آرمان ها افزایش جریمه را در پی دارد. افزایش جریمه فرا آرمان را در وضعیتی قرار می دهد که باعث افزایش جریمه آرمان ها شده و افزایش تابع هدف را به دنبال دارد که مطلوب نیست. کاهش این آرمان ها کاهش جریمه را در پی داشته و این کاهش جریمه، فرا آرمان ها را در وضعیتی قرار می دهد که به کاهش جریمه فرا آرمان ها منجر شده و تابع هدف را بهبود می بخشد.

آرمان نهم (تولید محصول دوم)

۵-۲-۳- افزایش و کاهش در فرا آرمان ها

فرا آرمان اول و دوم

فرا آرمان سوم

۵-۳- تحلیل مدیریتی نتایج

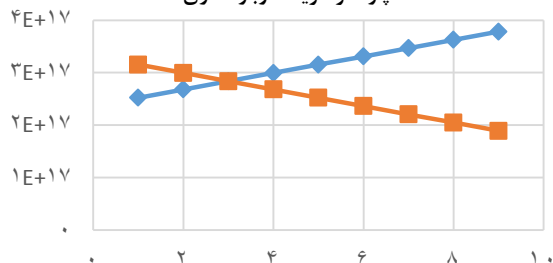
افزایش پارامتر نقص در محصولات منجر به افزایش هزینه تعمیر و دوباره کاری محصولات حین فرآیند تولید

می شود و این مطلوب نیست؛ همچنین کاهش در این پارامتر منجر به کاهش هزینه های خرابی محصولات می شود. مدیریت می تواند با استفاده از پیاده سازی سیستم نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه و یکپارچه از خرابی قطعات محصولات حین تولید جلوگیری کرده و هزینه تعمیر و دوباره کاری روی محصولات را کاهش دهد.

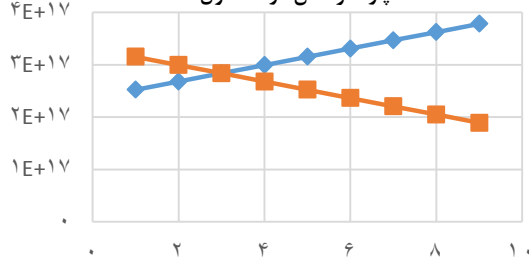
با افزایش پارامتر حداقل تقاضای محصولات، فروش محصولات محدود می شود و این محدودیت به کاهش درآمد و در نهایت کاهش بازده و سود شرکت می شود؛ اما با افزایش این پارامتر محدودیت فروش را می توان ریلکس کرد که این عمل در نهایت افزایش بازدهی و سود بیشتر شرکت را در پی دارد. اما این مهم با افزایش بازار محصولات میسر می شود، با توجه به فروش گاز از ایران به سایر کشورها، نرخ افزایش جمعیت، نرخ افزایش ساختمان سازی که نیازمند افزایش ادارات و اماکن خدمت رسانی نیز می شود، نیاز هر چه بیشتر به رگلاتورهای تنظیم فشار گاز افزایش میابد. همچنین می توان بازارهای جهانی را هم مدنظر شرکت قرار داد. مدیریت شرکت کنترل گاز خوشبختانه با اهداف و چشم اندازهای روشن سعی در افزایش فروش محصولات خود در بازارهای جهانی را دارد.

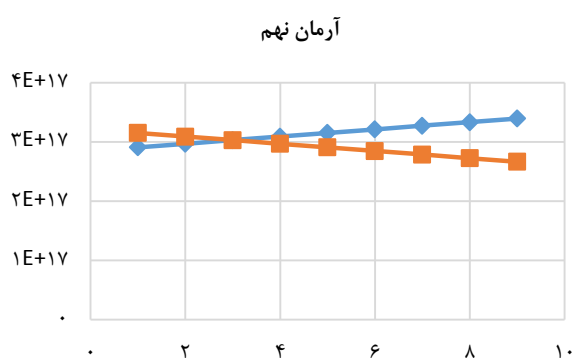
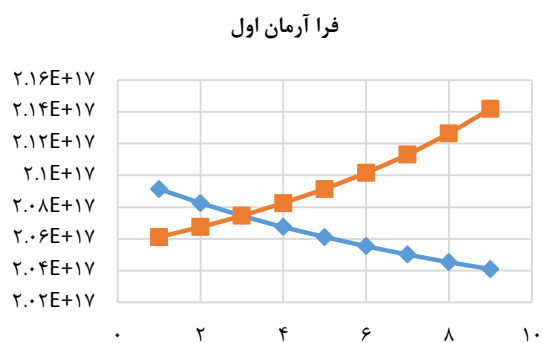
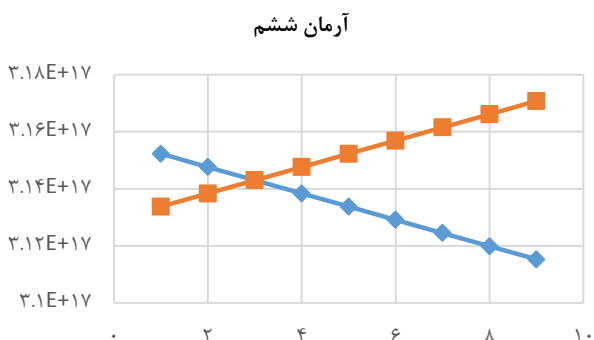
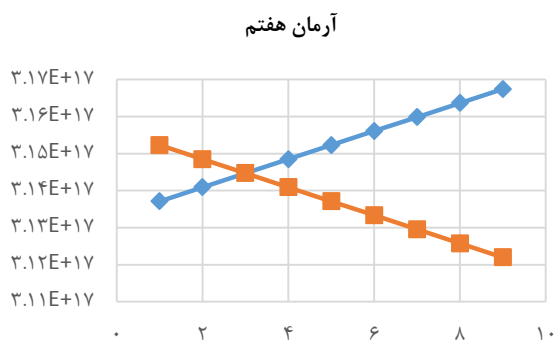
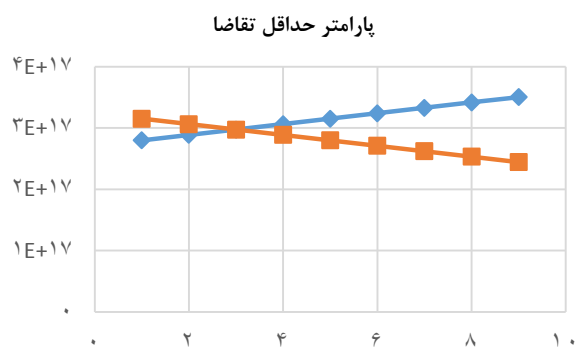
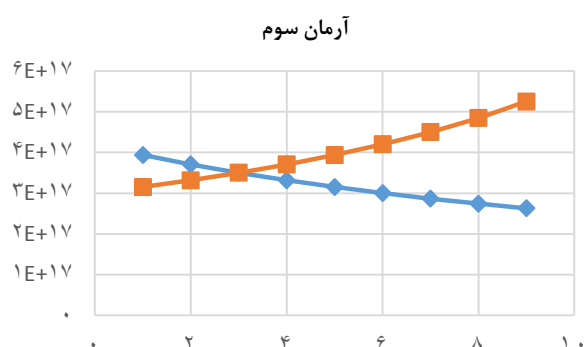
با توجه به مشخصات و محدودیت های شرکت کنترل گاز اکباتان، همچنین با توجه به مدل و برنامه ریزی پیشنهادی مقاله، سایر پارامترها تأثیر چندانی بر اهداف و چشم اندازهای شرکت ندارند، هر چند این پارامترها از جنس هزینه باشند.

پارامتر هزینه دوباره کاری



پارامتر نقص در محصول





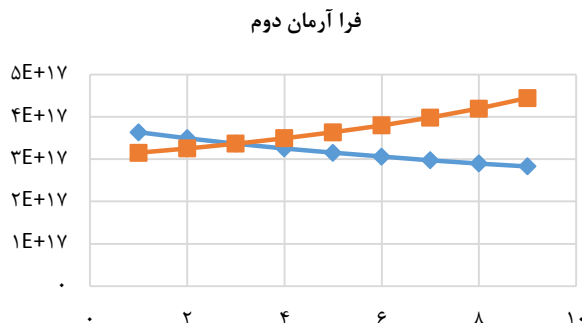
❖ محور عمودی نشانگر تغییرات تابع هدف نسبت به افزایش و کاهش پارامترهاست.

❖ محور افقی گام تغییرات پارامتر را نشان می‌دهد که در (۹) گام تغییرات اتفاق می‌افتد هر گام برابر (۰.۵) واحد است.

■ تغییرات تابع هدف نسبت به کاهش پارامتر

◆ تغییرات تابع هدف نسبت به افزایش پارامتر

شکل (۱). تحلیل حساسیت نتایج



۶- جمع بندی و پیشنهاد های آتی

آنچه امروزه حائز اهمیت است متعدد بودن اهداف شرکت هاست، که مسئله برنامه ریزی تولید را به یک مسئله برنامه ریزی چند معیاره ای تبدیل می کند، که مستلزم استفاده از روش های تحقیق در عملیاتی است، که با همگن سازی این اهداف متعدد به حل مسئله تولیدی بپردازد. حل مدل توسط نرم افزار گمز انجام شد و جواب های حاصل گزارش شده است. این جواب ها نشان می دهد که بهبودهایی در زمینه سود شرکت، برآورد تقاضا و کاهش ساعات های اضافه کاری رخ می دهد. رویکرد ارائه شده در این تحقیق سود خالص شرکت را (۳٪) افزایش می دهد. همچنین تولید محصول اول (۱۸) و محصول دوم را (۳٪) افزایش می دهد. ظرفیت تولید را نیز از (۳۲۰۰۰) به (۱۰۴۱۴۴۷۵۱۲۶۲) افزایش داده است. که موجب برآورده شدن (۱۰۰٪) تقاضا می شود. نتایج مدل نشان می دهد که کار در اضافه کاری کاهش چشم گیری داشته و تنها در دوره چهارم برای تولید محصول اول نیاز به اضافه کاری وجود دارد. همین موضوع نیاز به استخدام و اخراج را رفع کرده و هزینه آن ها را به صفر رسانده است. در واقع شرکت با همین تعداد نیروی انسانی افزایش چشم گیری در میزان تولید و سود خواهد داشت.

پیشنهادها:

به دلیل افزایش تقاضای سالیانه می توان محدودیت ساخت یا اجاره انبار را نیز در آینده در نظر گرفت. رویکرد انتخابی در این مقاله استفاده از برنامه ریزی فرا آرمانی در حالت تقاضای قطعی است، همچنین کسری موجودی مجاز است، پیشنهاد می شود در تحقیقات آتی از پارامترهای احتمالی همچون تقاضای احتمالی در شرایط عدم قطعیت بازار استفاده شود. همچنین می توان محدودیت یا آرمانی در رابطه با خرابی دستگاه ها و زمان و هزینه تعمیر و پیشگیری آن ها را نیز به مدل اضافه کرد. همچنین می توان نوع برنامه ریزی آرمانی متفاوتی برای مدل سازی در زمینه صنایع گسسته استفاده کرد مثل برنامه ریزی آرمانی فازی که از دقت مناسبی نیز برخوردار است.

۷- منابع و مآخذ

- [۱] علی نژاد، علیرضا؛ کاظمی، ابوالفضل؛ منسوب ریحانیان، زهری؛ صراف ها، کیوان؛ "یک رویکرد ترکیبی از معیار جامع برنامه ریزی آرمانی براساس متغیرهای انحراف برای حل مسائل تصمیم گیری چند هدفه"، مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، سال دهم، شماره اول، صص (۸۹-۹۷)، بهار (۱۳۹۲).
- [۲] انواری رستمی، علی اصغر؛ "ارزیابی اثربخشی مدل های برنامه ریزی آرمانی"، دوره (۵)، شماره دو، تابستان (۱۳۸۰).
- [۳] دکتر صفایی قادی کلایی؛ مهدوی، قاسم؛ "به کارگیری مدل برنامه ریزی آرمانی جهت برنامه ریزی تولید در شرکت های فرآورده های گوشتی"، پژوهشنامه علوم انسانی و اجتماعی، شماره چهارم، (۱۳۸۱).
- [۴] مریدی، سیاوش؛ نوذری، علیرضا، "فرهنگ اقتصادی"، تهران، انتشارات نگاه، (۱۳۷۳)
- [۵] نیکوفکر، محمد هادی؛ عبدالله زاده، وحید؛ برنامه ریزی و کنترل تولید و موجودی ها؛ انتشارات نگاه دانش، چاپ چهارم، (۱۳۹۵).
- [۶] واحدی، عرفان؛ رحیم زاده، ایوب؛ "برنامه ریزی تولید"، سومین کنفرانس دستاوردهای نوین و به روز در علوم مهندسی و فناوری های جدید، رشت، سازمان بسیج صنعتی استان گیلان، (۱۳۹۷).
- [۷] مهرگان، علیرضا؛ کاظمی، عالییه؛ کامیاب مقدم، امین؛ "طراحی مدل آرمانی برنامه ریزی تولید برای شرکت کابل های مخابراتی شهید قندی یزد"؛ فصلنامه دانش مدیریت، شماره (۷۴)، صص (۱۳۳-۱۴۷)، پاییز (۱۳۸۵).
- [۸] صفری، سعید؛ سبزیان پاپی، حسین؛ "ارزیابی عملکرد دانشگاه با استفاده از برنامه ریزی آرمانی لکسیکوگراف با رویکرد آموزشی و پژوهشی (مطالعه موردی دانشگاه شاهد)"؛ فصلنامه مدیریت صنعتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنجند، صص (۱۲۹-۱۴۳)، (۱۳۹۲).
- [۹] حیدری قره باغ، هادی؛ محب ربانی، سعید؛ "ارائه مدل برنامه ریزی آرمانی جامع تولید با رویکرد فازی در صنعت پالایش نفت"؛ فصلنامه مدیریت، شماره (۱۸)، صص (۴۸-۶۰)، (۱۳۸۹).
- [۱۰] قراگزلو، علیرضا؛ برزگر، مجید؛ "برنامه ریزی آرمانی با استفاده از رویکرد AHP جهت بهینه سازی ترکیب تولید"؛ بررسی های بازرگانی، صص (۵۹-۷۲)، (۱۳۸۷).

- programming model, Current state-of-the-art*. European Journal of Operational Research.
- [20] Jones, D., & Tamiz, M. (2010). *Practical Goal Programming* (Vol. 157). Springer.
- [21] Jadidi, O., Zolfaghari, S., & Cavalieri, S. (2013). *A new normalized goal programming model for multi-objective problems: A case of supplier selection and order allocation*. International Journal of Production Economics. 148, 158–165.
- [22] Babaei, H., Tootooni, M., Shahanaghi, K., & Bakhsha, A. (2009). *Lexicographic Goal Programming Approach for Portfolio Optimization*, 5(9), 63–75.
- [23] Diego Broza, NV., Gabriela C., Jorge, M. (2019). *Goal programming application for the decision support in the daily production planning of sawmills, Forest Policy and Economics*, 102, 29-40.
- [24] Romero, C. (1985). *Multi-Objective and Goal-Programming Approaches as a Distance Function Model*. The Journal of the Operational Research Society. 36, 249-251.
- [25] Ogryczak, W. (1994). *A Goal Programming model of the reference point method*. Annals of Operations Research. 51, 33-44.
- [26] Caballero, R., Rey, L., Ruiz, F. (1998). *Lexicographic improvement of the target values in convex goal programming*. European Journal of Operational Research. 107, 644-655.
- [27] Giannettia, B F., Sevegnania, F. (2019). *Five sector sustainability model: A proposal for assessing sustainability of production systems*. Ecological modeling. 406, 98-108.
- [11] جونز، دیلان؛ تمیز، مهرداد؛(خاتمی فیروزآبادی، محمدعلی؛ باقری، مجید)؛ "برنامه‌ریزی آرمانی کاربردی"؛ انتشارات دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، (۱۳۹۴).
- [12] دکترخاتمی فیروز آبادی، علی؛ فاطمی فیروز آبادی، شیدا؛ "ترکیب روش‌های AHP و برنامه‌ریزی صفر یا یک برای انتخاب یک سیستم پیشرفته ساخت و تولید"؛ فصلنامه مطالعات مدیریت بهبود و تحول شماره(۶۳)، ص-ص(۱۱۵-۱۵۱)، زمستان (۸۹) و بهار (۹۰).
- [13] طلوعی اشلقی، عباس؛ احتشام رانی، رضا؛ "طراحی مدل ریاضی برای بهینه سازی فرآیند برنامه‌ریزی تولید و کنترل موجودی در زنجیره تامین معکوس"؛ مجله مدیریت توسعه و تحول، شماره(۱۸)، صص(۱-۱۲)، (۱۳۹۳).
- [14] L.-H.Che. (2016). *Approach Based on fuzzy goal programming and quality function deployment for new product planning*. European Journal Of Operational Research.
- [15] Mohanty, R. P., & Koay, J. C. C. (1988). *A Goal Programming Application for Waste Treatment Quality Control*. International Journal of Quality & Reliability Management, 5.
- [16] Choudhary, D., & Shankar, R. (2014). *A goal programming model for joint decision making of inventory lot-size, supplier selection and carrier selection*. Computers and Industrial Engineering, 71, 1-9.
- [17] Leung, S. C. H., & Ng, W. (2007). *A goal programming model for production planning of perishable products with postponement*. Computers & Industrial Engineering, 53, 531–541.
- [18] Leung, S. C. H., & Chan, S. S. W. (2008). *A goal programming model for aggregate production planning with resource utilization constraint*. Computers & Industrial Engineering, 56, 1053-1063.
- [19] Aouni, B., Colapinto, C., & La Torre, D. (2014). *Financial portfolio management through the goal*