برنامه‌ریزی آرمانی با استفاده از رویکرد AHP جهت بهینه‌سازی ترکیب تولید

علیرضا قراگوزلو
(کارشناس ارشد ـ دانشگاه علامه طباطبایی تهران ـ کارشناس مسؤول تحول اداری شرکت مخابرات قزوین)
(alireza_gh2828@yahoo.com)

مجید برزگر
(کارشناس ارشد مدیریت صنعتی ـ دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین ـ معاون توسعه تجارت خارجی سازمان بازرگانی استان قزوین)
(barzegarmagid@yahoo.com)

فرایند سلسله مراتب تحلیلی (AHP) / برنامه‌ریزی آرمانی موزون (WGP)، برنامه‌ریزی آرمانی (GP)، آرمان (Goal)

چکیده

یکی از مهمترین مسائل در بنگاه‌های تولیدی که محصولات متنوعی را تولید می‌کنند و تقاضا برای آنها قطعی نیست تعیین مقدار تولید (ترکیب تولید) هر یک از آنهاست.

از آنجا که تصمیم‌گیری با توجه به چند عامل می‌تواند در نتایج حاصل موثر باشد لذا هنگامی که عوامل بیشتری مد نظر قرار گیرد، ترکیب مناسب‌تری از محصولات را نتیجه می‌دهد. هدف از انجام این تحقیق به‌کارگیری تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی با استفاده از رویکرد AHP جهت بهینه‌سازی ترکیب تولید می‌باشد به طوری که بتوان به نحو مطلوبی عوامل موثر در تصمیم‌گیری را دخالت داد.

عوامل موثر از طریق مشاهده، مطالعه، مصاحبه با کارشناسان و تهیه پرسشنامه شناسایی شدند و سپس اولویت‌بندی آنها نسبت به یکدیگر و اولویت‌بندی محصولات نسبت به هر عامل از طریق AHP مشخص شده است. در مرحله بعد با استفاده از محدودیت‌های جمع‌آوری شده و نتایج حاصل از AHP مسئله مورد نظر تحت ساختار برنامه‌ریزی آرمانی موزون مدلسازی و سپس از طریق نرم افزار Lindo حل گردید.

در انتها نیز جواب‌های به دست آمده از مدل با حل مسئله از برنامه‌ریزی آرمانی بدون استفاده از رویکرد AHP و نتایج حاصل از روش مورد استفاده در افته مورد مطالعه مقایسه شده است.

مقدمه

هر یک از وظایف سنتی مدیران مانند برنامه‌ریزی، سازماندهی، کنترل و ... جلوه‌هایی از تصمیم‌گیری هستند و در صورت کارا بودن تصمیم‌گیری که خود تابع عوامل مهمی چون موضوع تصمیم، فرد تصمیم‌گیرنده، زمان و ... می‌باشد، وظایف مدیران نیز به نحو مطلوب و موثر انجام خواهد شد و در نهایت بهره‌وری که عامل اصلی توانایی هر سازمان برای دستیابی به اهداف استراتژیک خود در درازمدت می‌باشد تحقق خواهد یافت. بنابراین طبیعی است زمانی که مدیران با عوامل زیاد و پیچیده روبرو می‌شوند عملاً این فرایند کند و دشوار می‌گردد. لذا لزوم تمرکز، بحث و جدل و رسیدن به توافق‌های عمومی و همچنین استفاده از ابزارهای مناسب تصمیم‌گیری از بروز اختلال در تصمیم‌گیری تا حد امکان جلوگیری می‌نماید. از جمله تصمیمات مهم مدیران تولید مشخص نمودن ترکیب بهینه تولید محصولات براساس دستیابی به تعداد مناسبی از اهداف مورد نظر است.

غالباً در چنین تصمیم‌گیری به چندین عامل از قبیل سودآوری بیشتر، کاهش موجودی و از این قبیل اکتفا می‌شود. این در حالیست که مدیریت بنا به نوع فعالیت سازمان با اهداف دیگری از قبیل دستیابی به جایگاه مناسب رقابتی در بازار، سهولت تأمین مواد، سهولت تأمین نیروی انسانی، افزایش مهارت نیروی انسانی و ... نیز مواجه می‌باشد که محاسبه و لحاظ آنها یا تقریباً غیرممکن است و یا با توجه به وضعیت کنونی شرکت بسیار هزینه‌زا و وقت‌گیر است. در نتیجه سازمان ممکن است از لحاظ آنها در تصمیم‌گیری صرف‌نظر نموده و یا اینکه بدون استفاده از ابزار مناسبی، قضاوت‌های شخصی تصمیم‌گیرندگان را در این تصمیم دخالت دهد که این امر می‌تواند به افزایش خطاهای ناشی از موضوع‌گیری‌های شخصی و یا خطاهای ادراکی و ... منجر گردد.

هدف اصلی این تحقیق ارائه یک مدل ریاضی متشکل از ادغام برنامه‌ریزی آرمانی موزون و رویکرد AHP جهت بهینه‌سازی ترکیب بهینه تولید محصولات در یک واحد صنعتی می‌باشد. به طوری که بتوان با تلفیق روش‌های مذکور اهداف بیشتری را در تعیین تولید لحاظ نمود و در این راه از نظرات گروه تصمیم‌گیری نیز به طور مناسب بهره‌مند شد.

۱. اهداف و سؤالات تحقیق

هدف اصلی این تحقیق ارائه مدلی برای تعیین ترکیب بهینه تولید محصولات، به منظور تخصیص منابع محدود و کسب حداکثر ارزش ممکن می‌باشد که این ارزش ناشی از اهداف متعددی مانند سودآوری، استفاده مناسب از مواد اولیه و ... به عنوان عوامل یا اهداف کمی و دسترسی به جایگاه رقابتی مناسب، جلب رضایت مشتری و ... به عنوان عوامل یا اهداف کیفی است.

از اهداف فرعی این تحقیق نیز می‌توان به شناسایی عوامل موثر بر اولویت‌بندی محصولات و تعیین درجه اهمیت آنها به منظور اعمال بررسی و تمرکز روی عوامل کلیدی و موثرتر اشاره کرد.

با توجه به دستیابی به اهداف فوق از طریق ارائه یک مدل ریاضی سئوالات تحقیق به صورت ذیل مطرح می‌شود:

۱. آیا از دو روش فرایند سلسله مراتبی تحلیل و برنامه‌ریزی آرمانی موزون جهت بهینه‌سازی ترکیب تولید می‌توان استفاده کرد؟

۲. آیا در اولویت‌بندی محصولات با توجه به معیار مورد نظر و اولویت‌بندی معیارها امکان بهره‌گیری از نظرات گروه فراهم می‌باشد؟

۳. آیا می‌توان با تلفیق رویکرد AHP و برنامه‌ریزی آرمانی موزون جهت بهینه‌سازی ترکیب تولید محصولات اهداف بیشتری را در نظر گرفت؟

۲. روش تحقیق

این تحقیق براساس مدلسازی انجام شده و برای تحقق هدف اصلی پژوهش از دو تکنیک تحقیق در عملیات استفاده می‌شود و از آنجایی که در علم تحقیق در عملیات ابتدا مدلسازی و سپس به حل آن اقدام می‌گردد، در این تحقیق نیز همین رویه اعمال گردیده است.

جهت گردآوری پارامترهای مدل نیز یک شرکت تولیدکننده مواد غذایی و ۱۲ محصول از آن انتخاب گردید.

لازم به ذکر است به دلیل محرمانه بودن ترکیب محصولات مورد مطالعه محققین مجاز به بیان اسامی محصولات شرکت و نام شرکت نیستند.

عوامل موثر بر اولویت‌بندی محصولات از طریق مشاهده، مطالعات کتابخانه‌ای و پرسشنامه‌ای که بدین منظور طراحی شده جمع‌آوری گردید و اولویت‌بندی محصولات نسبت به هر معیار (عامل) و اولویت‌بندی معیارها (عوامل) از نرم‌افزار Criterum

استفاده شد . ترکیب بهینه تولید از طریق حل مدل با نرم افزار Lindo حاصل شد و سپس نتایج حاصل با برنامه‌ریزی آرمانی بدون استفاده از رویکرد AHP و روش جاری شرکت (توافق جمعی با تشکیل جلسات مدیران و کارشناسان تولید) مقایسه و تحلیل گردید.

۳. مختصری درباره رویکرد AHP و برنامه‌ریزی آرمانی

۳-۱. رویکرد AHP

فرایند سلسله مراتبی تحلیل[۱] یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است و بنا به تعریف، AHP عبارتست از: یک روش تصمیم‌گیری که توسط آن می‌توان تصمیماتی که وابسته به معیارهای مختلف است را اتخاذ نمود. این رویکرد امکان فرموله کردن مسأله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسأله دارد.

این فرایند گزینه‌های مختلف در تصمیم‌گیری را دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد. علاوه بر این بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده، که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که مزایای ممتاز رویکرد در تصمیم‌گیری چند معیاره است. به علاوه از یک مبنای تئوریک قوی برخوردار بوده و براساس اصول بدیهی بنا نهاده شده است. این شیوه توانایی احساسات و منطق را در رابطه با موضوعات منعکس می‌سازد و سپس این قضاوت‌های مختلف را در قالب نتیجه‌ای با هم ترکیب می‌نماید که با انتظارات درونی ما همخوانی دارد.

AHP اولین بار توسط ساعتی[۲] (در اواخر دهه ۱۹۷۰) استاد دانشگاه پترزبورگ مطرح شد.

اساس این روش بر مقایسات زوجی[۳] نهفته است. تصمیم‌گیرنده کار خود را با فراهم آوردن درخت تصمیم[۴] آغاز می‌کند. درخت سلسله مراتب، عوامل مورد مقایسه (شاخص‌ها) و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد و سپس یکسری مقایسات زوجی انجام می‌پذیرد. این مقایسات زوجی وزن هر یک از فاکتورها را در راستای گزینه‌های رقیب مشخص می‌سازد. در نهایت منطق AHP به گونه‌ای ماتریس‌های حاصل از مقایسات زوجی را با همدیگر تلفیق می‌سازد که تصمیم بهینه حاصل آید.

۳-۲. برنامه‌ریزی آرمانی[۵]

برنامه‌ریزی آرمانی (GP) شاید از قدیمی‌ترین و پر استفاده‌ترین دیدگاه‌های موجود در الگوهای تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره باشد. برنامه‌ریزی آرمانی تلاش می‌کند تا منطق بهینه‌سازی را در برنامه‌ریزی ریاضی با خواست (تمایل) تصمیم‌گیرنده جهت ارضاء چندین هدف ترکیب نماید. سرآغاز برنامه‌ریزی آرمانی را از مقاله‌ای که توسط «چارنز، کوپر و فرگوسن»[۶] در ۱۹۵۵ انتشار یافت می‌دانند. تا اواسط دهه هفتاد کاربردهای برنامه‌ریزی آرمانی نسبتاً کم بودند لیکن از آن زمان تاکنون کارهای بنیادی در این مقوله توسط «لی»، «ایکنیزیو»، «ایجیری»، «رومرو» و ... صورت پذیرفته است. مدل کلی برنامه‌ریزی آرمانی، مدل ریاضی خطی می‌باشد که حصول بهینه اهداف را در محیط تصمیم‌گیری داده شده جستجو می‌کند.

محیط تصمیم‌گیری مفاهیم پایه شامل محدودیت‌های سیستمی و آرمانی، متغیرهای تصمیم و تابع هدف[۷] را مشخص می‌سازد.

به عبارت دیگر برنامه‌ریزی آرمانی، راه حرکت همزمان به سوی چندین هدف را نشان می‌دهد. مبنای کار چنین است که برای هر کدام از هدف‌ها، عدد مشخصی به عنوان آرمان[۸] تعیین و تابع هدف مربوط به آن فرموله می‌گردد، آن‌گاه جوابی جستجو می‌شود که مجموع (وزنی) انحرافی هر هدف نسبت به آرمانی که برای همان هدف تعیین شده است را حداقل نماید.

برنامه‌ریزی آرمانی موزون[۹] یکی از انواع برنامه‌ریزی آرمانی (موزون، لکسیکوگرافیک[۱۰]، Minmax GP و فازی[۱۱]) می‌باشد که در آن انحرافات ناخواسته بر اساس اهمیت نسبی‌شان وزن‌دهی شده و سعی بر این است که مجموع آنها حداقل گردد.

۳-۳. تعیین نقاط ضعف و قوت برنامه‌ریزی آرمانی (موزون) و AHP

برنامه‌ریزی آرمانی موزون ابزاری توانا در زمینه لحاظ چندین عامل به طور همزمان در تصمیم‌گیری می‌باشد و این در حالی است که محدودیت‌های سیستمی را نیز به طور مناسب در نظر می‌گیرد. از جمله مواردی که در این مدل باید توجه نمود، نحوه

اولویت‌بندی محدودیت‌های آرمانی (اهداف) و یا ضریب جریمه‌ای است که برای هر انحراف قائل می‌شویم که این برنامه‌ریزی به تنهایی قادر به انجام این مهم نمی‌باشد. از طرف دیگر استفاده از عوامل یا معیارهای کیفی و ناملموس خارج از توانایی این برنامه‌ریزی می‌باشد لذا تلفیق با AHP یک ابزار مکملی که بتواند نقاط کمبود برنامه‌ریزی آرمانی موزون را پوشش دهد می‌تواند مدل مناسبی را برای تصمیم‌گیری‌های سازمان منجمله بهینه‌سازی ترکیب تولید فراهم نماید. لازم به ذکر است که رویکرد AHP نیز نمی‌تواند برای تصمیم‌گیری‌هایی نظیر تعیین ترکیب محصولات یک ابزار کاملی باشد. علت این مطلب در نظر نگرفتن محدودیت‌هایی نظیر بودجه، مواد و ... در تصمیم‌گیری و عدم توانایی در انتخاب یا اولویت‌بندی گزینه‌های به تعداد زیاد می‌باشد. بنابراین استفاده از دو ابزار با یکدیگر می‌تواند نقاط ضعف یکدیگر را پوشش دهد و علاوه بر آن از نقاط قوت یکدیگر نیز استفاده نماید.

۴. تلفیق برنامه‌ریزی آرمانی موزون و رویکرد AHP

با توجه به نقاط قوت و ضعف هر یک از دو تکنیک، مدل زیر جهت استفاده از مزایای هر دو روش و پوشش نقاط ضعف آنها ارائه می‌گردد

$$\min mizZ = \sum_{k=1}^{K} \left(W_k d_i^+ + W_k d_i^-\right) \qquad \{K = 1,2,\ldots,K\}$$

$$s.t = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j + d_i^+ - d_i^- = b_i \qquad \{i = 1,2,\ldots,m\}\{j = 1,2,\ldots,n\}$$

و سایر محدودیت‌های سیستمی

$$X_j, d_i^+, d_i^- \geq 0$$

W_i = وزن حاصل شده از اولویت‌بندی اهداف با یکدیگر به کمک AHP.

d_i^- = انحرافات منفی و مثبت از آرمان iام

a_{ij} = ضریب تکنولوژیکی x_j هدف iام که حاصل اولویت‌بندی محصولات نسبت به یکدیگر با توجه به معیار (هدف) iام می‌باشد که از طریق AHP بدست می‌آید.

b_i مقدار : آرمان تعیین شده در محدودیت آرمانی i

۵. جمع‌آوری اطلاعات

۵-۱. جمع‌آوری عوامل موثر (معیارها)

جهت جمع‌آوری عوامل موثر در مقدار تولید محصولات که منجر به اولویت‌بندی محصولات نیز می‌گردد، نخست از طریق مشاهده، مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با کارشناسان و مسئولین تعدادی از عوامل مشخص گردید. در ادامه از طریق پرسشنامه‌ای که به همین منظور تهیه گردید عوامل نهایی انتخاب شدند این کار بر اساس روش دلفی استوار بود و از پاسخ‌دهنده خواسته شد تا به عوامل جمع‌آوری شده نمرات ۱ تا ۱۰ را تخصیص دهند و اگر عامل و عوامل دیگری را نیز موثر می‌دانند به این مجموعه اضافه و نمرات ۱ تا ۱۰ را به آن تخصیص دهند. در نهایت عواملی به عنوان عوامل نهایی انتخاب شدند که میانگین آنها ۷ و بیشتر از ۷ بود. (جدول ۱)

۵-۲. تعیین اولویت‌ها

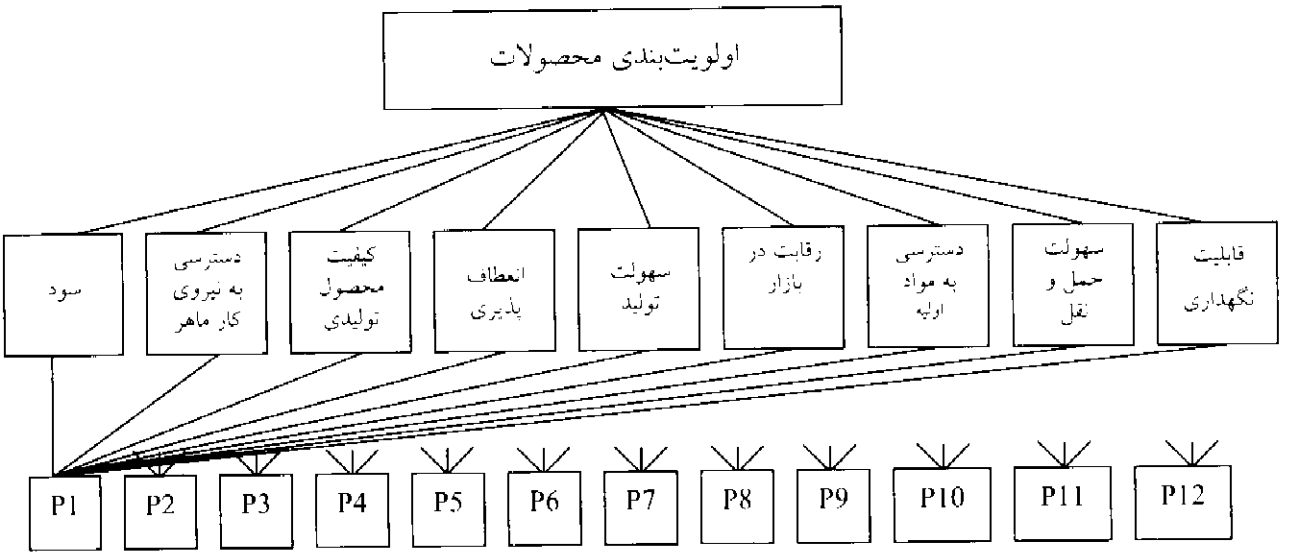
قدم‌های لازم مورد نیاز از طریق رویکرد AHP عبارتند از:

الف) ترسیم درخت سلسله‌مراتب تصمیم

سلسله‌مراتب تصمیم شامل هدف تصمیم، معیارها و گزینه‌ها می‌باشد که در اینجا اولویت‌بندی محصولات به عنوان هدف تصمیم‌گیری، عوامل موثر جمع‌آوری شده، معیارها و ۱۲ محصول منتخب گزینه‌های تصمیم‌گیری را تشکیل می‌دهند. از آنجا که حداکثر تعداد قابل قبول معیارها در AHP ۷±۲ است هر ۹ عامل به عنوان معیارهای اولویت‌بندی در نظر گرفته شدند.

جدول ۱- عوامل نهایی جمع‌آوری شده

عامل	سود	دسترسی به نیروی کار ماهر	انعطاف پذیری	سهولت تولید	کیفیت محصول تولیدی	قابلیت نگهداری	سهولت حمل و نقل	رقابت در بازار	دسترسی به مواد اولیه
میانگین	۹/۳۶	۷/۱۰	۷/۰۵	۷/۵۸	۸/۶۳	۸/۴۲	۷/۱۰	۸/۸۹	۷/۰۵



نمودار ۱

نمودار (۱) درخت سلسله مراتب را نشان می‌دهد.

ب) مقایسه معیارهای تصمیم‌گیری و گزینه‌ها نسبت به معیار

اساس AHP در مقایسات زوجی نهفته است و این مقایسات مبنایی را برای تعیین اولویت ایجاد می‌نماید. روش معمول برای انجام مقایسات زوجی استفاده از مقیاس ۹-۱ می‌باشد.

ولی این مقیاس نیز مشکلات خاص خود را دارد. از جمله این مشکلات می‌توان به دو مورد زیر اشاره کرد:

۱. تعیین درجه اهمیت بین دو عنصر همواره امکان‌پذیر نیست. مانند تعیین میزان ارجحیت بوی دو گل.

۲. در صورت امکان تعیین درجه اهمیت وجود تعداد سوالات زیاد امکان بهره‌گیری از نظرات را به طور مناسب میسر نمی‌سازد.

با توجه به این مشکلات مذکور «نسا ال وو»[۱۲] به این نکته بسیار ظریف و حساس از لحاظ کاربری توجه کرده و در کوششی برای رفع این مشکل متدولوژی زیر را مطرح ساخته است.

۱. مسئله در چارچوب سلسله مراتب توماس ال ساعتی فرموله می‌شود.

۲. داده‌های اولیه بنا می‌شود، به این ترتیب که پاسخ‌دهندگان تمام معیارها و نیز کلیه آلترناتیوها در رابطه با معیارها را رتبه‌بندی می‌کنند.

۳. ماتریس احتمال ترجیحات محاسبه می‌شود. به این ترتیب که داده‌های رتبه‌بندی شده مرحلهٔ دوم برای تولید احتمال θ به شرح زیر به کار برده می‌شود.

$$\theta = \{\theta_{ij}\} = \{P(A_i > A_j)\}$$

که در آن A_i صفت j و A_j صفت i، $P(A_i > A_j)$ احتمال اینکه صفت i به صفت j ترجیح داشته باشد.

ماتریس احتمالات ترجیحی به گونه‌ای تنظیم می‌شود که:

برای عناصر قطری $P(A_i > A_j) = ۱ - P(A_j > A_i)$

یا $\theta_{ij} = ۱ - \theta_{ji}$

۴. تمام عناصر ماتریس احتمال مرحله ۳، با استفاده از فرمول زیر (۱-۱) که به بزرگترین مقدار ویژه آیگن منتهی می‌شود، به ماتریس مقایسات دو به دویی تبدیل می‌شود.

رابطه (۱-۱) $a_{ij} = e^{(\tau\theta_{ij} - ۱)}$

که در آن a_{ij} ترجیح نسبی صفت i به صفت j، θ_{ij} احتمال ترجیح i به صفت j است. همچنین رابطه (۱-۲) به‌گونه‌ای است که:

رابطه (۱-۲) $a_{ij} = ۱/a_{ji}$

یعنی دو شرط لازم برای ماتریس مقایسات زوجی مدل AHP کاملاً برقرار است.

۵. تمام وزن‌های نرمال شده مرحله قبل به صورت ریاضی تلفیق شده تا وزن نرمال شده نهایی برای اولویت‌های گزینه‌های تصمیم‌گیری به دست آید.

لازم به ذکر است علاوه بر متدولوژی فوق که مقایسه بین دو عامل فقط در دو وضعیت لحاظ شده است. (ترجیح A بر B و B بر A) حالت تساوی آن نیز در تحقیق دیگر توسط آقای دکتر مشیری صورت پذیرفت که رابطه (۳-۱) شق سوم تصمیم‌گیری را نمایش می‌دهد. (حالت C تساوی بین دو عامل را نشان می‌دهد)

$$A_{ij} = \frac{A + C}{A + B + 2C}$$ رابطه (۳-۱)

۳-۵. تعیین محدودیت‌های سیستمی و پارامترهای آنها

همان‌طور که می‌دانیم قسمتی از مدل برنامه‌ریزی آرمانی موزون را محدودیت‌های سیستمی تشکیل می‌دهد. محدودیت‌ها قیودی هستند که دستیابی به اهداف را محدود می‌کند، در بسیاری از مسائل، منابع موجود میزان تولید محصولات را محدود می‌نمایند. معمولاً محدودیت‌های دیگری نیز بنا به ماهیت مسئله تأثیرگذار هستند. از جمله این محدودیت‌ها که در این تحقیق در نظر گرفته شد، شامل محدودیت مواد، توان تولیدی بنگاه و تقاضا می‌باشد. پارامترهای مربوط به آنها نیز از طریق بررسی اطلاعات داخلی شرکت و اطلاعات ارسالی از واحدهای مختلف نظیر حسابداری صنعتی، انبارها، سالن‌های تولیدی، بازاریابی و برنامه‌ریزی تولید حاصل شدند.

۴-۵. تعریف آرمان‌ها

آرمان، عبارتست از یک وضعیت یا کمیت مشخص در زمان و مکان که تصمیم‌گیرنده درصدد دسترسی به آن است. مقادیر مربوط به این آرمان‌ها از طریق رایزنی با افراد متخصص و صاحب‌نظر حاصل می‌گردد و یا در مورد بعضی موارد مثل سهم بازار شرکت‌ها و ... از برنامه‌های جامع شرکت‌ها استخراج می‌گردند.

در این تحقیق با توجه به نوع جهت انحرافاتی که به دست آمد و با توجه به رایزنی با افراد مسئول افته مورد تحقیق میزان هر یک از آرمان‌ها مشخص گردید.

۶. مدل تلفیقی (برنامه‌ریزی آرمانی موزون و AHP) برای افته مورد مطالعه

با عنایت به جمع‌آوری اطلاعات لازم برای تخصیص پارامترها شامل محدودیت‌ها، اولویت‌بندی‌های معیارها و ... مدلسازی افته جهت آزمایش مدل طراحی شده به طور کامل به صورت زیر می‌باشد:

$$MIN z = ۱۴/۴d_1^- + ۷/۵d_2^- + ۸/۶d_3^- + ۱۳/۱d_4^- + ۱۴/۷d_5^- + ۱۲/۴d_6^- + ۱۰/۴d_7^- + ۸/۵d_8^- + ۱۰/۴d_9^-$$

Subject to

۱) محدودیت آرمانی رقابت در بازار

$$۲/۴X_1 + ۱/۲۷X_2 + ۱/۵۷X_3 + ۰/۹۵X_4 + ۰/۸۲X_5 + ۱/۴۴X_6 + ۰/۸۶X_7 + ۱/۱۵X_8 + ۱/۵۱X_9 + ۰/۰۲X_{10} + ۰/۶۶X_{11} + ۰/۷۹X_{12} + d_1^- - d_1^+ = ۷۲۴۴۱۱۶$$

۲) محدودیت آرمانی سهولت حمل و نقل

$$۰/۷۲X_1 + ۰/۶۹X_2 + ۰/۶۳X_3 + ۰/۶X_4 + ۰/۲۹X_5 + ۰/۶۵X_6 + ۰/۶۸X_7 + ۰/۵۹X_8 + ۰/۶۷X_9 + ۰/۵۱X_{10} + ۰/۵۱X_{11} + ۰/۷۳X_{12} + d_2^- - d_2^+ = ۳۵۰۰۰۰$$

۳) محدودیت آرمانی قابلیت نگهداری

$$۸X_1 + ۸X_2 + ۴X_3 + ۸X_4 + ۸X_5 + ۸X_6 + ۸X_7 + ۸X_8 + ۱۶X_9 + ۸X_{10} + ۸X_{11} + ۸X_{12} + d_3^- - d_3^+ = ۳۸۶۹۱۰۰۰$$

۴) محدودیت آرمانی کیفیت محصول

$$۱/۴۵X_1 + ۱/۰۹X_2 + ۱/۴X_3 + ۱/۱۵X_4 + ۰/۸۲X_5 + ۱/۴۲X_6 + ۰/۸۵X_7 + ۱/۰۶X_8 + ۱/۳۶X_9 + ۱/۰۲X_{10} + ۰/۷۳X_{11} ۰/۷۵X_{12} + d_4^- \quad d_4^+ = ۵۲۴۷۰۰۰$$

۵) محدودیت آرمانی سود

$$۲/۳۹X_1 + ۱۷۴۸X_2 + ۳۸۷۷۱X_3 + ۲/۳۹X_4 + ۰/۲۹X_5 + ۰/۲۷X_6 + ۱۰/۴۷X_7 + ۰/۲۴X_8 + ۲/۷۷X_9 + ۳/۳۶X_{10} + ۳۳/۰۶X_{11} + ۲/۵۵X_{12} + d_5^- - d_5^+ = ۷۰۳۵۰۰$$

۶) محدودیت آرمانی دسترسی به نیروی کار ماهر

$$۱/۳۲X_1 + ۱/۰۶X_2 + ۱/۱۹X_3 + ۱/۱X_4 + ۰/۷۷X_5 + ۱/۳۷X_6 + ۰/۸۷X_7 + ۱/۱۱X_8 + ۱/۳۴X_9 + ۰/۹۶X_{10} + ۰/۶۶X_{11} + ۰/۸X_{12} + d_6^- - d_6^+ = ۵۲۷۰۰۰۰$$

۷) محدودیت آرمانی قابلیت دسترسی به مواد اولیه

$$۱/۴۷X_1 + ۰/۸۷X_2 + ۱/۱۷X_3 + ۰/۸۲X_4 + ۱۰/۵۱X_5 + ۱/۰۸X_6 + ۰/۷۱X_7 + ۰/۸۱X_8 + ۱/۰۳X_9 + ۰/۸X_{10} + ۰/۵۹X_{11} + ۰/۵۲X_{12} + d_7^- - d_7^+ = ۲۸۵۰۰۰$$

۸) محدودیت آرمانی انعطاف‌پذیری

$$۰/۹۴X_1 + ۰/۷X_2 + ۰/۹۱X_3 + ۰/۷۴X_4 + ۰/۵۳X_5 + ۰/۸۸X_6 + ۰/۶۱X_7 + ۰/۷۶X_8 + ۰/۸۲X_9 + ۰/۵۷X_{10} + ۰/۴۸X_{11} + ۰/۵X_{12} + d_8^- - d_8^+ = ۳۸۵۰۰۰۰$$

۹) محدودیت آرمانی سهولت تولید

$$۱/۳۲X_1 + ۰/۹۷X_2 + ۱/۰۲X_3 + ۰/۸X_4 + ۰/۵۱X_5 + ۱/۱۴X_6 + ۰/۷۴X_7 + ۰/۹۲X_8 + ۱/۰۶X_9 + ۰/۸۱X_{10} + ۰/۴۹X_{11} + ۰/۶۲X_{12} + d_9^- - d_9^+ = ۵۰۰۰۰۰۰$$

۱۰) محدودیت ماده M1

$$۲۰۳X_1 + ۱۰۸۵X_2 + ۳۵۷۰X_3 + ۱۷۴X_4 + ۹X_5 + ۱۱۴X_{12} \leq ۵۶۲۰۰۰۰۰$$

۱۱) محدودیت ماده M2

$$۱۴/۵X_۱ + ۷۷/۵X_۲ + ۲۵۵X_۳ + ۱۱/۶X_۴ + ۰/۶X_۵ + ۵/۵X_۶ + ۳۹/۲X_۷ + ۰/۶X_۸ + ۱۷X_۹ + ۲۶/۸X_{۱۰} + ۲۰۴X_{۱۱} + ۱۵/۲X_{۱۲} \le ۶۴۰۰۰۰۰۰$$

۱۲) محدودیت ماده M3

$$۱۴/۵X_۱ + ۷۷/۵X_۲ + ۲۵۵X_۳ + ۱۴/۵X_۴ + ۰/۷۵X_۵ + ۱۹X_{۱۲} \le ۴۱۰۰۰۰۰۰$$

۱۳) محدودیت ماده M4

$$۵/۸X_۱ + ۳۱۰X_۲ + ۱۰۲X_۳ + ۵/۸X_۴ + ۰/۳X_۵ + ۲/۲X_۶ + ۲/۹X_۷ + ۳/۸X_۸ + ۸۵X_۹ + ۱۳۴X_{۱۰} + ۱۰۲۰X_{۱۱} + ۷/۶X_{۱۲} \le ۹۱۰۰۰۰۰۰$$

۱۴) محدودیت ماده M5

$$۲/۹X_۱ + ۱۵/۵X_۲ + ۵۱X_۳ + ۴/۹X_۴ + ۰/۱۵X_۵ + ۱/۱X_۶ + ۹/۸X_۷ + ۰/۳X_۸ + ۸/۵X_۹ + ۱۳/۴X_{۱۰} + ۱۰۲X_{۱۱} + ۳/۸X_{۱۲} \le ۱۵۶۰۰۰۰۰$$

۱۵) محدودیت ماده M6

$$۰/۸۷X_۱ + ۴/۶۵X_۲ + ۱۵/۳X_۳ + ۰/۸۸X_۴ + ۰/۰۴۵X_۵ + ۵/۵X_۷ + ۰/۷۶X_{۱۲} \le ۲۵۵۰۰۰۰$$

۱۶) محدودیت ماده M7

$$۰/۵۸X_۱ + ۳/۱X_۲ + ۱۰/۲X_۳ + ۰/۵۸X_۴ + ۰/۰۳X_۵ + ۰/۲۲X_۶ + ۰/۷۶X_{۱۲} \le ۱۶۲۰۰۰۰$$

۱۷) محدودیت ماده M8

$$۰/۱۴۵X_۱ + ۰/۷۷۵X_۲ + ۲/۵۵X_۳ + ۰/۱۴۵X_۴ + ۰/۰۰۷۵X_۵ + ۰/۰۵۵X_۷ + ۰/۱۹X_{۱۲} \le ۴۱۲۰۰۰$$

۱۸) محدودیت ماده M9

$$۰/۱۴۵X_۱ + ۰/۷۷۵X_۲ + ۲/۵۵X_۳ + ۰/۱۵۵X_۴ + ۰/۰۰۸۵X_۵ + ۰/۰۵۵X_۷ + ۰/۱۹X_{۱۲} \le ۴۱۰۰۰۰$$

۱۹) محدودیت ماده M10

$$۰/۲۹X_۱ + ۱/۵۵X_۲ + ۵/۱X_۳ + ۰/۲۹X_۴ + ۰/۳X_۵ + ۰/۱۱X_۶ + ۰/۳۸X_{۱۲} \le ۱۱۰۰۰۰۰$$

۲۰) محدودیت ماده M11

$$۲۲۰/۵X_۱ + ۶/۷۵X_۲ + ۱۹۱/۲۵X_۴ + ۳۰۱/۵X_{۱۱} + ۲۲۹۵X_{۱۲} \le ۱۶۴۵۰۰۰۰۰$$

۲۱) محدودیت ماده M12

$$۰/۹۸X_۱ + ۰/۰۳X_۳ + ۰/۸۵X_۵ + ۱/۳۴X_{۱۱} + ۱۰/۲X_{۱۲} \le ۷۲۰۰۰۰$$

۲۲) محدودیت ماده M13

$$۰/۵۸X_۴ + ۰/۰۳X_۵ + ۱۲/۷۵X_۹ \le ۵۵۰۰۰۰$$

۲۳) محدودیت ماده M14

$$۰/۳۸X_{۱۱} \le ۱۴۱۰۰$$

۲۴) محدودیت تقاضا $X_۱ \ge ۱۶۸۰۰۰۰$

۲۵) $X_۲ \ge ۱۵۰۰۰۰$

۲۶) $X_۳ \ge ۴۰۰۰$

۲۷) $X_۴ \ge ۹۶۰۰۰$

۲۸) $X_۵ \ge ۷۵۰۰۰۰$

۲۹) $X_۶ \ge ۱۸۰۰۰$

۳۰) $X_۷ \ge ۴۸۰۰۰۰$

۳۱) $X_۸ \ge ۱۲۰۰۰۰۰$

۳۲) $X_۹ \ge ۳۶۰۰۰$

۳۳) $X_{۱۰} \ge ۹۶۰۰۰$

۳۴) $X_{۱۱} \ge ۵۰۰۰$

۳۵) $X_{۱۲} \ge ۳۶۰۰۰$

۳۷) محدودیت عرضه $X_۱ \le ۱۷۷۶۰۰۰$

۳۸) $X_۲ \le ۱۸۰۰۰۰$

۳۹) $X_۳ \le ۵۰۰۰$

۴۰) $X_۴ \le ۱۱۷۶۰۰$

۴۱) $X_۵ \le ۸۴۰۰۰۰$

۴۲) $X_۶ \le ۲۱۰۰۰$

۴۳) $X_۷ \le ۵۰۴۰۰۰$

۴۴) $X_۸ \le ۱۳۸۰۰۰۰$

۴۵) $X_۹ \le ۴۲۰۰۰$

۴۶) $X_{۱۰} \le ۱۱۲۰۰۰$

۴۷) $X_{۱۱} \le ۵۵۰۰$

۴۸) $X_{۱۲} \le ۴۲۰۰۰$

and integer $d_i^-, d_i^+ \ge ۰ \quad i = ۱,۲,...,۹ \quad j = ۱,۲,...,۲$

$X_j \ge ۰$ (تعداد تولید محصول jام در ماه شهریور)

همان طور که ملاحظه می‌شود مدل مذکور یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی موزون عدد صحیح می‌باشد.

۷. حل مدل

از طریق نرم افزار Lindo مدل حاصل برای تعیین کمیت هر یک از متغیرها حل گردید که جدول (۲) نتایج حاصل را نمایش می‌دهد.

جدول ۲- نتایج حاصل از حل مدل

محصول	مقدار حاصل	هدف	انحراف منفی از آرمان	انحراف مثبت از آرمان
P1	۱/۷۲۶/۴۴۸	سود	۰	۶۶۶۶۲۱/۵
P2	۱۵۰/۰۰۰	رقابت در بازار	۰	۰/۷۶۹
P3	۴/۰۰۰	کیفیت محصول تولیدی	۰	۷۷۱۹/۷
P4	۹۶/۰۰۰	دسترسی به نیروی کار ماهر	۰	۲۶۱/۵
P5	۸۴۰/۰۰۰	سهولت در حمل و نقل	۴۶۵۶۹۷/۴	۰
P6	۲۱/۰۰۰	دسترسی آسان به مواد اولیه	۱۰۵۸۰۱/۲	۰
P7	۴۸۰/۰۰۰	سهولت تولید	۳۳۹۴۳۸/۵	۰
P8	۲/۱۳۱/۰۰۰	قابلیت نگهداری	۰	۳۸۳/۸
P9	۳۶/۰۰۰	انعطاف‌پذیری	۱۸۹۲۱۸/۹	۰
P10	۹۶/۰۰۰			
P11	۵/۰۰۰			
P12	۳۶/۰۰۰			

۸. تحلیل یافته‌های تحقیق

۸-۱ بررسی نتایج حاصل از روش دلفی (پرسشنامه ۱)

عوامل حاصل از پرسشنامه ۱ که بر مبنای روش دلفی استوار بود و به عنوان معیارهای تصمیم‌گیری نیز تلقی می‌شدند عبارت بودند از: سود، رقابت در بازار، کیفیت محصول تولیدی، سهولت حمل و نقل، دسترسی به مواد اولیه، سهولت تولید، انعطاف‌پذیری، دسترسی به نیروی کار ماهر و قابلیت نگهداری.

تنها عاملی که در این مرحله فاقد امتیاز لازم بود، حفظ محیط زیست بود که این امر می‌تواند به دلیل این باشد که فرایند تولید محصولات منتخب، آلودگی قابل توجهی را به همراه ندارد و یا در صورت ایجاد آلودگی، احساس مسئولیتی در خصوص حفظ محیط زیست به وجود نخواهد آمد.

با توجه به عوامل جمع‌آوری شده می‌توان گفت که از طریق پرسشنامه مبتنی بر روش دلفی هدف دوم تحقق یافت.

۸-۲ بررسی نتایج حاصل از فرایند سلسله‌مراتبی فرایند

همان‌طور که ملاحظه گردید برای تحقق هدف سوم از فرایند سلسله‌مراتبی تحلیل استفاده شد. در مصاحبه با مسئولین شرکت مشخص شد که سودآوری مهمترین عاملی است که منجر به برتری محصولات نسبت به یکدیگر می‌شود. در اولویت بعدی رقابت در بازار قرار داشت و با توجه به وجود شرکت‌های متنوع در زمینه تولید محصولات مشابه و روند رو به رشد تأسیس شرکت‌های رقیب با استفاده از فن‌آوری پیشرفته و مناسب توسط این‌گونه شرکت‌ها طبیعی می‌نمود که غفلت از آن اثرات جبران‌ناپذیری را می‌تواند برای این شرکت به دنبال داشته باشد.

در اولویت‌های بعدی، کیفیت محصول تولیدی، دسترسی به نیروی کار ماهر، سهولت تولید، دسترسی آسان به مواد اولیه، قابلیت نگهداری، انعطاف‌پذیری و سهولت حمل و نقل قرار داشتند و این طور مشاهده شد که عامل سهولت حمل و نقل از پایین‌ترین اولویت برخوردار بود. لازم به ذکر است که عوامل سهولت تولید و دسترسی آسان به مواد اولیه دارای یک اولویت بودند و همچنین قابلیت نگهداری و انعطاف‌پذیری با اختلاف ناچیزی (۰/۰۰۱) در اولویت‌های ششم و هفتم قرار داشتند.

در قسمت بعدی رویکرد AHP، اولویت‌بندی محصولات منتخب با توجه به هر عامل به دست آمدند. در این قسمت محصولات به کمک مقایسات زوجی با توجه به هر عامل توسط متخصصین و مسئولین شرکت اولویت‌بندی گردیدند، که در اکثر اولویت‌بندی‌ها محصول P۳ و P۱ در اولویت اول قرار داشت و محصول P۵ در اولویت آخر.

جدول ۳- اولویت‌بندی محصولات نسبت به هر معیار

معیار / محصول	سود		دسترسی به نیروی انسانی		دسترسی آسان به مواد اولیه		کیفیت محصول تولیدی		انعطاف پذیری		سهولت تولید		رقابت در بازار		سهولت حمل و نقل		قابلیت نگهداری	
	رتبه	وزن	رتبه	وزن	رتبه	وزن	رتبه	وزن	رتبه	وزن	رتبه	وزن	رتبه	وزن	رتبه	وزن	رتبه	وزن
P1	۷	۰/۰۲۳۹	۳	۱/۳۲	۱	۱/۴۷	۱	۱/۴۵	۱	۰/۹۴	۱	۱/۲۲	۱	۲/۴	۲	۰/۷۳	۲	۰/۰۸
P2	۳	۰/۱۱۴۸	۶	۱/۰۶	۵	۰/۸۷	۶	۱/۰۹	۷	۰/۷	۵	۰/۹۷	۵	۱/۲۷	۳	۰/۶۹	۹	۰/۰۸
P3	۱	۰/۲۷۷۱	۴	۱/۱۹	۲	۱/۱۷	۳	۱/۴	۲	۰/۹۱	۴	۱/۰۲	۲	۱/۵۷	۷	۰/۶۳	۱۲	۰/۰۴
P4	۸	۰/۰۲۳۹	۷	۱/۱	۶	۰/۸۲	۵	۱/۱۵	۶	۰/۷۴	۸	۰/۸	۷	۰/۹۵	۸	۰/۶	۴	۰/۰۸
P5	۱۰	۰/۰۰۲۹	۱۱	۰/۷۷	۱۲	۰/۵۱	۱۰	۰/۸۲	۱۰	۰/۵۳	۱۱	۰/۵۱	۹	۰/۹۲	۱۲	۰/۴۹	۵	۰/۰۸
P6	۱۱	۰/۰۰۲۷	۱	۱/۳۷	۳	۱/۰۸	۲	۱/۴۲	۳	۰/۸۸	۲	۱/۱۴	۴	۱/۴۴	۶	۰/۶۵	۶	۰/۰۸
P7	۹	۰/۰۰۴۷	۹	۰/۸۷	۹	۰/۷۱	۹	۰/۸۵	۸	۰/۶۱	۹	۰/۷۴	۱۰	۰/۸۶	۴	۰/۶۸	۷	۰/۰۸
P8	۱۲	۰/۰۰۲۴	۵	۱/۱۱	۷	۰/۸۱	۷	۱/۰۶	۵	۰/۷۶	۶	۰/۹۲	۶	۱/۱۵	۹	۰/۵۹	۸	۰/۰۸
P9	۵	۰/۰۲۷۷	۲	۱/۳۴	۴	۱/۰۳	۴	۱/۳۶	۴	۰/۸۲	۳	۱/۰۶	۳	۱/۵۱	۵	۰/۶۷	۱	۰/۱۶
P10	۴	۰/۰۳۳۶	۸	۰/۹۶	۸	۰/۸	۸	۱/۰۲	۹	۰/۵۷	۷	۰/۸۱	۸	۰/۹۲	۱۱	۰/۵۱	۱۱	۰/۰۸
P11	۲	۰/۲۲۰۶	۱۲	۰/۶۶	۱۱	۰/۵۴	۱۲	۰/۷۳	۱۲	۰/۴۸	۱۲	۰/۴۹	۱۲	۰/۶۶	۱۰	۰/۵۱	۱۰	۰/۰۸
P12	۶	۰/۰۲۵۵	۱۰	۰/۸	۱۰	۰/۵۹	۱۱	۰/۷۵	۱۱	۰/۵	۱۰	۰/۶۲	۱۱	۰/۷۹	۱	۰/۸۳	۳	۰/۰۸

جدول ٤- اولویت‌بندی معیارها نسبت به یکدیگر

عامل	سود	رقابت در بازار	کیفیت محصول تولیدی	دسترسی به نیروی کار ماهر	سهولت تولید	دسترسی به مواد اولیه	قابلیت نگهداری	انعطاف پذیری	سهولت حمل و نقل
رتبه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
وزن	۱۴/۷	۱۴/۴	۱۳/۱	۱۲/۴	۱۰/۴	۱۰/۴	۸/۶	۸/۵	۷/۵

رتبه‌بندی نهایی محصولات که در اثر تلفیق اولویت‌بندی محصولات نسبت به هر عامل و اولویت‌بندی معیارها با یکدیگر ایجاد گردید که در جدول (۳) و (۴) آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود P۳ در اولویت اول قرار دارد.

بدین ترتیب محققین به هدف سوم تحقیق که اولویت‌بندی معیارها و محصولات نسبت به هر عامل بود دست یافتند.

۳-۸ بررسی نتایج مدل برنامه‌ریزی آرمانی موزون با استفاده از رویکرد AHP

همان‌طور که ملاحظه می‌شود اولویت‌بندی محصولات نسبت به معیارها به صورت اوزان نمایان می‌گردد. این وزن‌ها به عنوان ضریب متغیرها در هر محدودیت آرمانی که نشانگر یک هدف می‌باشند قرار داده شدند و در ضمن با استفاده اوزان حاصل شده از اولویت‌بندی معیارها در مدل به هر متغیر انحراف، وزن متناظر خویش تخصیص داده شد. پارامترهای محدودیت‌های سیستمی نیز با استفاده از مشاهده، مصاحبه، بررسی اطلاعات جمع‌آوری شده از واحدهای مختلف شرکت به دست آمدند. با مجموع موارد فوق و تعریف متغیرهای عدد صحیح، مدل برنامه‌ریزی آرمانی موزون عدد صحیح به دست آمد.

بدین طریق محققین مدلی را که ترکیب بهینه محصولات را با توجه به اهداف متعدد کمی و کیفی و لحاظ نمودن محدودیت‌های سیستمی تعیین می‌نماید، و همچنین حداکثر ارزش ممکنه را با توجه به نظرات مدیران، مسئولین و متخصصین شرکت حاصل می‌نماید به دست آورد و به این ترتیب به هدف اصلی تحقیق دست یافته شد و به سوال اول تحقیق نیز که عبارت بود از اینکه «آیا از دو روش فرایند

سلسله‌مراتبی تحلیل و برنامه‌ریزی آرمانی موزون جهت بهینه‌سازی ترکیب تولید می‌توان استفاده کرد؟» پاسخ داده شد.

برای تشریح بیشتر کارایی مدل تحقیق، محققین آن را با برنامه‌ریزی آرمانی بدون استفاده از رویکرد AHP و در نهایت با برنامه‌ریزی فعلی افته مورد مطالعه مقایسه نموده‌اند.

بررسی نتایج مدل تحقیق در مقایسه با برنامه‌ریزی آرمانی بدون استفاده از رویکرد AHP در بهینه‌سازی ترکیب تولید بررسی می‌شود. همان‌طور که بیان شد رویکرد AHP یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است و امکان در نظر گرفتن معیارهای کیفی و ناملموس را، علاوه بر معیارهای کمی در امر تصمیم‌گیری (بهینه‌سازی ترکیب تولید) فراهم می‌نماید و به دلیل برخورداری از یک مبنای تئوریکی قوی که براساس اصول بدیهی بنا شده است می‌تواند در برنامه‌ریزی آرمانی مورد استفاده قرار گیرد و بدین وسیله اهداف بیشتری در جهت بهینه‌سازی ترکیب محصولات منتخب لحاظ شود. مدلسازی افتهٔ مورد مطالعه با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی بدون استفاده از رویکرد AHP به صورت زیر می‌باشد.

$$Minz = p_1(d_1^-) + p_2(d_2^-)$$

1)

$$۸۹X_1 + ۴۲۷X_2 + ۱۴۴۰X_3 + ۸۹X_4 + ۱۱X_5 + ۱۰X_6 + ۹۲X_7 + ۱۰X_8 + ۱۰۳X_9 + ۱۲۵X_{10} + ۱۲۳۰X_{11} + ۹۵X_{12} + d_1^- - d_1^+ = ۳۲۴۰۸۷۰۰۰$$

2)

$$۶X_1 + ۶X_2 + ۳X_3 + ۶X_4 + ۶X_5 + ۶X_6 + ۶X_7 + ۶X_8 + ۶X_9 + ۶X_{10} + ۶X_{11} + ۶X_{12} + d_2^- - d_2^+ = ۲۹۰۱۸۰۰۰$$

و سایر محدودیت‌های سیستمی در مدل تحقیق

در مدل فوق از دو معیار سود و قابلیت نگهداری به عنوان محدودیت های آرمانی استفاده شده است که برای تعیین ضرایب متغیرها در محدودیت‌های آرمانی احتیاجی به رویکرد AHP نداشته است. حداقل نمودن انحراف منفی از آرمان سود به عنوان اولویت اول و حداقل نمودن انحراف منفی از آرمان قابلیت نگهداری به عنوان اولویت دوم در نظر گرفته شده است. مدل توسط نرم افزار Lindo حل و در جدول (۵) مقایسه نتایج مدل تحقیق و مدل برنامه‌ریزی آرمانی بدون استفاده از رویکرد AHP را نشان می‌دهد.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود در مدل برنامه‌ریزی آرمانی بدون استفاده از رویکرد AHP و مدل تحقیق تأثیر AHP به عنوان رویکردی که قادر است اهداف بیشتری را در امر تصمیم‌گیری (بهینه‌سازی ترکیب تولید) لحاظ نماید، نمایش داده شده است.

بنابراین محققین توانستند به سوال سوم تحقیق که عبارت بود از اینکه «آیا می‌توان با تلفیق رویکرد AHP و برنامه‌ریزی آرمانی موزون اهداف بیشتری را در تعیین ترکیب بهینه تولید لحاظ نمود؟» پاسخ دهند.

جدول ۵- مقایسه نتایج حاصل از مدل تحقیق و برنامه‌ریزی آرمانی بدون استفاده از رویکرد AHP

نتیجهٔ حل مدل برنامه‌ریزی آرمانی بدون رویکرد AHP (۱)	نتیجه حل مدل تحقیق (۲)	سود واحد	سود کل (۱)	سود کل (۲)	زمان نگهداری واحد	زمان نگهداری کل (۱)	زمان نگهداری کل (۲)
۱۷۲۷۵۸۴	۱۷۲۶۴۴۸	۸۹	۱۵۳۷۵۴۹۷۶	۱۵۳۶۵۳۸۷۲	۶	۱۰۳۶۵۵۰۴	۱۰۳۵۸۶۸۸
۱۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۴۲۷	۶۴۰۵۰۰۰۰	۶۴۰۵۰۰۰۰	۶	۹۰۰۰۰۰	۹۰۰۰۰۰
۴۰۰۰	۴۰۰۰	۱۴۴۰	۵۷۶۰۰۰۰	۵۷۶۰۰۰۰	۳	۱۲۰۰۰	۱۲۰۰۰
۹۶۰۰۰	۹۶۰۰۰	۸۹	۸۵۴۴۰۰۰	۸۵۴۴۰۰۰	۶	۵۷۶۰۰۰	۵۷۶۰۰۰
۸۴۰۰۰۰	۸۴۰۰۰۰	۱۱	۹۲۴۰۰۰۰	۹۲۴۰۰۰۰	۶	۵۰۴۰۰۰۰	۵۰۴۰۰۰۰
۱۸۰۰۷	۲۱۰۰۰	۱۰	۱۸۰۰۷۰	۲۱۰۰۰۰	۶	۱۰۸۰۴۲	۱۲۶۰۰۰
۴۸۰۰۰۰	۴۸۰۰۰۰	۹۲	۴۴۱۶۰۰۰۰	۴۴۱۶۰۰۰۰	۶	۲۸۸۰۰۰۰	۲۸۸۰۰۰۰
۱۳۱۲۰۰۰	۱۳۱۲۰۰۰	۱۰	۱۳۱۲۰۰۰۰	۱۳۱۲۰۰۰۰	۶	۷۸۷۲۰۰۰	۷۸۷۲۰۰۰
۳۶۰۰۰	۳۶۰۰۰	۱۰۳	۳۷۰۸۰۰۰	۳۷۰۸۰۰۰	۱۲	۴۳۲۰۰۰	۴۳۲۰۰۰
۹۶۰۰۰	۹۶۰۰۰	۱۲۵	۱۲۰۰۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰۰۰	۶	۵۷۶۰۰۰	۵۷۶۰۰۰
۵۰۰۰	۵۰۰۰	۱۲۳۰	۶۱۵۰۰۰۰	۶۱۵۰۰۰۰	۶	۳۰۰۰۰	۳۰۰۰۰
۳۶۰۰۰	۳۶۰۰۰	۹۵	۳۴۲۰۰۰۰	۳۴۲۰۰۰۰	۶	۲۱۶۰۰۰	۲۱۶۰۰۰
		جمع کل	۳۲۴۰۸۷۰۴۶	۳۲۴۰۱۵۸۷۲	جمع کل	۲۹۰۰۷۵۴۶	۲۹۰۱۸۶۸۸

۸-۴ بررسی نتایج مدل تحقیقی و برنامه‌ریزی افته مورد مطالعه جهت تعیین ترکیب محصولات

ترکیب تولید در افته مورد مطالعه بدین صورت تعیین می‌شود که واحد برنامه‌ریزی تولید پس از دریافت میزان تقاضا از واحد فروش محصولات شرکت با برگزاری جلسه‌ای با شرکت برخی مسئولین و متخصصین میزان تولید هر یک از محصولات را برای ماهی که پیش رو است به صورت توافق جمعی تعیین می‌نماید. اعضا در این جلسه با توجه به برخی از اهداف و وضعیت فعلی شرکت از نظر مواد موجود و توان تولیدی هر یک از محصولات، براساس تجربه خویش به صورت توافقی میزان تولید هر یک از محصولات را تعیین می‌نمایند. صورت جلسه واحد برنامه‌ریزی تولید برای ماه شهریور، مقدار تولید هر یک از محصولات منتخب را مشخص می‌نماید. جدول (۶) مقدار تولید هر یک از محصولات منتخب را که در این صورت جلسه معین گردیده و نتایج حاصل از مدل تحقیق را نمایش می‌دهد.

همانطور که ملاحظه می‌شود برخی از محصولات در دو روش فوق دارای مقدار تولید متفاوتی می‌باشند.

قبل از اینکه بخواهیم نتایج حاصل از دو روش فوق را با یکدیگر مقایسه نماییم ذکر این نکته ضروری است که در روش برنامه‌ریزی شرکت، از آمار و ارقام و اطلاعات موجود در واحدهای مختلف شرکت و اطلاعات و نظریات متخصصین و مدیران شرکت جهت تعیین ترکیب مناسب تولید محصولات بیشتر به صورت تجربی استفاده می‌شود. ولی در مدل تحقیق وضع به این صورت نمی‌باشد، به طوری که با استفاده از تکنیک‌های مناسب و تلفیق آنها با یکدیگر از اطلاعات داخل شرکت و با ترکیب نظرات گروه تصمیم‌گیری به صورت مناسبی، تصمیم‌گیرنده را به هدف سازمان راهنمایی می‌کند.

در مدل تحقیق از AHP جهت اولویت‌بندی معیارهای موثر بر اولویت‌بندی محصولات که بر تعداد تولید محصولات موثر است و اولویت‌بندی محصولات نسبت به هر معیار استفاده شده است. با استفاده از این روش محصولات به صورتی مناسب و منسجم نسبت به یکدیگر مقایسه می‌گردند و در این میان از نظرات گروه تصمیم‌گیری نیز به صورتی مناسب و منطقی استفاده می‌گردد.

در ضمن اطلاعات مورد استفاده نیز با نظرات گروه تصمیم‌گیرنده هماهنگ بوده و همخوانی دارد.

اطلاعات داخلی شرکت مانند مصرف مواد، مقدار موجودی، توان تولیدی و ... نیز با استفاده از معادلات یا نامعادلات ریاضی به صورت دقیق مورد توجه تصمیم‌گیرنده قرار داشته و به صورتی مناسب از طریق حل مدل در نظر گرفته شده و مدل به بهترین جواب خواهد رسید، به طوری که به کمترین انحراف از آرمان دست یابد.

جدول ۶- تعداد تولید هر محصول با توجه به صورت جلسه واحد برنامه‌ریزی و تعداد تولید حاصل از حل مدل تحقیق

محصول	تعداد تولید (صورت جلسه تولید ماه شهریور)	تعداد تولید (مدل تحقیق)
P1	۱۷۲۲۰۰۰	۱۷۲۶۴۴۸
P2	۱۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰
P3	۴۰۰۰	۴۰۰۰
P4	۱۰۰۰۰۰	۹۶۰۰۰
P5	۸۰۰۰۰۰	۸۴۰۰۰۰
P6	۲۰۰۰۰	۲۱۰۰۰
P7	۴۸۰۰۰۰	۴۸۰۰۰۰
P8	۱۲۵۰۰۰۰	۱۳۱۲۰۰۰
P9	۳۶۵۰۰۰	۳۶۰۰۰
P10	۹۶۰۰۰	۹۶۰۰۰
P11	۵۰۰۰	۵۰۰۰
P12	۳۶۵۰۰	۳۶۰۰۰

تفاوت‌های حاصل درخصوص مقایسه میزان انحرافات نیز در جدول (۷) آورده شده است.

همان‌طور که از مشاهده جدول (۷) نمایان است استفاده از مدل تحقیق منجر به لحاظ اهداف بیشتری شده است و توانسته که به انحرافات نامساعد کمتری نسبت به روش رایج شرکت دست یابد.

در انتها نیز بایستی به استفاده از نظرات گروه و نحوهٔ ترکیب آنها اشاره نمود که با استفاده از طراحی پرسشنامه‌ای مناسب محققین به این مهم دست یافتند. همان‌طورکه اشاره شد مقایسات زوجی همواره نمی‌تواند توسط تصمیم‌گیرنده به راحتی صورت گیرد و ارجحیت مناسب در مقایسهٔ دو عنصر لحاظ گردد. از طرف دیگر وجود تعداد سئوالات زیاد برای جمع‌آوری نظرات افرادی که از مقیاس ۹-۱ میزان ارجحیت دو عنصر را مشخص می‌کند ممکن است منجر به این شود که پاسخ به آنها خارج از حوصله و توانایی پرسش شونده باشد. لذا در این تحقیق با استفاده از متدولوژی مناسب محققین بر مشکلات فوق فائق آمدند به طوریکه با استفاده از این متدولوژی می‌توان از افراد بیشتری در تصمیم‌گیری که منجر به افزایش اعتبار نتایج نیز می‌گردد بهره جست. لذا محققین به سئوالات دوم که عبارت بود از اینکه «آیا به منظور اولویت‌بندی محصولات با توجه به معیارهای مورد نظر و همچنین اولویت‌بندی معیارها در فرایند سلسله مراتبی تحلیل، امکان بهره‌گیری از نظرات گروه فراهم می‌باشد؟» پاسخ داده‌اند.

جدول ۷- مقایسه انحرافات حاصل از نتایج روش شرکت و مدل تحقیق

انحراف از آرمان ام	نتایج حاصل از روش جاری شرکت	نتایج حاصل از مدل تحقیق
d_1^-	۱۱۵۲۶۵ن*	۰
d_1^+	۰	۰/۷۷ ن
d_2^-	۵۲۲۶۳۰ ن	۴۶۵۶۹۷ ن
d_2^+	۰	۰
d_3^-	۸۱۵۰۰۰ ن	۰
d_3^+	۰	۵۸۳/۸
d_4^-	۹۳۰۱۵ ن	۰
d_4^+	۰	۷۷۱۹/۷
d_5	۰	۰
d_5^+	۶۴۱۴۶۰	۶۶۶۶۲۱/۵
d_6^-	۱۰۱۱۳۰ ن	۰
d_6^+	۰	۲۶۱/۵
d_7^-	۱۷۹۹۵۰ ن	۱۰۵۸۰۱/۲ ن
d_7^+	۰	۰
d_8^-	۲۵۸۹۸۱ ن	۱۸۹۲۱۸/۹ ن
d_8^+	۰	۰
d_9^-	۴۱۹۸۵۰ ن	۳۳۹۴۳۸/۵ ن
d_9^+	۰	۰
جمع کل	۱۸۶۴۳۶۱ ن	۴۲۴۹۷۰ ن

* «ن» به معنای نامطلوب (نامساعد) است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جمع‌بندی و ملاحظات

با توجه به لزوم استفاده از یک ابزار مناسب جهت تصمیم‌گیری در محیط پیچیده پیرامون ما این تحقیق انجام پذیرفت که هدف اصلی آن ارائه یک مدل مناسب برای تصمیم‌گیری (بهینه‌سازی ترکیب تولید) بوده که برای دستیابی به این مهم از دو روش فرایند سلسه مراتبی تحلیل(AHP) و برنامه‌ریزی آرمانی موزون (WGP) استفاده گردید. به طوری که با استفاده از نقاط قوت و رفع کاستی‌های هر دو ابزار، مدلی با تلفیق آنها به دست آمد که قادر است علاوه بر در نظر گرفتن اهداف کیفی و کمی (با بهره‌گیری مناسب از نظرات گروه متخصصین) و محدودیت‌های سیستمی، ترکیب بهینه تولید را به دست آورد و به طور خلاصه می‌توان چنین گفت که به طور منطقی در نظر گرفتن اهداف متعدد موجود در یک مسئله بر در نظر گرفتن یک یا تعداد اهداف کمتر و همچنین تصمیم‌گیری ساختارمند و منظم در مقایسه با تصمیم‌گیری‌هایی بدون ساختار و تا حدی ذهنی ارجحیت دارد.

پی‌نوشت‌ها

1. Analitic Hierarchy Process-AHP
2. Tomas L. Saaty
3. Pairwise Comparisons
4. Decision Tree
5. Goal Progamming-GP
6. Charnes, Cooper & Ferguson
7. Objective function
8. Goal
9. Weighted Goal Programming
10. Lexicographic
11. Fuzzy GP
12. Nesa L. WU

منابع

جبل عاملی، محمد سعید، کاربرد برنامه‌ریزی آرمانی در برنامه‌ریزی تولید انبوه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی: آریانژاد، میربهادر قلی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۶۹.

دارابی، هوشنگ، *تصمیم‌گیری به کمک AHP*، مجله مهندسی صنایع، سال اول شماره ۳.

دارابی، هوشنگ، *AHP و جایگاه استفاده از آن*، ارائه شده در دومین همایش دانشجویی مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۷۳.

ساعتی، توماس. ال.، تصمیم‌سازی برای مدیران، ترجمه توفیق، علی‌اصغر، انتشارات سازمان مدیریت صنعتی، چاپ اول، ۱۳۷۸.

فرزام، فرحناز، کاربرد تکنیک‌های تحقیق در عملیات در انتخاب نوع محصول برای برنامه‌ریزی صنایع دارویی ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی: فاطمی قمی، محمدتقی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۳.

فردریک، س. هیلیر و جرالد، ج. لیبرمن، برنامه‌ریزی خطی، ترجمه مدرس، محمد و آصف وزیری، اردوان، نشر تندر، چاپ هشتم ۱۳۷۸.

قدسی پور، سیدحسن، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ اول، ۱۳۷۹.

مشیری، اسماعیل، بررسی وضعیت توسعه فن‌آوری در صنعت خودرو ایران و ارائه یک الگوی کمی جهت انتخاب و برنامه‌ریزی تولید، رساله دکتری، به راهنمایی: معماریانی، عزیزا...، دانشگاه تهران، ۱۳۷۶.

معماریانی، عزیزا... و آذر، عادل، AIIP تکنیکی نوین برای تصمیم‌گیری گروهی، *مجله دانش مدیریت*، شماره ۲۷ و ۲۸، زمستان ۱۳۷۳ و بهار ۱۳۷۴.

مهرگان، محمدرضا، پژوهش عملیاتی، برنامه‌ریزی خطی و کاربردهای آن، نشر سالکان، چاپ چهارم ۱۳۷۵.

نشاطی، محمدحسین، بهینه کردن ترکیب تولید در یک واحد فولادی آلیاژی با استفاده از روش AIIP، *مجله مهندسی صنایع*، سال چهارم شماره دوم، زمستان ۱۳۷۶، صفحات ۵۹-۶۶.

امیراحمدی، علیرضا، رویکرد سلسله مراتبی تحلیلی جانمایی تسهیلات، *مجله روش*، سال ششم، شماره ۳۵.

بدخشان، محمد، «طراحی مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای بهینه نمودن ترکیبات تولید شرکت کاوه»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی: آذر، عادل، دانشگاه امام صادق، ۱۳۷۶.

Schniderjam, Marc. J. and Wilson, Rick. L, "*Using the Analytic Hierarchy Process and Goal Programming for Information System Project Selection*", Information & Management System 20, 1991.

Romero carlos, "*Handbook of Critical Issues in Goal Programming*", Printed by BPCC Wheatons Ltd. Exeter, First ed 1991.

Lee. S. M, "Goal Programming Methods for Multiple Objective Integer Programs", *American Institute of Industrial Engineers*, 1979.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی