



فصلنامه مدیریت عملیات

سال اول، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰

طراحی الگوی برنامه‌ریزی دوسطحی فازی مشارکتی در زنجیره تأمین جهت ترمیم نارسایی خدماتی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۲

امیرحسین عبدالعلی پور*

چکیده:

تصمیم‌گیرندگان سطوح مختلف دارای اهداف متفاوتی هستند که در آن واحد می‌توانند باهم در تعارض باشند. در این مقاله به ارائه روشهای تصمیم‌گیری مشارکتی برای حل تعارض در سازمان‌های سلسله‌مراتبی بین تولیدکننده محصولات با رده‌های قیمتی متنوع و پردازش‌گر یا ترمیم‌کننده خدمات مرتبط با آن محصولات در چارچوب برنامه‌ریزی دوسطحی پرداخته می‌شود. با طراحی مدل‌های دوسطحی خطی و کسری فازی و حل آن‌ها با کمک طراحی یک‌رویه مشارکتی در قالب یک مثال عددی، هر دو سازمان رهبر و پیرو، هم به بیشینه‌سازی سود متعارض خود پرداخته و هم از سود کل سازمان سلسله‌مراتبی تولید و پردازش یا ترمیم و تکمیل خدمات مرتبط با محصولات کل چشم‌پوشی نمی‌گردد. نتایج مدل‌های دوسطحی پژوهش نشان می‌دهند که سازمان تولیدی از لحاظ تعیین نوع و ترکیب محصولات تولیدی سودآورتر بر شرکت خدماتی غالب است و درعین حال، سازمان خدماتی از لحاظ تخصیص کارکنان خدماتی با سطوح مهارتی مختلف با کمترین هزینه، بر سازمان تولیدی غالب است

واژگان کلیدی: اهداف فازی، برنامه‌ریزی دوسطحی، درجه رضایتمندی، روش زیمرمن

* نویسنده مسئول، استادیار گروه مدیریت، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران، abdolalipour@iaukhoy.ac.ir

۱- مقدمه

نارسایی های خدماتی، اظهار نارضایتی مشتریان به شرکت خدماتی یا بخش ثالث است. این نارسایی ها به یک خطا یا نارسایی به صورت ذهنی یا وجود عیب و خدشه در رفتار خدماتی شرکت اطلاق می شود. زمانی که چنین خطاها و نارسایی هایی رخ می دهد، لازم است که با ترمیم و پاسخ مناسب و چابک، آثار این نارسایی ها کمینه شود و رضایت و اعتماد مشتریان بازسازی و اعاده شود. شرط لازم برای رقابت در بازارهای جهانی نیز رضایت مشتریان است (عبدالعلی پور و همکاران، ۱۴۰۱).

ادبیات نوین مدیریت بر این عقیده است که امروزه تولیدکنندگان باید مقوله پراهمیت خدمات را در دل فرایند تولید محصول خود و همچنین قیمت تمام شده جای دهند. همچنین، شرکتها باید تمرکز بیشتری بر روی احیاء خدمات و بویژه استراتژیهای احیاء خدمات داشته باشند (جین، نیکلی، فان و آدلر^۱، ۲۰۱۹).

شرکت تولیدکننده به اصطلاح «شرکت سطح بالاتر^۲» است که سعی دارد با تولیدات خود در رده های قیمتی متنوع، هزینه های تولید را با در نظر گرفتن منابع محدود کمینه نماید و انجام برخی خدمات مرتبط با محصول قبل از تحویل محصولات خود را نیز به یک یا چند شرکت خدماتی (شرکت سطح پایینتر^۳) واگذار می کند. آنها نیز برای پردازش یا ترمیم و تکمیل خدمات مرتبط با محصول از نیروی انسانی با سطوح مختلف مهارت استفاده می کنند و بخش اعظم هزینه های شرکت خدماتی، مربوط به هزینه های نیروی انسانی یا هزینه های مربوط به تحقیق و توسعه خدمات مرتبط با محصول است. شرکت خدماتی سعی دارد با تخصیص بهینه نیروی انسانی با سطوح مختلف مهارتی خود برای پردازش خدمات روی محصولات با رده های متفاوت، سود یا قابلیت سوددهی منحصر بفرد خود را بیشینه نماید.

¹ Jin, Nicely, Fan & Adler

² Upper level company

³ Lower level company

تصمیم‌گیری در مورد پردازش و ترمیم و تکمیل خدمات مرتبط با محصول در دو سطح مختلف تولیدی و خدماتی مدیریت می‌شود. تصمیم‌گیرندگان در هر سطح به نوبت تصمیماتی را اخذ می‌کنند، گرچه پیرو دارای توان نسبی برای اخذ تصمیمات مستقل است اما پیرو باید مطیع رهبر باشد.

تصمیم‌گیرندگان سطوح مختلف دارای اهداف متفاوتی هستند که در آن واحد می‌توانند باهم در تعارض باشند.

سازمان تولیدکننده به منظور تضمین همکاری و حل تعارضات، به طراحی، هماهنگی و نظارت بر عملیات دپارتمان یا شرکت درگیر در پردازش و ترمیم و تکمیل خدمات مرتبط با محصول می‌پردازد.

بدیهی است که هم شرکت سطح بالاتر و هم شرکت سطح پایین‌تر به عنوان یک واسطه، از سود یا منافع زنجیره تولید و پردازش خدمات مرتبط با محصولات کلی چشم‌پوشی می‌نماید و تنها به دنبال بهینه‌سازی سود یا منافع خود هستند و این حقیقت حتی ممکن است باعث آسیب به منافع کلی زنجیره تولید و پردازش یا ترمیم و تکمیل خدمات مرتبط با محصولات شود (عبدالعلی پور و همکاران، ۱۳۹۳).

زمانی که تصمیم‌گیرندگان سطوح تولید محصول و پردازش یا ترمیم و تکمیل خدمات، ابهام و فازی بودن قضاوت‌های انسانی را به ترتیب در مواردی چون سیاست‌گذاری کلی و تعیین میزان تولید در هر دوره زمانی و تشخیص سطوح مختلف مهارت و توانایی کارگران در دسترس برای پردازش خدمات روی محصولات با کلاس‌های متفاوت تولیدی مدنظر قرار می‌دهند، بالطبع ممکن است اهداف فازی برای توابع هدف با پارامترهای فازی در نظر گرفته شود که مقادیر ممکن آن‌ها ممکن است توسط خبرگان تخمین زده شود.

سؤال اصلی پژوهش حاضر، چگونگی مدل‌سازی دوسطحی جهت تعامل سازنده بین مدیریت سطح بالا (رهبر) و مدیریت سطح پایین‌تر (پیرو) است و با رسیدن به اجماع روی نقطه بهینه سطح رضایت‌بخشی میان دو سطح، در اسرع وقت با پاسخ‌گویی

و پردازش مناسب خدمات، می‌توان از شکایت‌های بیشتر مراجعان و دنیای تبلیغات منفی علیه شرکت و تأثیرات سوء آن بر کسب‌وکار کاسته و آن را به فرصتی برای کسب سود در بلندمدت برای سازمان بدل ساخت.

۲- پیشینه پژوهش

تحقیقات گوناگونی در حوزه هماهنگی زنجیره تأمین انجام شده است. بسیاری از آنها بر ساختار استاکلبرگ^۱ متمرکزند و یک تولیدکننده به عنوان رهبر و یک خرده‌فروش به عنوان پیرو به فعالیت در این بازی مشغولند. به طور کلی در این تحقیقات فرض می‌شود که تقاضای بازار بر اساس یک تابع تقاضای قطعی که برای تولیدکننده و خرده‌فروش مشخص است، با قیمت خرده‌فروشی تغییر میکند. تولیدکننده بر اساس تابع عکس‌العمل بهینه خرده‌فروش، قیمت محصولش را به نوعی تنظیم می‌کند که سودش را ماکزیمم میکند سپس خرده‌فروش محصولی که از تولیدکننده خریداری کرده است را با قیمتی به مشتریان عرضه می‌کند که سودش را ماکزیمم کند (طاهری فرد و همکاران، ۱۳۹۱).

کاظمی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی با عنوان «عدالت ادراک‌شده از ترمیم خدماتی و تأثیر آن بر اعتماد مشتریان در شرکت‌های مسافربری هوایی داخلی» تأثیر هر یک از ابعاد عدالت، به ترتیب اهمیت، شامل تعاملی، رویه‌ای و توزیعی را بر رضایت از ترمیم خدماتی تأیید می‌کند. با افزایش رقابت و خواسته‌های مشتریان، شرکت‌ها نیز باید استراتژی‌های بازاریابی با رویکرد مشتری‌مداری را اتخاذ نمایند تا ارزش مورد انتظار مشتری را از این طریق به حداکثر برسانند. جهت پیشینه‌سازی سود کسب‌شده مشتریان و شرکت‌ها، ضروری است که هر دو رویکرد پژوهشی بیان‌شده با همدیگر در راستای مدل‌سازی رضایت مشتریان مواجه شده با نارسایی‌ها و ترمیم‌ها، یکپارچه گردد که به

^۱ stackelberg

مفهوم این است که به نارسایی‌ها و ترمیم‌ها باید به صورت یک طیف واحد در عرضه خدمات نگریسته شود که از آن به عنوان رویکرد پژوهشی سوم می‌توان نام برد. صمدی و همکاران (۱۳۸۷) در تحقیقی با عنوان «نارسایی در ارائه خدمات، استراتژی‌های ترمیم خدمات و تأثیر آن‌ها بر رفتار مصرف‌کننده» به تعیین میزان ادراک میهمانان خارجی هتل از نارسایی در ارائه خدمات و استراتژی‌های ترمیم انجام‌شده و نیز به بررسی ارتباط بین نارسایی خدمات، استراتژی‌های ترمیم خدمات و نیت رفتاری آزمون‌شوندگان پرداخته‌اند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که میان ابعاد نارسایی خدمات با استراتژی‌های ترمیم خدمات و استراتژی‌های ترمیم با نیت رفتاری میهمانان ارتباط معناداری وجود دارد. به علاوه، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد ادراک میهمانان از نارسایی خدمات و استراتژی‌های ترمیم خدمات در مجموع از عوامل مؤثر بر نیت رفتاری میهمانان خارجی هتل هست

هوانگ^۱ و همکاران (۲۰۱۰)، با پژوهشی راجع به استراتژی‌های مؤثر جبران نارسایی خدمات به این نتیجه رسیدند که مشتریان ترجیح می‌دهند شکلی از جبران خدمات که با نوع نارسایی خدمت سازگار است را دریافت نمایند.

گرچه در پژوهش‌های پیشین به طور گسترده به بررسی رضایت مشتریان در مواجهه با نارسایی خدمات و جبران خدمات پرداخته شده است اما مطالعات بسیار اندکی به ارزیابی راه‌حل‌های بهینه ترمیم و تکمیل از نظرگاه یک شرکت خدماتی پرداخته‌اند. به‌ویژه، هزینه فراهم نمودن یک پردازش یا ترمیم و تکمیل خدمات مرتبط با محصول بهینه بندرت در پژوهش‌های گذشته مورد توجه واقع شده و شکاف‌های قابل توجهی باقی مانده است. از این طیف پژوهش‌ها، جان^۲ (۲۰۰۷) به طراحی یک مدل منسجم نارسایی خدمات و ترمیم با تأکید بر سه مؤلفه اسناد، انتظارات و ترمیم‌ها اقدام نموده است.

^۱ Howang

^۲ John

دافی^۱ و همکاران (۲۰۰۶) رابطه بین رضایت و استراتژی‌های ترمیم متفاوت را در مشتریان بانکداری آمریکا بررسی کردند. نتایج این بررسی نشان داد که درجه رضایت مشتریان قویاً از نوع استراتژی‌های ترمیم استفاده‌شده توسط بانک‌ها تأثیر می‌پذیرد. ژو^۲ و همکاران (۲۰۰۴)، به طراحی یک مدل ریاضی برای نارسایی‌های خدماتی و استراتژی‌های ترمیم یا پردازش اقدام کرده‌اند. این مدل با پایه‌ریزی پارامترها و متغیرهایی مانند بزرگی (اندازه) یک نارسایی خدماتی، مقدار درک شده قبلی یک مشتری از خدمات یک شرکت و مقدار هدف ترمیم یا پردازش آن شرکت که می‌توانند به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بر هزینه‌های ترمیم یا پردازش کل و تخصیص بهینه آن بین ترمیم یا پردازش درآمدی و فرایندی تأثیرگذار باشند طراحی شده است. مدل مفهومی طراحی شده، به یک مدل ریاضی برای یاری مدیران در راستای تصمیم‌گیری در مورد تخصیص مناسب منابع به نارسایی‌های فرایندی و پیامدی بر مبنای خصوصیات ریسک مشتریان و ساختار هزینه‌های شرکت تبدیل می‌شود. بر مبنای این مدل، استراتژی‌های بهینه ترمیم یا پردازش خدمت استنتاج و واکاوی حساسیت مدل در ازای پارامترهای مختلف آن انجام شده است.

دیویت^۳ و برادی^۴ (۲۰۰۳) تحقیقی با عنوان «تجدیدنظر در استراتژی‌های ترمیم خدمات» انجام دادند. در این تحقیق با ارائه چهار فرضیه رابطه میان حسن تفاهم و استراتژی‌های ترمیم خدمات آزمون شد. با انجام آزمون‌های تحلیل واریانس یک عاملی و چندعاملی فرضیه‌ها در سطح اطمینان ۰/۰۵ تأیید شد و در نتیجه ثابت گردید وجود یک رابطه مناسب میان مشتری و ارائه دهنده خدمات می‌تواند موجب افزایش رضایت مشتری پس از بروز نارسایی خدمات، افزایش تمایل به خرید مجدد و کاهش تبلیغات منفی از جانب مشتری شود.

¹ Daffi

² Zhu

³ Davit

⁴ Bradi

هوکت^۱ و همکاران (۱۹۹۷) مطالعاتی را در زمینه تأثیر ترمیم یا پردازش خدمات بر ارزیابی مصرف‌کنندگان از تحویل خدمات انجام دادند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که مصرف‌کنندگانی که چیزی درباره نارسایی خدمات ابراز نمی‌کنند، بزرگ‌ترین مشکلات را برای شرکت‌های خدماتی ایجاد می‌کنند. از همین رویکرد، میلر^۲ و همکاران (۲۰۰۰) چارچوبی برای ترمیم یا پردازش خدمات پیشنهاد کردند که شامل مراحل پیش جبران، جبران فوری و پی‌گیری می‌شود.

۳- روش شناسی تحقیق

نوع روش تحقیق

در پژوهش حاضر، مدل برنامه‌ریزی دوسطحی خطی و مدل برنامه‌ریزی دوسطحی خطی کسری با نگرش فازی مشارکتی جهت بیشینه‌سازی سود شرکت‌های سطح بالاتر و پایین‌تر و بیشینه‌سازی سودآوری شرکت‌های سطح بالاتر و پایین‌تر مورد استفاده واقع می‌شود. برای بکار بستن روش برنامه‌ریزی فازی مشارکتی برای مسأله‌های برنامه‌ریزی خطی دوسطحی کسری بیشینه‌کننده سود و سودآوری دو شرکت، بایستی ابتدا اهداف فازی برای سود و سودآوری دو شرکت شناسایی گردد. به لحاظ سادگی در این پژوهش، فرض شده است که توابع عضویت اهداف فازی خطی هستند و پارامترهای توابع عضویت از طریق روش زیمرمن تعیین می‌شوند زیرا این روش کارایی بیشتری نسبت به سایر روش‌ها دارد. مفروضات مدل پیشنهادی پژوهش به‌طور خلاصه به شرح زیر است:

- طول دوره برنامه‌ریزی معین و محدود هست.
- سطح استاندارد خروجی محصول A دارای تلورانس است.
- تلورانس سطح استاندارد خروجی A در طول یک دوره، ثابت در نظر گرفته شده است.
- تعداد کل کارگران شرکت خدماتی در طول یک دوره، ثابت در نظر گرفته شده است.

¹ Hocutt

² Miller

- شرکت سطح پایین تر (پردازش و ترمیم خدمات) برای پردازش و ترمیم خدمات مرتبط با محصول موردنظر شرکت بالاتر از نیروی انسانی خود بهره می‌جوید که جهت پردازش و ترمیم خدمات مرتبط با محصول موردنظر شرکت بالاتر به n طبقه مهارت تقسیم‌بندی می‌شوند.
- حد بالا و پایین تعداد کارگران شرکت خدماتی با درجات مهارتی مختلف در طول یک دوره، یکسان و ثابت در نظر گرفته شده است.
- ضرورتی ندارد که تعداد کارگران تخصیص‌یافته برای پردازش خدمات مرتبط با محصول یک مقدار صحیح باشد زیرا نیروی کار متناسب با پردازش یا ترمیم و تکمیل بخشهای کوچک خدمات مرتبط با محصول، قابل جبران با کار پاره وقت و اضافه کاری است.
- تابع هزینه‌های شناخته‌شده (هزینه‌های تولید، هزینه‌های پردازش و ترمیم خدمات مرتبط با محصول، هزینه‌های کارگران با درجات مهارتی مختلف) در افق برنامه‌ریزی معین هستند.
- توانایی پردازش و ترمیم خدمات مرتبط با محصول طبقه a^{ام} توسط کارگر با درجه مهارتی j^{ام} در طول دوره برنامه‌ریزی ثابت در نظر گرفته شده است.
- «هرچقدر طبقه مهارت بالاتر باشد؛ مهارت کارگر حاضر در آن طبقه نیز بیشتر است». بنابراین مهارت کارگر حاضر در طبقه n^{ام} بالاترین است و از طرف دیگر، طبیعی است که «هرچقدر سطح مهارت نیروی انسانی بیشتر می‌شود هزینه نیروی کار هم افزایش می‌یابد».
- اختلاف مهارت بین دو طبقه در ارائه خدمات روی محصولات خیلی پیشرفته به‌روشنی قابل تشخیص است ولی «هر کارگر دارای مهارت یکسان در ارائه خدمات به محصولات با قیمت پایین است».

جامعه و نمونه آماری

با توجه به اهمیت میزان کارا بودن مدل‌های ارائه شده، یک سازمان فعال در صنعت

خودرو با تولید حدود ۲۰ محصول مختلف در بخش تولیدی و پردازش یا ترمیم و تکمیل خدمات روی محصولات متنوع تولیدی در بخش خدمات در نظر گرفته شده است و داده‌های مربوط به هزینه‌های تولیدی و خدمات مرتبط با محصولات و اطلاعات در زمینه قیمت و سود هر واحد محصول در جدول شماره ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱. داده‌های مسأله تولید و پردازش خدمات مرتبط با محصول دوسطحی

شماره محصول	خروجی استاندارد	قیمت	هزینه‌های تولید یا مونتاژ	هزینه‌های پردازش، ترمیم و تکمیل خدمات مرتبط با محصول		سطح محصول
				سود	سود	
۱	۸۰۰	۷۰۰	۶۷	۳۳	۶۰۰	۴
۲	۶۰	۷۰۰	۴۵۹	۴۱	۲۰۰	۵
۳	۱۵۰۰	۶۰۰	۱۲۴	۲۶	۴۵۰	۲
۴	۱۶۰۰	۶۰۰	۳۱۷	۳۳	۲۵۰	۳
۵	۱۲۰	۵۰۰	۱۵۹	۴۱	۳۰۰	۵
۶	۲۰۰۰	۵۰۰	۳۷۴	۲۶	۱۰۰	۲
۷	۱۳۰۰	۴۰۰	۶۷	۳۳	۳۰۰	۳
۸	۱۵۰	۴۰۰	۲۰۹	۴۱	۱۵۰	۵
۹	۶۵۰۰	۳۰۰	۱۲۴	۲۶	۱۵۰	۱
۱۰	۲۳۰۰	۳۰۰	۱۶۷	۳۳	۱۰۰	۳
۱۱	۲۵۰	۲۰۰	۹	۴۱	۱۵۰	۴
۱۲	۲۰	۲۰۰	۷۹	۵۱	۷۰	۵
۱۳	۹۰۰۰	۱۰۰	۱۷	۲۳	۶۰	۱
۱۴	۲۲۰۰	۱۰۰	۲۹	۳۱	۴۰	۳
۱۵	۱۵۰۰۰	۶۵۰	۲۷۷	۲۳	۳۵۰	۱
۱۶	۸۰۰۰	۵۵۰	۶۹	۳۱	۴۵۰	۲
۱۷	۷۰۰	۴۵۰	۳۱۲	۳۸	۱۰۰	۴
۱۸	۶۰۰۰	۳۵۰	۷۷	۲۳	۲۵۰	۱
۱۹	۱۲۰۰	۲۵۰	۴۹	۳۱	۱۷۰	۲
۲۰	۱۶۰	۱۵۰	۶۲	۳۸	۵۰	۴

پارامترها و متغیرهای مدل

(۱) شرکت سطح بالاتر حجم تولید یا مونتاژ m نوع از محصولات را در خطوط تولیدی خود تعیین می‌کند و پردازش برخی خدمات بر محصولات نیمه ساخته را به شرکت سطح پایین تر می‌سپارد. به‌طور دقیق‌تر، سطح استاندارد خروجی $(X_i, i = 1, 2, \dots, m)$ از هر محصول توسط استراتژی شرکت تولیدی (سطح بالاتر) تعیین می‌شود. بر اساس مفروضات مدل، شمار تولید محصولات بایستی مطابق حدود ممکن خروجی‌های استاندارد محصولات باشد.

(۲) برای α و β مفروض، $\alpha \geq 0$ و $\beta \leq 1$ ، خروجی محصول i یعنی x_i ($i = 1, 2, \dots, m$)، یک مقدار صحیح است. لذا، a_i و b_i به ترتیب به‌عنوان هزینه تولید و پرداخت محصول i در سطح بالاتر و هزینه‌های خدمات مرتبط با محصول در سطح پایین تر تعریف می‌گردد.

(۳) c_i به قیمت یک واحد از محصول i اشاره دارد.

(۴) Y به‌عنوان تعداد کل کارگران قابل تخصیص برای پردازش یا ترمیم و تکمیل خدمات مرتبط با محصول در شرکت سطح پایین تر تعریف می‌گردد. «تعداد نیروی کار قابل استفاده در طبقه مهارتی j آ، با نماد y_j تعریف می‌شود» و «توان پردازش خدمات مرتبط با محصول روی یک واحد از محصول i آ توسط کارگر با طبقه مهارتی j آ، با نماد e_{ij} تعریف می‌شود».

(۵) x_i^* به میزان خروجی محصول i آ اشاره دارد.

(۶) یک کارگر با سطح مهارت استاندارد توان پردازش خدمات مرتبط با محصول یا ترمیم‌های خدمات مرتبط با محصول را بر روی تنها ۱۰٪ از خروجی استاندارد X_i (در واحد زمان) داراست.

(۷) حد بالای تعداد کارگران قابل دسترس در هر طبقه مهارتی با نماد Y_j^U و حد پایین تعداد کارگران قابل دسترس در هر طبقه مهارتی با نماد Y_j^L تعریف می‌شود.

(۸) b_i به هزینه‌های خدمات مرتبط با محصول در سطح پایین‌تر (یا درآمد دریافتی شرکت سطح پایین‌تر از ارائه و ترمیم و تکمیل خدمات مرتبط با محصول) اشاره دارد.

(۹) درجه رضایت‌مندی شرکت سطح بالاتر با $\mu_1^2(Z_1)$ نمایش داده می‌شود

(۱۰) مینیمم سطح رضایتبخشی با نماد δ نمایش داده می‌شود.

مدل ریاضی

شرکت سطح پایین‌تر سفارش‌هایی برای ارائه خدمات روی محصولات تولیدی از شرکت سطح بالاتر دریافت می‌کند و بر این اساس درآمدی حدود $\sum_{i=1}^m b_i x_i$ به دست می‌آورد.

سود یک واحد از محصول i ام به صورت $c_i - a_i - b_i$ خواهد بود و سودهای ناویژه شرکت سطح بالاتر و پایین‌تر به ترتیب از روابط (۱) و (۲) قابل محاسبه است. محدوده بالایی هزینه‌ها (بودجه شرکت‌های سطح بالاتر و پایین‌تر) و محدودیت بودجه به صورت روابط (۳) و (۴) ارائه می‌شود.

برای پوشش به پردازش یا ترمیم و تکمیل خدمات مرتبط با محصول سفارش داده شده، شرکت سطح پایین‌تر بایستی کارگران خدمات دهنده را به نحوی بکار بگیرد که شرط (۵) برآورده گردد.

جهت تبیین محدودیت به‌کارگیری نیروی کار، بایستی حدود بالای و پایین تعداد کارگران در دسترس در هر طبقه مهارتی شروط (۶) و (۷) را ارضا نمایند.

برای α و β مفروض ($\alpha \geq 0$ و $\beta \leq 1$) خروجی محصول i یعنی x_i ($i = 1, 2, \dots, m$)، یک مقدار صحیح است که به صورت رابطه (۸) مدل می‌شود.

به‌طور خلاصه، مسأله بیشینه‌سازی سود دوسطحی مطرح در این پژوهش به صورت مدل اولیه زیر فرموله می‌شود:

$$\text{maximize } z_1(x, y) = \sum_{i=1}^m (c_i - a_i - b_i)x_i \quad (1)$$

$$\text{maximize } z_2(x, y) = \sum_{i=1}^m b_i x_i - \sum_{j=1}^n d_j y_j \quad (2)$$

s. to:

$$\sum_{i=1}^m a_i x_i \leq \sum_{i=1}^m a_i X_i \quad (۳)$$

$$\sum_{i=1}^m b_i x_i \leq \sum_{i=1}^m b_i X_i \quad (۴)$$

$$\sum_{j=1}^n e_{ij} y_j \geq x_i, i = 1, 2, \dots, m \quad (۵)$$

$$(1 - \beta)X_i \leq x_i \leq (1 + \alpha)X_i, i = 1, 2, \dots, m \quad (۶)$$

$$Y_j^L \leq y_j \leq Y_j^U, j = 1, \dots, n \quad (۷)$$

$$\sum_{j=1}^n y_j \leq Y \quad (۸)$$

در مسأله پژوهش حاضر نیز، نسبت سودآوری «حاشیه سود خالص» هر دو شرکت با نسبت سود به خالص فروش و با کمک روابط (۹) و (۱۰) به دست می‌آید. بنابراین، زمانی که هر دو شرکت سطح بالاتر و پایین‌تر اهداف سودآوری خود را بیشینه می‌سازند آنگاه مسأله برنامه‌ریزی خطی دوسطحی کسری زیر فرموله می‌شود. محدودیت‌های مدل همانند محدودیت‌های مسأله بیشینه‌سازی سود (روابط ۳ تا ۸) می‌باشند که زین‌پس به جهت سادگی و تلخیص، ناحیه موجه مسایل برنامه‌ریزی دوسطحی کسری بیشینه‌سازی سود و بیشینه‌سازی سودآوری شرکت‌های سطح بالاتر و پایین‌تر پژوهش حاضر با S (رابطه ۱۱) نمایش داده می‌شود.

$$\text{maximize } f_1(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^m (c_i - a_i - b_i)x_i}{\sum_{i=1}^m c_i x_i} \quad (۹)$$

$$\text{maximize } f_2(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^m b_i x_i - \sum_{j=1}^n d_j y_j}{\sum_{i=1}^m b_i x_i} \quad (۱۰)$$

s. to:

$$(x, y) \in S \quad (۱۱)$$

۴- تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش

مدل بیشینه‌سازی سود

تمامی محصولات شرکت سطح بالاتر در ۵ سطح بالا، نسبتاً بالا، متوسط، نسبتاً پایین و پایین طبقه بندی می‌شوند که به ترتیب نیاز به انجام خدمات مرتبط با محصول سطح بالا، نسبتاً بالا، متوسط، نسبتاً پایین و پایین توسط شرکت سطح پایین‌تر دارند که این

طراحی الگوی برنامه‌ریزی دوسطحی فازی مشارکتی در ۱۰۵

سطوح در جدول ۱ به ترتیب با ارقام ۵، ۴، ۳، ۲ و ۱ مشخص می‌شوند. پارامترهای α و

β به عنوان حدود خروجی x_i با $\alpha = \beta = 0.3$ مشخص می‌شود.

تفاوت میان ۵ طبقه مهارتی (۱، ۲، ۳، ۴ و ۵) از طریق تعداد محصولاتی که (در واحد زمان) بر روی آنها خدمات مرتبط با محصول و یا ترمیم و تکمیل‌های خدمات مرتبط با محصول پردازش گردیده است، قابل تعریف است که از طریق رابطه (۱۲) بیان می‌گردد:

$$e_{ij} = 0.1k_{ij}X_i \quad (12)$$

فرض می‌شود که سطح بالا و پایین تعداد کارگران در دسترس در هر طبقه مهارتی (Y_j^L و Y_j^U) و حد بالای کل کارگران قابل تخصیص در شرکت خدمات مرتبط با محصول سطح پایین‌تر به صورت زیر باشد:

$$0 \leq y_j \leq 3, j = 1, \dots, 5 \quad (13) \quad \sum_{j=1}^5 y_j \leq 10 \quad (14)$$

توانایی و هزینه نیروی کار هر کارگر پردازشگر خدمات مرتبط با محصول در هر طبقه مهارتی در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. توانایی و هزینه نیروی کار یک کارگر خدمات مرتبط با محصول

سطح محصول i \ طبقه مهارتی j	۱	۲	۳	۴	۵
بالا	۰/۶	۰/۸	۱	۱/۳	۱/۷
نسبتاً بالا	۰/۷	۰/۸۵	۱	۱/۲۵	۱/۶
متوسط	۰/۸	۰/۹	۱	۱/۲	۱/۵
نسبتاً پایین	۰/۹	۰/۹۵	۱	۱/۱۵	۱/۴
پایین	۱	۱	۱	۱/۱	۱/۳
هزینه نیروی کار (d_j)	۱۰۱۹۷۸	۱۱۴۷۱۵	۱۲۷۴۷۳	۱۵۲۹۶۷	۱۹۱۲۰۹

از آنجائیکه سود شرکت سطح بالاتر مشروط بر محدودیت‌های بودجه بیشینه می‌شود، در جواب بهینه، تعداد محصولات با سودآوری بالاتر مادامی که محدودیت‌های

بودجه ارضا شوند به حدود بالای خود دست می‌یابند. حدود پایین و بالای شمار محصول i ام (x_i) بترتیب معادل $0.7x_i$ و $\min\{1.2x_i, \sum_{j=1}^5 e_{ij}y_j\}$ است. بیشینه سود شرکت سطح بالاتر (z_1) حدود 15948260 واحد پول است و سودآوری متناسب آن (f_1) حدود $0/613$ است.

زمانی که تابع هدف شرکت سطح پایین‌تر بیشینه می‌گردد، تمامی محدودیتها برای 20 محصول الزام‌آور می‌شوند. دلیل اینکه تمامی این محدودیتها فعال می‌شوند از این قرار است:

با تعیین y_j^* جهت ارضاء $x_i^* = \sum_{j=1}^5 e_{ij}y_j^*$ شرکت سطح پایین‌تر می‌تواند سفارش پردازش و ترمیم و تکمیل سطوح مختلف خدمات روی محصولات را با کمترین هزینه به اتمام برساند.

از آنجائیکه با اجرای خدمات روی محصولات سطح پایین‌تر توسط کارکنان با طبقه مهارتی پایین‌تر، هزینه‌ها می‌تواند تا بالاترین میزان کاهش یابد، در جواب بهینه مسأله بیشینه‌سازی سود شرکت سطح پایین‌تر، بطور کامل کارگرانی با پایین‌ترین سطوح مهارتی تخصیص می‌یابند.

با فرض توابع عضویت اهداف فازی خطی و با استفاده از روش زیمرمن برای تعیین پارامترهای توابع عضویت داریم:

$$Z_1^1=14507660 \text{ و } Z_1^2 = 15948260 \text{ و } Z_2^1=18169 \text{ و } Z_2^2=344068$$

توابع عضویت به صورت روابط (۱۵) و (۱۶) زیر بیان می‌شوند:

$$\mu_1^z(Z_1(x, y)) = \frac{(Z_1(x, y) - 14507660)}{(15948260 - 14507660)} \quad (15)$$

$$\mu_2^z(Z_2(x, y)) = \frac{(Z_2(x, y) - 18169)}{(344068 - 18169)} \quad (16)$$

مینیمم درجات رضایت‌مندی دو شرکت تولیدی و خدماتی، سود شرکت سطح تولیدی (15384810) از مقدار سود بیشینه منحصر بفرد آن شرکت (15948260) کوچکتر است حال آنکه از میزان سود بدست آمده در زمانیکه سود منحصر بفرد شرکت

طراحی الگوی برنامه‌ریزی دوسطحی فازی مشارکتی در ۱۰۷

سطح خدماتی بیشینه می‌گردد (۱۴۵۰۷۶۶۰) بزرگتر است. هر دو نتیجه مورد اشاره منطقی است.

همچنین، در مسأله مینیمم درجات رضایت‌مندی دو شرکت تولیدی و خدماتی، به طور مشابه، سود شرکت سطح تولیدی (۲۱۶۶۵۳) از مقدار سود بیشینه منحصر بفرد آن شرکت (۳۴۴۰۶۸) کوچک‌تر است حال آنکه از میزان سود بدست آمده در زمانیکه سود منحصر بفرد شرکت تولیدی بیشینه می‌گردد (۱۸۱۶۹) بزرگتر است. در این مورد نیز هر دو نتیجه مورد اشاره منطقی است.

شمار کارگران خدمات مرتبط با محصول واگذار شده در شرکت سطح پایین‌تر:

$$(Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5) = (3, 2.43, 2, 0, 2.57)$$

اعداد صحیح نیستند، اما کسری بودن نیروی کار متناظر می‌تواند با اضافه کاری

یا کار پاره وقت تکمیل گردد.

برای محصولاتی با سودآوری بالاتر در مسأله بیشینه‌سازی سود شرکت سطح بالاتر، هر چقدر که سودآوری یک محصول بیشتر باشد، مقدار خروجی آن محصول بیشتر می‌شود. در مقابل، اگر سودآوری بیشتر از 0.4 باشد خروجی محصول i در مسأله ماکسی‌مین در دامنه $0.9X_i$ تا $1.1X_i$ (قطع نظر از سودآوری هر محصول) قرار می‌گیرد.

از واکاوی فوق می‌توان دریافت که جواب بهینه مسأله ماکسی‌مین - جائیکه درجات رضایت‌مندی با توجه به سودهای دو شرکت به صورت بیطرفانه رفتار می‌کنند - حاوی برخی مشخصه‌های جواب بهینه مسأله بیشینه‌سازی سود شرکت سطح بالاتر و بیشینه‌سازی سود شرکت سطح پایین‌تر بعلاوه این حقیقت که درجات رضایت‌مندی هر دو شرکت یکسان هستند می‌باشد.

اگر شرکت سطح بالاتر تشخیص دهد که برای این شرکت مطلوب است که درجه رضایت‌مندی خود را افزایش دهد، این هدف می‌تواند با کاهش درجه رضایت‌مندی شرکت سطح پایین‌تر بدست می‌آید. حال، با داشتن جواب بهینه مسأله

ماکسی‌مین از مرحله قبل در دست، فرض می‌شود بطور مثال مینیمم سطح رضایت‌بخشی برابر با ۰/۸ و حدود درجات رضایت‌مندی بین دو شرکت بین ۰/۶ و ۱ تعیین شده باشد.

در الگوریتم مشارکتی فازی که در این پژوهش استفاده می‌شود، دو شرط زیر به عنوان شرایط اتمام الگوریتم است:

شرط اول: درجه رضایت‌مندی شرکت سطح بالاتر بزرگتر مساوی با مینیمم سطح رضایت‌بخشی باشد یعنی:

$$\mu_1^z(Z_1) \geq \hat{\delta} \quad (17)$$

شرط دوم: نسبت بین درجات رضایت‌مندی دو شرکت در فاصله حدود بالا و پایین تعیین شده توسط شرکت سطح بالاتر قرار می‌گیرد. یعنی:

$$\Delta = \frac{\mu_1^z(Z_1)}{\mu_2^z(Z_2)} \quad (18) \quad \Delta \in [\Delta_{\min}, \Delta_{\max}]$$

(۱۹)

حال، درجه رضایت‌مندی شرکت سطح پایین‌تر مشروط به اینکه درجه رضایت‌مندی شرکت سطح بالاتر بزرگتر مساوی با ۰/۸ و در نظر گرفتن محدودیت‌های سابق (رابطه ۱۱) بصورت مدل زیر پیشنهاد می‌گردد:

$$\text{Max } \mu_1^z(Z_1(x, y)) \quad (20)$$

s. to:

$$\mu_1^z(Z_1(x, y)) \geq 0.8 \quad (21)$$

$$(x, y) \in S \quad (22)$$

نتایج پیشنهادی سود شرکت خدماتی مشروط بر مینیمم سطح رضایت‌بخشی

شرکت تولیدی در جدول شماره ۳ زیر نشان داده شده است.

جدول ۳. بیشینه‌سازی سود شرکت خدماتی مشروط بر مینیمم سطح رضایتبخشی شرکت تولیدی (تکرار ۱)

تعداد محصولات X_1 تا X_{20}				
$X_1 = 888$	$X_2 = 42$	$X_3 = 1657$	$X_4 = 1120$	$X_5 = 133$
$X_6 = 1400$	$X_7 = 1440$	$X_8 = 105$	$X_9 = 6831$	$X_{10} = 1610$
$X_{11} = 277$	$X_{12} = 14$	$X_{13} = 7909$	$X_{14} = 1540$	$X_{15} = 16538$
$X_{16} = 8841$	$X_{17} = 490$	$X_{18} = 6615$	$X_{19} = 1326$	$X_{20} = 112$
تعداد کارکنان تخصیص یافته Y_1 تا Y_5 برای پردازش خدمات مرتبط با محصول				
$Y_1 = 3$	$Y_2 = 0.74$	$Y_3 = 2$	$Y_4 = 1.26$	$Y_5 = 3$
شرکت	سود (Z_i)	درجه رضایت $\mu_i^z(Z_i)$	فروش (CX) یا هزینه‌های پردازش و ترمیم و تکمیل خدمات مرتبط با محصول (bx)	
سطح بالاتر	$Z_1 = 15659340$	$\mu_1^z(Z_1) = 0.80$	$CX = 25733400$	
سطح پایین‌تر	$Z_2 = 135638$	$\mu_2^z(Z_2) = 0.36$	$bx = 1547772$	
$\Delta = \frac{\mu_2^z(Z_2)}{\mu_1^z(Z_1)} = 0.45$ $\frac{-\partial Z_2(x,y)}{\partial Z_1(x,y)} = 0.35 \text{ و } \frac{-\partial \mu_2^z(Z_2)}{\partial \mu_1^z(Z_1)} = 1.55$				

در تکرار ۱، با توجه به اینکه درجه رضایت‌مندی شرکت تولیدی بزرگتر مساوی با ۰/۸ است، پس، نسبت درجات رضایت‌مندی بدست آمده ۰/۴۵ نمی‌تواند شرط دوم اتمام را برآورده سازد. بنابراین، شرکت سطح بالاتر بایستی مینیمم سطح رضایت‌بخشی را بروز سازی نماید.

جدول ۴. بیشینه‌سازی سود شرکت خدماتی مشروط بر مینیمم سطح رضایتبخشی شرکت تولیدی (تکرار ۲)

تعداد محصولات X_1 تا X_{20}				
$X_1 = ۸۴۸$	$X_2 = ۴۲$	$X_3 = ۱۶۲۰$	$X_4 = ۱۲۶۹$	$X_5 = ۱۲۶$
$X_6 = ۱۴۰۰$	$X_7 = ۱۳۹۱$	$X_8 = ۱۰۵$	$X_9 = ۷۰۸۶$	$X_{10} = ۱۶۱۰$
$X_{11} = ۲۶۵$	$X_{12} = ۱۴$	$X_{13} = ۸۱۷۲$	$X_{14} = ۱۵۴۰$	$X_{15} = ۱۶۳۵۳$
$X_{16} = ۸۶۴۳$	$X_{17} = ۴۹۰$	$X_{18} = ۶۵۴۱$	$X_{19} = ۱۲۹۶$	$X_{20} = ۱۱۲$
تعداد کارکنان تخصیص یافته Y_1 تا Y_5 برای پردازش خدمات مرتبط با محصول				
$Y_1 = ۳$	$Y_2 = ۱/۹۷$	$Y_3 = ۲$	$Y_4 = ۰/۰۲$	$Y_5 = ۲$
شرکت	سود (Z_i)	درجه رضایت $\mu_i^z(Z_i)$	فروش (CX) یا هزینه‌های پردازش و ترمیم و تکمیل خدمات مرتبط با محصول (bx)	
سطح بالاتر	$Z_1 = ۱۵۵۱۳۹۲۰$	$\mu_1^z(Z_1) = ۰/۷۰$	$CX = ۲۵۵۸۷۳۵۰$	
سطح پایین‌تر	$Z_2 = ۱۸۴۱۱۰$	$\mu_2^z(Z_2) = ۰/۵۱$	$bx = ۱۵۴۷۶۶۵$	

$$\Delta = \frac{\mu_2^z(Z_2)}{\mu_1^z(Z_1)} = 0.72$$

$$\frac{-\partial Z_2(x,y)}{\partial Z_1(x,y)} = 0.31$$

$$\frac{-\partial \mu_2^z(Z_2)}{\partial \mu_1^z(Z_1)} = 1.37$$

با این وضعیت، فرض کنید که شرکت سطح بالاتر تشخیص دهد که درجه رضایت‌مندی این شرکت نسبتاً بالا است و مینیمم سطح رضایتبخشی آن بطور مثال بایستی ۰/۱ کاهش یابد. پس، شرکت سطح بالاتر با در نظر گرفتن اطلاعات بده بستان بین اهداف شرکتها، مینیمم سطح رضایتبخشی اش را حدود ۰/۷ تعیین می‌کند. بنابراین رابطه ۲۰ مدل فوق به صورت رابطه (۲۳) تغییر می‌یابد:

$$\mu_1^z(Z_1(x,y)) \geq 0.7 \quad (23)$$

در تکرار ۲، با توجه به اینکه درجه رضایت‌مندی شرکت تولیدی بزرگتر مساوی با ۰/۷ است و نسبت درجات رضایت‌مندی بدست آمده ۰/۷۲ است، هر دو شرایط اتمام

اول و دوم برآورده می‌شوند. اگر شرکت سطح بالاتر جواب را بپذیرد، می‌توان جواب رضایت‌بخش نهایی را استنتاج نمود.

مسئله بیشینه‌سازی سودآوری

افزایش در درآمد حاصل از فروش الزاماً بهبود بهره‌وری شرکتهای تولیدی و خدماتی را تضمین نخواهد کرد. در این قسمت، مسئله برنامه‌ریزی خطی دوسطحی کسری مدلسازی می‌شود که در آن هر دو شرکت تولیدی و خدماتی سودآوری بیان شده توسط نسبت سودآوری سود به فروش را بیشینه می‌سازند (روابط ۹ و ۱۰ و ۱۱).

با فرض توابع عضویت اهداف فازی خطی و با استفاده از روش زیمرمن برای تعیین پارامترهای توابع عضویت داریم:

$$z_1^+ = 0.629, z_1^- = 0.593, z_2^+ = 0.238, z_2^- = -0.140$$

و توابع عضویت به صورت روابط ۲۴ و ۲۵ بیان می‌شوند:

$$\mu_1^f(f_1(x,y)) = \frac{(f_1(x,y) - 0.593)}{(0.629 - 0.593)} \quad (24)$$

$$\mu_2^f(f_2(x,y)) = \frac{(f_2(x,y) + 0.140)}{(0.238 + 0.140)} \quad (25)$$

در ابتدای روش برنامه‌ریزی فازی مشارکتی، مسئله شماره زیر برای یافتن یک راه حل بیشینه‌کننده مینیمم درجات رضایت مندی بین دو شرکت حل می‌شود:

$$\text{Maximize } \lambda \quad (26)$$

S. to:

$$\mu_1^f(f_1(x,y)) \geq \lambda \quad (27)$$

$$\mu_2^f(f_2(x,y)) \geq \lambda \quad (28)$$

$$(x,y) \geq S \quad (29)$$

در جواب مدل ماکسی‌مین درجات رضایت‌مندی سودآوری شرکتهای تولیدی و خدماتی، درجه رضایت از سودآوری در هر دو شرکت سطح بالاتر و پایین‌تر باهم برابر و حدود ۰/۶۳ است. نسبت سودآوری حاصله شرکت سطح بالاتر در مدل ماکسی‌مین درجات رضایت‌مندی از نسبت سودآوری، برابر با ۰/۶۱۶ است که از نسبت سودآوری حاصله این شرکت در مدل بیشینه‌سازی سودآوری شرکت تولیدی که حدود ۰/۶۲۹ بود

کمتر است (جدول ۵). حال آنکه نسبت سودآوری شرکت سطح بالاتر (زمانی که که سودآوری شرکت سطح پایین تر بیشینه می شود) حدوداً برابر با ۰/۵۹۳ بود (جدول ۶) که باز هم از نسبت سودآوری حاصله در مدل بیشینه سازی سودآوری شرکت تولیدی که حدود ۰/۶۱۶ است کمتر است.

جدول ۵. جواب بهینه مسأله بیشینه سازی سودآوری شرکت سطح بالاتر

تعداد محصولات X_1 تا X_{20}				
$X_1 = 992$	$X_2 = 42$	$X_3 = 1740$	$X_4 = 1120$	$X_5 = 84$
$X_6 = 1400$	$X_7 = 1560$	$X_8 = 105$	$X_9 = 4550$	$X_{10} = 1610$
$X_{11} = 310$	$X_{12} = 14$	$X_{13} = 6300$	$X_{14} = 1540$	$X_{15} = 10500$
$X_{16} = 9280$	$X_{17} = 490$	$X_{18} = 6720$	$X_{19} = 1392$	$X_{20} = 112$
تعداد کارکنان تخصیص یافته y_1 تا y_5				
$y_1 = 0$	$y_2 = 1$	$y_3 = 3$	$y_4 = 3$	$y_5 = 0$
شرکت	سود (Z_i)	سودآوری (f_i)	فروش (CX) یا هزینه های پردازش و ترمیم و تکمیل خدمات مرتبط با محصول (bx)	
سطح بالاتر	$Z_1 = 13468370$	$f_1 = 0/629$	$CX = 21410900$	
سطح پایین تر	$Z_2 = -190117$	$f_2 = -0/140$	$bx = 1339549$	

جدول ۶. جواب بهینه مسأله بیشینه سازی سودآوری شرکت خدماتی (سطح پایین تر)

تعداد محصولات X_1 تا X_{20}				
$X_1 = 596$	$X_2 = 42$	$X_3 = 1252$	$X_4 = 1264$	$X_5 = 84$
$X_6 = 1670$	$X_7 = 1027$	$X_8 = 105$	$X_9 = 5720$	$X_{10} = 1817$
$X_{11} = 186$	$X_{12} = 14$	$X_{13} = 7920$	$X_{14} = 1738$	$X_{15} = 13200$
$X_{16} = 6680$	$X_{17} = 521$	$X_{18} = 5280$	$X_{19} = 1002$	$X_{20} = 119$
تعداد کارکنان تخصیص یافته y_1 تا y_5				
$y_1 = 3$	$y_2 = 3$	$y_3 = 2/8$	$y_4 = 0$	$y_5 = 0$

شرکت	سود (z_i)	سودآوری (f_i)	فروش (cx) یا هزینه‌های پردازش و ترمیم و تکمیل خدمات مرتبط با محصول (bx)
سطح بالاتر	$z_1 = 12546740$	$f_1 = 0/593$	$cx = 21154900$
سطح پایین‌تر	$z_2 = 314140$	$f_2 = 0/238$	$bx = 1321143$

بطور مشابه، در جواب مدل ماکسی‌مین درجات رضایتمندی از نسبت سودآوری شرکتهای تولیدی و خدماتی، نسبت سودآوری شرکت سطح پایین‌تر حدود $0/097$ بدست آمد که از نسبت حاصله این شرکت در مدل بیشینه‌سازی سودآوری شرکت خدماتی که حدود $0/238$ است کوچکتر است. در عین حال، هرگاه که نسبت سودآوری شرکت سطح بالاتر بیشینه می‌شود سودآوری شرکت خدماتی که برابر منفی $0/140$ است. از نسبت سودآوری بدست آمده در مدل ماکسی‌مین درجات رضایتمندی از نسبت سودآوری شرکتهای تولیدی و خدماتی که حدود $0/097$ است کوچکتر است.

در مسایل ماکسی‌مین هم در سود و هم در سودآوری، محصولاتی با سودآوری پایین‌تر در حد پایین از خروجی $0.7X_i$ ساخته می‌شوند، حال آنکه خروجیهای محصولات با سودآوری بالاتر در مسأله ماکسی‌مین سودآوری، اندکی کمتر از آنها روی سود است.

اگر که شرکت سطح بالاتر تشخیص دهد که برای این شرکت مطلوب است که درجه رضایتمندی خود را افزایش دهد. این هدف به بهای کاهش درجه رضایتمندی شرکت سطح پایین‌تر بدست خواهد آمد. با وجود جواب بهینه مسأله ماکسی‌مین در دست ($0/63$)، فرض می‌شود که شرکت سطح بالاتر مینیمم سطح رضایتمندی از نسبت سودآوری خود را $0/8$ و حدود درجات رضایتمندی از نسبت سودآوری دو شرکت تولیدی و خدماتی در فاصله $0/6$ و 1 تعیین شده باشد در اینصورت:

$$\text{Max } \mu_r^f(f_r(x, y)) \quad (30)$$

S. to:

$$\mu_r^f(f_r(x, y)) \geq 0.8 \quad (31)$$

$$(x, y) \geq S \quad (32)$$

جواب بهینه برای مسأله فوق بدست آمده و اطلاعات مربوطه در جدول شماره ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷. بیشینه‌سازی نسبت سودآوری شرکت خدماتی مشروط بر مینیمم سطح رضایت‌مندی شرکت تولیدی-تکرار ۱

تعداد محصولات X_1 تا X_{20}				
$X_1=842$	$X_2=42$	$X_3=1613$	$X_4=1120$	$X_5=125$
$X_6=1400$	$X_7=1383$	$X_8=105$	$X_9=4550$	$X_{10}=1610$
$X_{11}=263$	$X_{12}=21$	$X_{13}=9785$	$X_{14}=2341$	$X_{15}=10500$
$X_{16}=8606$	$X_{17}=490$	$X_{18}=6523$	$X_{19}=1290$	$X_{20}=168$
تعداد کارکنان تخصیص یافته Y_1 تا Y_5 برای پردازش خدمات مرتبط با محصول				
$Y_1=3$	$Y_2=2/09$	$Y_3=2$	$Y_4=0$	$Y_5=2/91$
شرکت	سودآوری (f_i)	درجه رضایت $\mu_i^f(f_i)$	فروش (CX) یا هزینه‌های پردازش و ترمیم و تکمیل خدمات مرتبط با محصول (bx)	
سطح بالاتر	$f_1=0/622$	$\mu_1^f(f_1)=0/80$	$CX=21143250$	
سطح پایین‌تر	$f_2=0/033$	$\mu_2^f(f_2)=0/463$	$BX=1404094$	
$\Delta = \frac{\mu_2^f(f_2)}{\mu_1^f(f_1)} = 0.578$ = نسبت بین درجات رضایت‌مندی دو شرکت				
$\frac{-\partial f_2(x,y)}{\partial f_1(x,y)} = 10.49$ و $\frac{-\partial \mu_2^f(f_2)}{\partial \mu_1^f(f_1)} = 1.45$				

در تکرار ۱، با توجه به اینکه درجه رضایت‌مندی شرکت سطح بالاتر بزرگتر مساوی با ۰/۸ است، با این وصف، نسبت درجات رضایت‌مندی بدست آمده (۰/۵۷۸) نمی‌تواند شرط دوم از مجموعه شروط اتمام را برآورده سازد. بنابراین، شرکت سطح بالاتر بایستی مینیمم سطح رضایت‌بخشی را بروزسازی نماید. برای این منظور، اطلاعات بده بستان بین دو تابع هدف f_1 و f_2 یا بین دو تابع عضویت $\mu_1^f(f_1)$ و $\mu_2^f(f_2)$ مورد استفاده واقع

شده است که در جدول شماره ۷ با نسبتهای $\frac{-\partial \mu_1^f(f_1)}{\partial \mu_1^f(f_1)}$ و $\frac{-\partial f_1(x,y)}{\partial f_1(x,y)}$ بیان شده است.

با فرض اینکه شرکت تولیدی تشخیص دهد که درجه رضایت‌مندی از نسبت سودآوری این شرکت نسبتاً بالا است و مینیمم سطح رضایتبخشی از نسبت سودآوری خود را بایستی ۰/۱ کاهش یابد. پس، شرکت تولیدی با در نظر گرفتن اطلاعات بدهستان، مینیمم سطح رضایتبخشی اش را حدود ۰/۷ تعیین می‌کند. مسأله فوق مجدداً با مینیمم سطح رضایتبخشی از نسبت سودآوری بروز شده از ۰/۸ به ۰/۷ حل می‌شود و نتایج آن در جدول شماره ۸ نشان داده می‌شوند.

جدول ۸. بیشینه‌سازی نسبت سودآوری شرکت خدماتی مشروط بر مینیمم سطح رضایت‌مندی شرکت تولیدی - تکرار ۲

تعداد محصولات X_1 تا X_{20}				
$X_1 = 788$	$X_2 = 42$	$X_3 = 1552$	$X_4 = 1120$	$X_5 = 115$
۱۴۰۰	$X_7 = 1313$	$X_8 = 105$	$X_9 = 5097$	$X_{10} = 1610$
$X_6 = 246$	$X_{12} = 19$	$X_{13} = 9540$	$X_{14} = 2222$	$X_{15} = 10500$
$X_{11} = 8280$	$X_{17} = 490$	$X_{18} = 6360$	$X_{19} = 1242$	$X_{20} = 157$
X_{16}				
تعداد کارکنان تخصیص یافته Y_1 تا Y_5 برای پردازش خدمات مرتبط با محصول				
$Y_1 = 3$	$Y_2 = 3$	$Y_3 = 2$	$Y_4 = 0$	$Y_5 = 2$
شرکت	سودآوری (f_i)	درجه رضایت $\mu_1^f(f_i)$	فروش (CX) یا هزینه‌های پردازش و ترمیم و تکمیل خدمات مرتبط با محصول (bx)	
سطح بالاتر	$f_1 = 0.618$	$\mu_1^f(f_1) = 0.70$	$CX = 20909750$	
سطح پایین‌تر	$f_2 = 0.713$	$\mu_2^f(f_2) = 0.562$	$bx = 1386344$	
نسبت بین درجات رضایت‌مندی دو شرکت $\Delta = \frac{\mu_2^f(f_2)}{\mu_1^f(f_1)} = 0.802$				
$\frac{-\partial f_2(x,y)}{\partial f_1(x,y)} = 10.26$ و $\frac{-\partial \mu_2^f(f_2)}{\partial \mu_1^f(f_1)} = 1.42$				

در تکرار ۲، با توجه به اینکه درجه رضایت‌مندی شرکت سطح بالاتر بزرگتر مساوی با ۰/۷ است و نسبت درجات رضایت‌مندی بدست آمده (۰/۸۰۲) است، هر دو شرط اتمام اول و دوم برآورده می‌شوند و اگر شرکت تولیدی نیز جواب بدست آمده را بپذیرد، جواب نهایی استنتاج می‌گردد.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

در مسأله پیشینه‌سازی سود شرکت تولیدی، حجم تولید محصولات با سودآوری بالاتر به حدود بالایی می‌رسد بشرطی که محدودیت بودجه ارضاء شود اما بطور معکوس، محصولات با سودآوری نسبتاً پایین‌تر در حد پایینی تولید می‌شوند. بنابراین، شرکت تولیدی از لحاظ تعیین نوع و ترکیب محصولات تولیدی سودآورتر بر شرکت خدماتی غالب است.

در مسأله پیشینه‌سازی سودآوری شرکت سطح بالاتر، حجم تولید محصولاتی که سودآوری بالاتری دارند به حدود بالایی خود می‌رسد اما بطور معکوس، محصولات با سودآوری نسبتاً پایین‌تر در حد پایینی تولید می‌شوند. گرچه، همیشه صحیح نیست که محصولات همانقدر که حدود بودجه امکان می‌دهد ساخته شوند. می‌توان نتیجه گرفت که شرکت تولیدی از لحاظ تعیین نوع و ترکیب محصولات تولیدی با نسبت سودآوری بالاتر بر شرکت خدماتی غالب است.

در مسأله پیشینه‌سازی سود شرکت سطح پایین‌تر، کمترین میزان نیروی کار خدماتی از کاراترین نیروها به لحاظ معیار هزینه بر واحد زمان - بشرطی که این نیروهای کار خدماتی قادر باشند مقدار سفارش‌های خدماتی رسیده را پردازش یا ترمیم کنند- در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، در این سازمان سلسله‌مراتبی، شرکت خدماتی از لحاظ تخصیص کارکنان خدماتی با سطوح مهارتی مختلف با کمترین هزینه، بر شرکت تولیدی مسلط است.

در مسأله بیشینه‌سازی سودآوری شرکت سطح پایینتر، اگرچه کمترین میزان نیروی کار خدماتی از کاراترین نیروها به لحاظ معیار هزینه بر واحد زمان - بشرطی که این نیروهای کار خدماتی قادر باشند مقدار سفارش های خدماتی رسیده را پردازش یا ترمیم کنند- در نظر گرفته می‌شود، همیشه صحیح نیست که محصولات به مقداری که حدود بودجه امکان می‌دهد ساخته شوند.

با توجه به جواب‌های رضایت‌بخش نهایی، از آنجائیکه شرکت سطح بالاتر مینیمم سطح رضایت‌بخشی خود را مشخص می‌کند، مشخصه‌های شرکت سطح بالاتر بیشتر از مشخصه‌های شرکت سطح پایین‌تر قابل مشاهده است. پیشنهاد می‌گردد اگر استفاده تمام و کمال بودجه موردنظر مطلوب باشد، مسأله بیشینه‌سازی سود فرموله گردد و مورد استفاده قرار گیرد. برعکس، در مواقعی که سودآوری بالاتر مورد انتظار باشد (حتی اگر مقداری از بودجه در نظر گرفته شده مازاد بماند)، بیشینه‌سازی سودآوری بایستی به عنوان تابع هدف انتخاب گردد و مسأله بیشینه‌سازی سودآوری مدلسازی و مورد استفاده قرار گیرد.

فهرست منابع

حمیدی، ناصر؛ رضا عسگرزاده صدقیانی. (۱۳۸۹). «ارائه مدل ریاضی طرح‌ریزی خدمات پس از فروش» مدیریت بازاریابی، ۹، ۹-۱۹.

دهقانی، علی؛ خردمند، کامران و محمد عبدی. (۱۳۸۶). «اثر بخشی هزینه های تحقیق و توسعه (بررسی موردی: تعاونیهای تولیدی استان خراسان رضوی و صنایع ایران)». فصلنامه بررسیهای اقتصادی، ۲، ۱۵-۳۲

طاهری فرد، مرتضی، تیموری، ابراهیم، ابراهیمی شقاقی، مرضیه. (۱۳۹۱). «تصمیم‌گیری در یک زنجیره تأمین دوسطحی بر اساس ساختارهای استاکلبرگ و کورنو»، مجله مدیریت صنعتی، سال هفتم، دوره نوزدهم، بهار ۱۳۹۱، ۷-۱.

صمدی، منصور؛ حاجی پور، بهمن و فارسی زاده، حسین. (۱۳۸۷). «نارسایی در ارائه خدمات مرتبط با محصول، استراتژی های احیاء خدمات مرتبط با محصول و تأثیر آنها بر رفتار مصرف کننده»، نشریه مدیریت بازرگانی، ۱، ۴۳-۵۴.

عبدالعلی پور، امیرحسین، ناظمی، جمشید، طلوعی اشلقی، عباس و حسین زاده لطفی، فرهاد. (۱۳۹۳). «طراحی مدل ریاضی برای هماهنگ سازی زمان پاسخ زنجیره ترمیم نارسایی خدماتی با ساختار تصمیم دو سطحی»، نشریه پژوهش های مدیریت در ایران، دوره ۱۸، بهار ۱۳۹۳ شماره ۱ (پیاپی ۸۳).

عبدالعلی پور، امیرحسین، هدایت زاده، حسام الدین، باقری قره بلاغ، هوشمند، علی پور، الهام. (۱۴۰۱). واکاوی نقش موانع رویگردانی مشتریان بر استراتژی ترمیم خدمات (مورد مطالعه: صنعت بانکداری). نشریه علمی پژوهشی مدیریت کسب و کارهای بین المللی، بهار ۱۴۰۱

کاظمی، مهدی و برید نظیف، یحیی. (۱۳۸۹). «عدالت ادراک شده از احیاء خدمات مرتبط با محصولی و تأثیر آن بر اعتماد مشتریان در شرکت های مسافربری هوایی داخلی»، پژوهش نامه مدیریت تحول، ۲، ۳۲-۴۳.

ناظمی، جمشید، طلوعی اشلقی، عباس، عبدالعلی پور، امیرحسین و حسین زاده لطفی، فرهاد. (۱۳۹۲). بهینه سازی دو سطحی زمان پاسخ زنجیره ترمیم نارسایی خدمات غیر متمرکز. اولین کنفرانس بین المللی حماسه سیاسی (با رویکردی بر تحولات خاورمیانه) و حماسه اقتصادی (با رویکردی بر مدیریت و حسابداری).

نیکبخت، محمد رضا و تناتی، محسن. (۱۳۸۶). «ارتباط نسبت های سودآوری تعدیل شده بر اساس تورم با نرخ بازده سهام شرکت های صنعت تصفیه ی نفت و پتروشیمی بورس اوراق بهادار تهران»، پژوهشنامه علوم انسانی و اجتماعی «علوم اقتصادی»، ۲۴، ۵۴-۶۰.

Anandalingam, G. (1988) "A mathematical programming model of decentralized multi-level systems," *Journal of Operational Research Society* 39, 1021-1033.

Bard, J.F. (1991) "Some properties of the bi-level programming problem," *Journal of Optimization Theory and Applications* 68, 371-378.

- Bitner, M. J., Booms, B. H., & Tetreault, M. S. (1990). The service encounter: Diagnosing favorable and unfavorable incidents. *Journal of Marketing*, 54, 71–84.
- Blodgett, J. G., Hill, D. J., and Tax, S. (1997). The effects of distributive, procedural, and interactional justice on post complaint behavior. *Journal of Retailing*, 73(2), 185–210.
- Bonifield, C., and Cole, C. A. (2008). Better him than me: social comparison theory and service recovery. *Journal of the Academy Marketing Science*, 36, 565-577.
- Carr, L. (1992). Applying cost of quality to a service business. *Sloan Management Review*, 33 (Summer), 72–77.
- Chung, B., Hoffman, K., & Douglas (1998). Critical incidents. *Cornell Hotel & 656 Restaurant Administration Quarterly*, 39(3), 66–71.
- Depamphilis, D. (2008) “*Mergers, acquisitions, and other restructuring activities*”. NY, Elsevier, Academic Press.
- Duffy, J. A.M., Miller, J.M. & Bexley, J.B. (2004). "Banking customers' varied reactions to service recovery strategies". *International Journal of Bank Marketing*, Vol. 24 No. 2, pp. 112-132.
- Grönroos, C. (1994). From scientific management to service management: A management perspective for the age of service competition. *International Journal of Service Industry Management*, 5(1), 5–20.
- Ha, J., and Jang, S., (2009). “Perceived justice in service recovery and behavioral intentions: The role of relationship quality”, *International Journal of Hospitality Management*, 28, 319–327
- Huang, W.H & Lin, T.D. (2010). "Developing effective service compensation strategies. Is a price reduction more effective than a free gift?" *.Journal of Service Management*, Vol. 22 No. 2, pp. 202-216
- Hocutt, M.A., Bowers, M.R. & Donavan, D.T. (2006), "The art of service recovery: fact or fiction?" *Journal of Services Marketing*. 20/3,199–207.
- Jin, D., Nicely, A., Fan, A., & Adler, H. (2019). Joint effect of service recovery types and times on customer satisfaction in lodging. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 38, 149-158.
- Johnston, R., and Michel, S. (2008). “Three outcomes of service recovery”, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 28, No. 1, pp. 79-99

Kato, K., and Sakawa, M. (2011) “An interactive fuzzy satisficing method based on variance minimization under expectation constraints for multiobjective stochastic linear programming problems,” *Soft Comput* , 15:131–138

Lai, Y.J. (1996) “Hierarchical optimization: a satisfactory solution,” *Fuzzy Sets and Systems* 77, 321–335.

Lin, W. (2010). “Service failure and consumer switching behaviors: Evidence from the insurance industry”, *Expert Systems with Applications* 37 , 3209–3218

Mathieu, R., Pittard, C.L., and Anandalingam, G. (1994) “Genetic algorithm based approach to bilevel linear programming”, *operations research*, Vol. 28, No.1, 1-21.

Marcotte, P. (1986) “Network design problem with congestion effects: a case of bilevel programming,” *Mathematical Programming* 34, 142–162

Maxham III,.(2001).Service recovery’s influence on consumer satisfaction positive word-of-mouth, and purchase intentions, *Journal of Business Research* 54 (2001) 11 – 24.

McCollough, M. A., Berry, L. L., & Yadav, M. S. (2000). An empirical investigation of customer satisfaction after service failure and recovery. *Journal of Service Research*, 3(2), 121–137.

Miller, J. L., Craighead, C. W., & Karwan, K. R. (2000). Service recovery: A framework 712 and empirical investigation. *Journal of Operations Management*, 18, 387–400.

Moore, J.T., and Bard, J.F. (1990) “The mixed integer liner bilevel programming problem,” *Operations Research* 38, 911–921.

Murray, K. B., & Schlacter, J. L. (1990). The impact of services versus goods on consumers’ assessment of perceived risk and variability. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 18(1), 51–65.

Tax, S. S., Brown, S. W., & Chandrashekar, M. (1998). Customer evaluations of service complain experiences: Implications for relationship marketing. *Journal of Marketing*, 62(April), 60–76.

Tsai, M., Lin ,Shu-Ping, Chan,Y. (2011) Service failures identification: The involvement of the interrelation effect in service practices, *African Journal of Business Management*, Vol. 5(6), pp. 2301-2311

Sakawa, M., Nishizaki, I. (2009). *Cooperative and Non cooperative Multi-Level Programming: Concepts, Systems, Algorithms & Case Studies*. Springer Dordrecht Heidelberg London New York

Schoefer, K., and Diamantopoulos, A. (2008).” Measuring experienced emotions during service recovery encounters: construction and assessment of the ESRE scale”, *Service Business*, 2:65–81.

Simaan, M., and Cruz, J.B. (1973) “A Stackelberg solution for games with many players,” *IEEE Transactions on Automatic Control* AC-18, 322–324.

Sparks, B. A., & McColl-Kennedy, J. R. (2001). Justice strategy options for increased customer satisfaction in a service recovery setting. *Journal of Business Research*, 54(3), 209–218.

Zimmermann, H. J. (1976) “Description and optimization of fuzzy systems,” *International Journal of General Systems*, 2, 209–215.