Archive of SID

فصلنامه‌ی علمی و پژوهشی شریف
تابستان ۱۳۸۵، شماره‌ی سی و چهارم، ص. ۸۷-۹۶

توسعه و به‌کارگیری تکنیک «مدیریت درآمد» در سیستم‌های تولید انبارشی

الهام مردانه (کارشناسی ارشد)
محمدرضا اکبری‌جوکار (دانشیار)
دانشکده‌ی مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی شریف

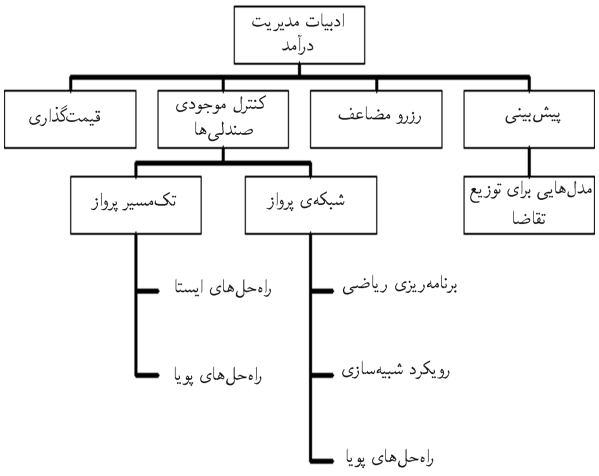
مدیریت درآمد عبارت است از فرایند پذیرش یا رد سفارش که با به‌کارگیری تکنیک‌های مختلف قیمت‌گذاری و فروش ظرفیت، به کسب درآمد بیشتر می‌پردازد. اگر چه این فرایند در صنایع خدماتی پیشرفت چشم‌گیری داشته، زمینه‌های کاربرد آن در دیگر سیستم‌ها مانند سیستم تولید / موناتژ سفارشی[1] و سیستم تولید انبارشی نیز مورد توجه قرارگرفته است. تاکنون تکنیک‌های مدیریت درآمد با موفقیت در صنایع خدماتی ــ نظیر خطوط هوایی، راه آهن، دریایی و هتل‌داری ــ به‌کار رفته است ولی در این نوشتار کاربرد مدیریت درآمد به صنایع تولیدی تعمیم داده شده و از آن در فروش یک محصول با دو سطح قیمتی متفاوت استفاده شده است. موضوع قابل توجه در این تحقیق بررسی هم‌زمان قیمت و ظرفیت است. درواقع مدل‌سازی مسئله‌ی تخصیص ظرفیت به دو سطح قیمتی (فروش نقدی ـ پیش فروش) و قیمت‌گذاری هر دو سطح در یک شرکت تولیدی خاص مورد بحث این نوشتار است که با رویکرد مدیریت درآمد به آن پرداخته‌ایم. پس از مدل‌سازی، با استفاده از شبیه‌سازیِ چند سناریوی محتمل در اجرا مورد بررسی قرارگرفته و نتایج تصمیم‌گیری مشخص شده است.

مقدمه

خطوط هوایی، تصمیم‌گیری درمورد قیمت‌گذاری و تخصیص ظرفیت را با استفاده از فرایند قبول سفارشات از قبل، برای صندلی‌های با تخفیف و یا رد آن به امید فروش با قیمت بالاتر در آینده انجام می‌دهند. در واقع این نوع تصمیم‌گیری در مورد قیمت و ظرفیت تحت عنوان مدیریت درآمد[2] شناخته شده است که فعالیت‌های بازاریابی، مالی و عملیاتی را یکپارچه می‌کند تا درآمد حاصل از ظرفیت موجود بیشینه شود. مدیریت درآمد راهکارهای گوناگون قیمت‌گذاری را چنان با برنامه‌ریزی ظرفیت ترکیب می‌کند که ضمن مدیریت تقاضا، قابلیت اطمینان تحویل را افزایش داده و نحوه‌ی کسب درآمد بیشتر از تغییر سفارشات را تشخیص می‌دهد. تاکنون تکنیک‌های مدیریت درآمد با موفقیت در صنایع خدماتی نظیر خطوط هوایی، راه‌آهن و دریایی، هتل‌داری، بیمارستان‌ها، بنگاه‌های اجاره خودرو، شرکت‌های تبلیغاتی، چاپ و انتشار، رستوران‌ها و رسانه‌های تلویزیونی کاربرد داشته است ولی در این نوشتار کاربرد مدیریت درآمد به صنایع تولیدی تعمیم داده شده و از آن در فروش یک محصول با دو سطح قیمتی متفاوت استفاده شده است. در واقع مدل‌سازیِ مسئله‌ی تخصیصِ ظرفیت به دو سطح قیمتی (فروش نقدی و پیش فروش) و قیمت‌گذاری هر دو سطح در یک شرکت تولیدی خاص مورد بحث این نوشتار است که با رویکرد مدیریت درآمد به آن پرداخته‌ایم.

مختصر مطالعه‌ی ادبیات مدیریت درآمد

توضیحات لازم در مورد منشأ مدیریت درآمد و تاریخچه آن در منابع متعدد آمده است.[۱-۶] ادبیات مدیریت درآمد، در چهار زمینه‌ی مختلف پیش‌بینی، رزرو مضاعف (رزرو بیش از ظرفیت به‌دلیل عدم حضور مشتریان در هنگام ارائه‌ی خدمت)، کنترل موجودی صندلی‌ها و قیمت‌گذاری مورد بررسی قرار گرفته، که خلاصه‌ی آن در شکل ۱ ترسیم شده است:



شکل ۱. ساختار کلی مسائل مدیریت درآمد.

www.SID.ir

Archive of SID

برای مطالعه‌ی بیشتر مدیریت درآمد منابع معتبری در دسترس است.[۷-۹] در حوزه‌ی مدیریت درآمد، تاکنون مقالات بسیار کمی در زمینه‌ی تخصیص ظرفیت و قیمت‌گذاری به‌طور هم‌زمان صورت گرفته‌است. بوتیمر (۱۹۹۴) در رساله‌ی دکتری خود از مدلی برای تقاضای نامحدود برای صندلی‌های خطوط هوایی استفاده کرد تا بتواند با توجه به هزینه‌ی محدودسازی برای مسافران، تابع تقاضا را برای محصولات کرایه‌یی محدود استخراج کند.[۱۰] همچنین، به‌منظور در نظر گرفتن امکان جابه‌جایی مسافران، او تغییراتی در مدل خود ایجاد کرد.

لای (۱۹۹۴) ثابت کرد که در شرایطی که محدودیت‌هایی به‌منظور ایجاد سطح‌های قیمتی مختلف اعمال می‌شوند، از ترتیب خاصی پیروی کنند، ایجاد تعداد اندکی سطح قیمتی بهینه خواهد بود (در شرایطی ۳ سطح و در شرایط دیگری ۴ سطح).[۱۱] ودرفورد (۱۹۹۴) به‌منظور قیمت‌گذاری و تخصیص هم‌زمان مدلی ارائه داد که در آن فرض کرده بود تقاضا توزیع نرمال دارد.[۱۲] وی همچنین تقاضا را به‌صورت تابعی خطی از قیمت در نظر گرفته بود. کارهایی از این قبیل که در آن، درآمد کل تابعی از دو متغیر قیمت و نحوه‌ی تخصیص هم‌زمان فرض می‌شوند بسیار پیچیده‌اند و تاکنون هیچ نتیجه‌ی ساختاری و اساسی از آن‌ها به دست نیامده است.

نتایج محاسبات انجام شده بر روی تعداد زیادی از مسائل آزمایشی نشان می‌دهد که هرگاه قیمت نیز به‌عنوان یک متغیر در نظر گرفته شود توان محاسباتی بسیار بیشتری مورد نیاز است.[۱۳]

هریس و پایندر[۳] (۱۹۹۵) از مدیریت درآمد در تخصیص ظرفیت و قیمت‌گذاری سیستم‌های مونتاژ سفارشی استفاده کردند، ولی در این مدل نحوه‌ی ارتباط قیمت با تقاضا به‌روشنی بیان نشده است، لذا استفاده از آن برای مطالعات موردی پیشنهاد نمی‌شود.

تحقیقات انجام شده در زمینه‌ی سیستم‌های انبارشی به این موضوع می‌پردازد که یا محصول با قیمت بالا به‌طور نقد فروش رود و یا با مشتریانی که انبوه خرید می‌کنند قرارداد بلندمدت منعقد شود.[۱]

چنان که قبلاً گفتیم در این نوشتار کاربرد مدیریت درآمد در صنایع تولیدی مورد بحث واقع شده است. شرکت مورد مطالعه به تولید محصول بر مبنای سیستم انبارشی می‌پردازد، ولی با مشتریان قرارداد بلندمدت منعقد نمی‌کند.

مفاهیم مدیریت درآمد و تعمیم آن به صنایع تولیدی

محققین ویژگی‌های صنایع خدماتی را که باعث فراهم آمدن زمینه‌ی به‌کارگیری مدیریت درآمد در آنها شده‌اند، چنین تعیین کرده‌اند:[۷و۱۴]
۱. فناپذیری؛ ۲. ظرفیت ثابت؛ ۳. هزینه‌ی بسیار بالای تغییر ظرفیت؛ ۴. تقسیم‌بندی بازار / تقاضا؛ ۵. پیش‌فروش؛ ۶. تقاضای تصادفی؛ ۷. وجود سوابق اطلاعاتی فروش و قابلیت پیش‌بینی.

این مشخصه‌ها را می‌توان به‌نحوی در صنعت تولید نیز مرتبط کرد، تا زمینه‌ی به‌کارگیری تکنیک مدیریت درآمد در آنها هم مهیا شود.

۱. **فناپذیری:** همان‌طور که اگر هواپیما با صندلی خالی پرواز کند، درآمدی را از دست داده است، در تولید نیز به همین ترتیب ظرفیت تولید از بین می‌رود. ولی از آنجا که ما ظرفیت تولید را با تعداد محصول تولیدی می‌سنجیم، می‌توان محصولات فروش نرفته را برای فروش در فرصت‌های بعدی نگه‌داری کرد. لذا مقداری هزینه‌ی نگه‌داری به آن تعلق می‌گیرد.

۲. **ظرفیت ثابت:** در صنایع خدماتی مثل هواپیما یا هتل‌داری، میزان ظرفیت (صندلی هواپیما، اتاق هتل) ثابت است. در صنایع تولیدی نیز هدف از به‌کارگیری مدیریت درآمد، فروش ظرفیت ثابتی از محصول طی یک افق زمانی مشخص است. اگر چه می‌توان با اضافه‌کاری یا عقد قرارداد با پیمانکاران خارج از شرکت، ظرفیت را تا حدی افزایش داد، محدودیت‌های اجرایی این روش‌ها باعث می‌شود که در به‌کارگیری مدیریت درآمد از آنها صرف‌نظر کنیم.

۳. **هزینه بسیار بالای تغییر ظرفیت:** اگر امکان افزایش ظرفیت وجود داشته باشد، یعنی هزینه‌ی افزایش آن پایین باشد، شرکت می‌تواند از این طریق به نوسانات تقاضا پاسخ دهد. در صنایع خدماتی نظیر هتل‌داری و هواپیما این هزینه بسیار بالاست. در صنایع تولیدی، به‌ویژه صنعت مورد مطالعه نیز با چنین حالتی مواجهیم.

۴. **تقسیم‌بندی بازار / تقاضا:** تقسیم بازار به انواع مشتریانی که نسبت به قیمت حساس‌اند، در صنایع خدماتی همواره وجود داشته است. مثلاً اگر محصول / خدمت با سرویس بیشتر و بالطبع قیمت بالاتری ارائه شود یا با خدمات معمولی و در قیمت پایین‌تری باشد، تقاضا برای هر نوع وجود داشته و معلوم است. در صنایع تولیدی نیز می‌توان از یک محصول یکسان درآمدهای متفاوتی کسب کرد. در نتیجه مشتریان حاضرند قیمت‌های مختلف برای همان نوع محصول بپردازند و این همان تقسیم‌بندی بازار است.

۵. **پیش‌فروش:** در صنایع تولیدی نیز می‌توان محصول را از قبل پیش‌فروش کرد، یا به یک تقاضای پیش‌فروش پاسخ مثبت یا منفی داد.

۶. **تقاضای تصادفی:** تقاضای بازار ذاتاً تصادفی است، چه در صنایع خدماتی و چه تولیدی، و اساساً همین موضوع است که در تعیین قیمت محصول و میزان آن در گروه‌های مختلف بازار نقش به‌سزایی دارد.

۷. **وجود سوابق اطلاعاتی فروش و قابلیت پیش‌بینی:** در هر صنعتی سوابق اطلاعاتی فروش وجود دارد و ربطی به نوع صنعت ندارد. از این اطلاعات در پیش‌بینی تقاضا و نیز تقسیم‌بندی بازار به انواع مشتریان حساس به قیمت استفاده می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

تعریف مسئله و مدل‌سازی آن در شرکت مورد مطالعه

هم‌اکنون، مشکل فروش در شرکت مورد مطالعه این است که بدون هیچ سیاست مدونی و تنها بر مبنای نظر کارشناسان فروش اقدام به فروش و یا پیش فروش محصول خود می‌نمایند. این در حالی است که می‌توان با استفاده از شیوه‌ی مدیریت درآمد، به این تصمیم‌گیری جنبه‌ی علمی بخشید و از آن طریق به حل مسئله پرداخت.

در این نوشتار می‌خواهیم با روش مدیریت درآمد تعیین کنیم که از ظرفیت روزانه‌ی تولید محصول چه مقدار آن را به‌طور نقدی یا فوری بفروشیم و چه مقدار را پیش‌فروش کنیم؟ در ضمن قیمت پیشنهادی برای هر دو سطح چه مقدار است؟ (لازم به ذکر است که قیمت‌ها به‌صورت ارزش فعلی محصول NPV در نظر گرفته می‌شوند). به‌عبارت دیگر قسمتی از ظرفیت تولید روزانه، با قیمت ارزان‌تر در اختیار مشتریانی قرار می‌گیرد که زودتر برای دادن سفارش مراجعه می‌کنند و بقیه‌ی ظرفیت با قیمت بالاتر در اختیار مشتریانی است که دیرتر مراجعه می‌کنند. واضح است که هر یک از این قیمت‌ها مشتریان خاص خود را دارد. حال سؤال اساسی این است که با توجه به تقاضای احتمالی هر یک از این دو گروه چه مقدار از ظرفیت به هر گروه تخصیص داده شود، تا سود شرکت بهینه شود.

نکته‌ی حائز اهمیت در این تحقیق، بررسی همزمان قیمت و تخصیص ظرفیت است که در ادبیات مطالعه‌ی مدیریت درآمد چنین مسئله‌یی به‌ندرت مطرح شده و همواره با پیچیدگی همراه بوده است. اهم فرضیاتی که برای حل مسئله درنظر می‌گیریم عبارت‌اند از:

۱. احتمال اینکه مشتری سفارش خود را پس بگیرد یا قرارداد لغو شود وجود ندارد؛

۲. تقاضای تصادفی برای هر دو سطح مستقل از یکدیگرند؛

۳. قیمت فروش تابعی از مقدار فروش نیست؛

۴. روزانه به تعداد مشخص C محصول تولید می‌شود؛ یعنی ظرفیت ثابت است.

در این مسئله چون فقط خط تولید یک محصول به‌تنهایی مورد بررسی قرار گرفته است، می‌توان آن را از نوع مسئله‌ی کنترل موجودی صندلی با تک‌مسیر پرواز در نظر گرفت که به‌صورت استاتیک حل شده است. تفاوت این مسئله با مسئله‌ی مدیریت درآمد در این است که محصول شرکت مورد مطالعه فناپذیر نیست و در صورت فروش‌نرفتن آن در هر سطح قیمتی، مقداری هزینه‌ی نگه‌داری باید در نظر گرفته شود. در ضمن در صورت از دست دادن مشتری، هزینه‌ی کمبود نیز محاسبه می‌شود.

در این مطالعه‌ی موردی، فرض بر این است که روزانه تعداد C محصول تولید می‌شود. حال روش تخصیص تعداد C محصول به دو سطح قیمتی و قیمت فروش بهینه، مورد نظر این نوشتار است. واضح است که در این صورت ما با محدودیت ظرفیت هم مواجه خواهیم شد.

ابتدا پارامترهای مسئله را تعریف می‌کنیم:

C: کل ظرفیت تولید محصول در روز

P_1: قیمت فروش یک واحد محصول به‌صورت نقدی/فوری

P_2: قیمت فروش یک واحد محصول به‌صورت پیش‌فروش که $P_2 < P_1$

q_1: ظرفیت تخصیص داده شده به فروش نقدی/فوری

q_2: ظرفیت تخصیص داده شده به پیش فروش که $q_2 + q_1 = C$

S_1: ظرفیتی که اضافه بر تقاضای مورد انتظار فروش فوری در نظر گرفته می‌شود (مثل موجودی ذخیره).

S_2: ظرفیتی که اضافه بر تقاضای مورد انتظار پیش فروش در نظر گرفته می‌شود.

$Q_1(P_1)$: تقاضای مورد انتظار فروش فوری در صورتی که قیمت P_1 باشد، که این مقدار تابعی نزولی از قیمت P_1 است. توجه شود که $q_1 = Q_1(P_1) + S_1$

$Q_2(P_2)$: تقاضای مورد انتظار فروش فوری در صورتی که قیمت P_2 باشد، که این مقدار تابعی نزولی از قیمت P_2 است. توجه شود که $q_2 = Q_2(P_2) + S_2 = C - q_1 = C - Q_1(P_1) - S_1$

ϵ_1: جزء تصادفی تقاضای فروش فوری که در محدوده‌ی (a_1, b_1) قرار دارد.

ϵ_2: جزء تصادفی تقاضای پیش فروش که در محدوده‌ی (a_2, b_2) قرار دارد.

$F_1(\epsilon_1)$: تابع توزیع تجمعی ϵ_1

$F_2(\epsilon_2)$: تابع توزیع تجمعی ϵ_2

$D_1(P_1, \epsilon_1)$: تقاضای تصادفی فروش فوری که $D_1(P_1, \epsilon_1) = Q_1(P_1) + \epsilon_1$

$D_2(P_2, \epsilon_2)$: تقاضای تصادفی پیش فروش که $D_2(P_2, \epsilon_2) = Q_2(P_2) + \epsilon_2$

g_{11}: هزینه‌ی کمبود هر واحد محصول برای تقاضای فروش فوری در صورتی که تقاضا کمتر از کل ظرفیت یعنی C باشد.

g_{12}: هزینه‌ی کمبود هر واحد محصول برای تقاضای فروش فوری در صورتی که تقاضا بیشتر از کل ظرفیت یعنی C باشد.

g_{21}: هزینه‌ی کمبود هر واحد محصول برای تقاضای پیش فروش در صورتی که تقاضا کمتر از کل ظرفیت یعنی C باشد.

g_{22}: هزینه‌ی کمبود هر واحد محصول برای تقاضای پیش فروش در صورتی که تقاضا بیشتر از کل ظرفیت یعنی C باشد.

h: هزینه‌ی نگه‌داری هر واحد محصول در روز

TC: هزینه‌ی مربوط به قیمت تمام شده‌ی C واحد محصول

www.SID.ir

Archive of SID

TP: تابع هدف که عبارت است از مجموع درآمدهای حاصل از فروش و هزینه‌های ناشی از موجودی اضافی و یا کمبود موجودی. بدیهی است مقدار TP با TCمقایسه می‌شود و در نهایت برای اقتصادی بودن مسئله باید TP>TC باشد. حال تابع هدف (TP) را با توجه به پارامترهای مطرح شده می‌نویسیم (برای ساده نمایش دادن فرمول، $D_i(p_i, \epsilon_i)$را به‌اختصار با D_i نشان می‌دهیم):

$$TP = \int_{0}^{q_1}\int_{0}^{q_2}(p_1.D_1+ p_2.D_2).f_1(D_1).f_2(D_2)d_{D_1}d_{D_2} \quad (1)$$

$$-\int_{0}^{q_1}\int_{0}^{q_2} h.(q_1 - D_1+ q_2 - D_2).f_1(D_1).f_2(D_2)d_{D_1}d_{D_2} \quad (2)$$

$$+\int_{q_1}^{\infty}\int_{0}^{q_2}(p_1.(q_1+ q_2 - D_2) + p_2.D_2).f_1(D_1).f_2(D_2)d_{D_1}d_{D_2} \quad (3)$$

$$-\int_{q_1}^{q_1+q_2-D_2}\int_{0}^{q_2} h.(q_1 - D_1+ q_2 - D_2).f_1(D_1).f_2(D_2)d_{D_1}d_{D_2} \quad (4)$$

$$-\int_{q_1+q_2-D_2}^{c}\int_{0}^{q_2} g_{11}.(-q_1+ D_1 - q_2 + D_2).f_1(D_1).f_2(D_2)d_{D_1}d_{D_2} \quad (5)$$

$$-\int_{c}^{\infty}\int_{0}^{q_2}[g_{11}.D_2+ g_{12}.(D_1 - c)].f_1(D_1).f_2(D_2)d_{D_1}d_{D_2} \quad (6)$$

$$+\int_{0}^{q_1}\int_{q_2}^{\infty}(p_1.D_1+ p_2.(q_1 + q_2 - D_1)).f_1(D_1).f_2(D_2)d_{D_1}d_{D_2} \quad (7)$$

$$-\int_{0}^{q_1}\int_{q_2}^{q_1+q_2-D_1} h.(q_1- D_1 + q_2 - D_2).f_1(D_1).f_2(D_2)d_{D_1}d_{D_2} \quad (8)$$

$$-\int_{0}^{q_1}\int_{q_1+q_2-D_1}^{c} g_{21}.(-q_1+ D_1 - q_2 + D_2).f_1(D_1).f_2(D_2)d_{D_1}d_{D_2} \quad (9)$$

$$-\int_{0}^{q_1}\int_{c}^{\infty}[g_{21}.D_1+ g_{22}.(D_2 - c)].f_1(D_1).f_2(D_2)d_{D_1}d_{D_2} \quad (10)$$

$$+\int_{0}^{q_1}\int_{q_2}^{\infty}(p_1.q_1 + p_2.q_2).f_1(D_1).f_2(D_2)d_{D_1}d_{D_2} \quad (11)$$

$$-\int_{q_1}^{c}\int_{q_2}^{c}[g_{11}.(D_1- q_1) + g_{21}.(D_2 - q_2)].f_1(D_1).f_2(D_2)d_{D_1}d_{D_2} \quad (12)$$

$$-\int_{q_1}^{c}\int_{c}^{\infty}[g_{11}.(D_1 - q_1) + g_{21}.(c - q_2) + g_{22}.(D_2 - c)].f_1(D_1).f_2(D_2)d_{D_1}d_{D_2} \quad (13)$$

$$-\int_{c}^{\infty}\int_{q_2}^{c}[g_{11}.(c - q_1) + g_{12}.(D_1 - c)+ g_{21}.(D_2 - q_2)].f_1(D_1).f_2(D_2)d_{D_1}d_{D_2} \quad (14)$$

$$-\int_{c}^{\infty}\int_{c}^{\infty}[g_{11}.(c - q_1) + g_{12}.(D_1 - c) + g_{21}.(c - q_2) + g_{22}(D_2 - c)].f_1(D_1).f_2(D_2)d_{D_1}d_{D_2} \quad (15)$$

در ادامه هر یک از انتگرال‌های فوق را توضیح می‌دهیم:

انتگرال اول: مقدار درآمد حاصل از فروش D_1 واحد محصول به‌صورت فوری و D_2 واحد محصول به‌صورت پیش‌فروش، در صورتی که تقاضای فروش فوری از مقدار ظرفیت تخصیص داده شده به آن کم‌تر و نیز تقاضای پیش‌فروش از مقدار ظرفیت پیش فروش کم‌تر باشد (یعنی $D_1 \le q_1 \ , D_2 \le q_2$).

انتگرال دوم: مجموع هزینه‌ی نگه‌داری در صورتی که تقاضای فروش فوری از مقدار ظرفیت تخصیص داده شده به آن کم‌تر و نیز تقاضای پیش‌فروش از مقدار ظرفیت پیش‌فروش کم‌تر باشد (یعنی $D_2 \le q_2$و $D_1 \le q_1$).

انتگرال سوم: مقدار درآمد حاصل از فروش $(q_1 + q_2 - D_1)$ واحد محصول به‌صورت فوری و D_2 واحد محصول به‌صورت پیش‌فروش؛ در صورتی که تقاضای فروش فوری از مقدار ظرفیت تخصیص داده شده به آن بیشتر ولی تقاضای پیش‌فروش از مقدار ظرفیت پیش فروش کم‌تر باشد، (یعنی$D_2 \le q_2$ و$D_1 > q_1$).

انتگرال چهارم: مجموع هزینه‌ی نگه‌داری در صورتی که تقاضای فروش فوری از مقدار ظرفیت تخصیص داده شده به آن بیشتر ولی از $c - D_2$ کم‌تر و تقاضای پیش‌فروش از مقدار ظرفیت پیش‌فروش کم‌تر باشد، (یعنی $q_1 \le D_1 \le c - D_2 \ , D_2 \le q_2$).

انتگرال پنجم: مجموع هزینه کمبود در صورتی که تقاضای فروش فوری از مقدار $c - D_2$بیشتر ولی از c کم‌تر و تقاضای پیش‌فروش از مقدار ظرفیت پیش‌فروش کم‌تر باشد (یعنی $c - D_2 \le D_1 \le c \ , D_2 \le q_2$).

انتگرال ششم: مجموع هزینه‌ی کمبود در صورتی که تقاضای فروش فوری از مقدار cبیشتر و تقاضای پیش‌فروش از مقدار ظرفیت پیش‌فروش کم‌تر باشد (یعنی $c \le D_1 \ , D_2 \le q_2$)؛ در این حالت قسمتی از

www.SID.ir

Archive of SID

تقاضای فروش فوری که کم‌تر از c است با هزینه کمبود نوع اول یعنی g_{11} محاسبه می‌شود و مابقی که از c بزرگ‌تر است با هزینه کمبود نوع دوم یعنی g_{12}.

انتگرال هفتم: مقدار درآمد حاصل از فروش $(q_1+q_2-D_2)$ واحد محصول به‌صورت پیش فروش و D_1 واحد محصول به‌صورت فوری، در صورتی که تقاضای فروش فوری از مقدار ظرفیت تخصیص داده شده به آن کم‌تر ولی تقاضای پیش‌فروش از مقدار ظرفیت پیش‌فروش بیشتر باشد، (یعنی $D_1 \le q_1$، $D_2 > q_2$).

انتگرال هشتم: مجموع هزینه‌ی نگه‌داری در صورتی که تقاضای پیش‌فروش از مقدار ظرفیت تخصیص داده شده به آن بیشتر ولی از $c-D_1$ کم‌تر و تقاضای فروش فوری از مقدار ظرفیت فروش فوری کم‌تر باشد (یعنی $q_2 \le D_2 \le c-D_1, D_1 \le q_1$).

انتگرال نهم: مجموع هزینه کمبود در صورتی که تقاضای پیش‌فروش از مقدار $c-D_1$ بیشتر ولی از c کم‌تر و تقاضای فروش فوری از مقدار ظرفیت فروش فوری کم‌تر باشد (یعنی $c-D_1 \le D_2 \le c\ , D_1 \le q_1$).

انتگرال دهم: مجموع هزینه کمبود در صورتی که تقاضای پیش‌فروش از مقدار c بیشتر و تقاضای فروش فوری از مقدار ظرفیت فروش فوری کم‌تر باشد (یعنی $c \le D_2\ , D_1 \le q_1$)؛ در این حالت قسمتی از تقاضای پیش‌فروش که کم‌تر از c است با هزینه کمبود نوع اول یعنی g_{21} محاسبه می‌شود و مابقی که از c بزرگ‌تر است با هزینه کمبود نوع دوم یعنی g_{22}.

انتگرال یازدهم: مقدار درآمد حاصل از فروش q_2 واحد محصول به‌صورت پیش‌فروش و q_1 واحد محصول به‌صورت فوری، در صورتی که تقاضای فروش فوری از مقدار ظرفیت تخصیص داده شده به آن بیشتر و تقاضای پیش‌فروش از مقدار ظرفیت پیش فروش بیشتر باشد (یعنی $D_1 > q_1$، $D_2 > q_2$).

انتگرال دوازدهم: مجموع هزینه‌ی کمبود در صورتی که تقاضای پیش‌فروش از مقدار q_2 بیشتر ولی از c کم‌تر و تقاضای فروش فوری از مقدار ظرفیت فروش فوری بیشتر و از c کم‌تر باشد (یعنی $q_2 \le D_2 \le c\ ,\ q_1 \le D_1 \le c$).

انتگرال سیزدهم: مجموع هزینه‌ی کمبود در صورتی که تقاضای فروش فوری از مقدار q_1 بیشتر ولی از c کم‌تر و تقاضای پیش‌فروش از مقدار c بیشتر باشد (یعنی $c \le D_2\ ,\ q_1 \le D_1 \le c$).

انتگرال چهاردهم: مجموع هزینه‌ی کمبود در صورتی که تقاضای پیش‌فروش از مقدار q_2 بیشتر ولی از c کم‌تر و تقاضای فروش فوری از مقدار c بیشتر باشد (یعنی $c \le D_1\ ,\ q_2 \le D_2 \le c$).

انتگرال پانزدهم: مجموع هزینه‌ی کمبود در صورتی که هم تقاضای پیش‌فروش و هم تقاضای فروش فوری از مقدار c بیشتر باشد (یعنی $c \le D_2\ ,\ c \le D_1$).

حال در رابطه‌ی سود (TP)، روابط زیر را جایگزین می‌کنیم:

$$\begin{cases} q_1 = Q_1(P_1) + S_1 \\ q_2 = c - q_1 = c - Q_1(p_1 - S_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} D_1(P_1,\epsilon_1) = Q_1(P_1) + \epsilon_1 \\ D_2(P_2,\epsilon_2) = Q_2(P_2) + \epsilon_2 \end{cases}$$

به‌منظور ساده نمایش دادن فرمول، $\mathrm{Q}_i\,(\mathrm{p}_i)$ را به اختصار با Q_i نشان می‌دهیم.

$$\begin{aligned}
TP = &\int_{a_1}^{s_1}\int_{a_2}^{c-Q_1-Q_2-s_1}(p_1.(Q_1 \\
&+\epsilon_1)+p_2.(Q_2+\epsilon_2)).f_1(\epsilon_1).f_2(\epsilon_2)d_{\epsilon_1}d_{\epsilon_2} \\
&-\int_{a_1}^{s_1}\int_{a_2}^{c-Q_1-Q_2-s_1}h.(c-\epsilon_1- \\
&Q_1-Q_2-\epsilon_2).f_1(\epsilon_1).f_2(\epsilon_2)d_{\epsilon_1}d_{\epsilon_2} \\
&+\int_{s_1}^{b_1}\int_{a_2}^{c-Q_1-Q_2-s_1}(p_1.(c-Q_2-\epsilon_2)+ \\
&+p_2.(Q_2+\epsilon_2)).f_1(\epsilon_1).f_2(\epsilon_2)d_{\epsilon_1}d_{\epsilon_2} \\
&-\int_{s_1}^{c-Q_1-Q_2-\epsilon_2}\int_{a_2}^{c-Q_1-Q_2-s_1}(h.(c-Q_1- \\
&\epsilon_1-Q_2-\epsilon_2)+p_2.(Q_2+\epsilon_2)).f_1(\epsilon_1).f_2(\epsilon_2)d_{\epsilon_1}d_{\epsilon_2} \\
&-\int_{c-Q_1-Q_2-\epsilon_2}^{c-Q_1}\int_{a_2}^{c-Q_1-Q_2-s_1}g_{11}.(-c+\epsilon_1+ \\
&Q_1+Q_2+\epsilon_2).f_1(\epsilon_1).f_2(\epsilon_2)d_{\epsilon_1}d_{\epsilon_2} \\
&-\int_{c-Q_1}^{b_1}\int_{a_2}^{c-Q_1-Q_2-s_1}[g_{11}.(Q_2+ \\
&\epsilon_2)+g_{12}.(Q_1+\epsilon_1-c)].f_1(\epsilon_1).f_2(\epsilon_2)d_{\epsilon_1}d_{\epsilon_2} \\
&+\int_{a_1}^{s_1}\int_{c-Q_1-Q_2-s_1}^{b_2}(p_1.(\epsilon_1 \\
&+Q_1)+p_2.(c-\epsilon_1-Q_1)).f_1(\epsilon_1).f_2(\epsilon_2)d_{\epsilon_1}d_{\epsilon_2} \\
&-\int_{a_1}^{s_1}\int_{c-Q_1-Q_2-s_1}^{c-Q_1-Q_2-\epsilon_1}h.(c- \\
&\epsilon_1-Q_1-Q_2-\epsilon_2).f_1(\epsilon_1).f_2(\epsilon_2)d_{\epsilon_1}d_{\epsilon_2} \\
&-\int_{a_1}^{s_1}\int_{c-Q_1-Q_2-\epsilon_1}^{c-Q_2}g_{21}.(-c+ \\
&\epsilon_1+Q_1+Q_2+\epsilon_2).f_1(\epsilon_1).f_2(\epsilon_2)d_{\epsilon_1}d_{\epsilon_2}
\end{aligned}$$

www.SID.ir

Archive of SID

$$- \int_{a_1}^{s_1} \int_{c-Q_2}^{b_2} [g_{21}.(\epsilon_1 + Q_1) + g_{22}.(\epsilon_2 +$$

$$Q_2 - c)].f_1(\epsilon_1).f_2(\epsilon_2)d_{\epsilon_1}d_{\epsilon_2}$$

$$+ \int_{a_1}^{s_1} \int_{c-Q_1-Q_2-s_1}^{b_2} (p_1.(s_1 + Q_1) +$$

$$p_2.(c - s_1 - Q_1)).f_1(\epsilon_1).f_2(\epsilon_2)d_{\epsilon_1}d_{\epsilon_2}$$

$$- \int_{a_1}^{s_1} \int_{c-Q_1-Q_2-s_1}^{b_2} [g_{11}.(\epsilon_1 - s_1) + g_{21}.(Q_2$$

$$+ \epsilon_2 - c - Q_1 - s_1)]f_1(\epsilon_1).f_2(\epsilon_2)d_{\epsilon_1}d_{\epsilon_2}$$

$$\int_{s_1}^{c-Q_1} \int_{c-Q_2}^{b_2} [g_{11}.(\epsilon_1 - s_1) + g_{21}.(Q_1 + s_1) +$$

$$g_{22}.(\epsilon_2 + Q_2 - c)].f_1(\epsilon_1).f_2(\epsilon_2)d_{\epsilon_1}d_{\epsilon_2}$$

$$\int_{c-Q_1}^{b_1} \int_{c-Q_1-Q_2-s_1}^{c-Q_2} [g_{11}.(c - s_1 - Q_1) +$$

$$g_{12}.(-c + \epsilon_1 + Q_1) + g_{21}.(\epsilon_2 + Q_2 - c + Q_1 +$$

$$s_1)].f_1(\epsilon_1).f_2(\epsilon_2)d_{\epsilon_1}d_{\epsilon_2}$$

$$\int_{c-Q_1}^{b_1} \int_{c-Q_2}^{b_2} [g_{11}.(c - Q_1 - s_1) + g_{12}.(Q_1 +$$

$$\epsilon_1 - c) + g_{21}.(Q_1 + s_1) + g_{22}.(\epsilon_2 + Q_2 -$$

$$c)].f_1(\epsilon_1).f_2(\epsilon_2)d_{\epsilon_1}d_{\epsilon_2}$$

همان‌طور که پیش‌تر گفتیم، مجهول‌های مسئله عبارت‌اند از ظرفیت‌ها و قیمت‌های هر دو سطح یعنی p_1 و p_2 و q_1 و q_2، ولی در تابع هدفی که نهایتاً به آن رسیدیم ابتدا p_1 و p_2 و s_1 بهینه را پیدا می‌کنیم و سپس با توجه به معادلات مربوط به تقاضا و قیمت، ظرفیت اصلی را به‌دست می‌آوریم. به‌منظور پیدا کردن مقادیر بهینه‌ی p_1 و p_2 و s_1 باید تابع هدف که سود کلی فروش است، بیشینه شود.

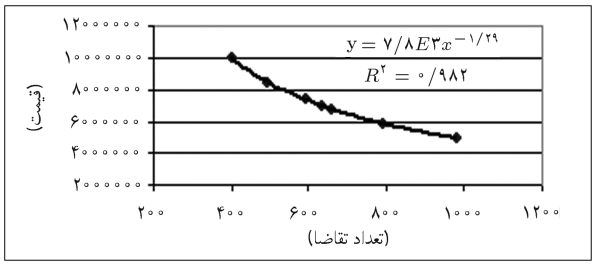
حل مدل

در این بخش مقادیر پارامترهای مذکور در مدل را با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده از شرکت مورد مطالعه ارائه می‌کنیم:

C: کل ظرفیت تولید محصول در روز ۱۰۰۰ واحد در نظر گرفته شده است.

P_1: قیمت فروش فوری یک واحد محصول توسط کمیته‌یی که زیر نظر دولت فعالیت می‌کند تعیین می‌شود و در نتیجه نمی‌توان محدوده‌ی تغییرات وسیعی را برای آن در نظر گرفت (در اینجا ما نرخ ۶،۸۰۰،۰۰۰ تومان را در نظر گرفته‌ایم).

P_2: قیمت فروش یک واحد محصول به‌صورت پیش‌فروش که در محدوده ۵،۶۰۰،۰۰۰ تا ۶،۲۰۰،۰۰۰ فرض شده است.



شکل ۲. نمودار تغییرات تقاضا با قیمت‌های مختلف.

$Q(p)$: تقاضای مورد انتظار در صورتی که قیمت p باشد که این مقدار تابعی نزولی از قیمت است (شکل ۲). برای تعیین این پارامتر از جدول «تغییرات تقاضا با قیمت» (جدول ۱) استفاده شده است.

C:TC ✻ ۴،۵۰۰،۰۰۰

$p_1 - p_2 : g_{11}$

p_1-۴،۵۰۰،۰۰۰ : g_{12}

$p_2 - p_1 : g_{21}$

p_2−۴،۵۰۰،۰۰۰ : g_{22}

h : p_1 ✻ (۰،۲۷٫۳۶۵)

ϵ_1: جزء تصادفی تقاضای فروش فوری که در محدوده‌ی (a_1, b_1) قرار دارد.

ϵ_2 : جزء تصادفی تقاضای پیش‌فروش که در محدوده‌ی (a_2, b_2) قرار دارد.

$F_1(\epsilon_1)$: تابع توزیع تجمعی ϵ_1

$F_2(\epsilon_2)$: تابع توزیع تجمعی ϵ_2

$D_1(P_1, \epsilon_1)$: تقاضای تصادفی فروش فوری که $D_1(P_1, \epsilon_1) = Q_1(P_1) + \epsilon_1$

$D_2(P_2, \epsilon_2)$: تقاضای تصادفی پیش‌فروش که $D_2(P_2, \epsilon_2) = Q_2(P_2) + \epsilon_2$

همان‌طور که پیش‌تر گفتیم ϵ_2 و ϵ_1 جزء تصادفی تقاضای فروش فوری و پیش فروش با امید ریاضی صفر است که چون براساس رابطه‌ی $D_i - \mu_i$ محاسبه می‌شود ابتدا باید تابع توزیع تقاضای دو سطح را

جدول ۱. تغییرات تقاضا با قیمت‌های مختلف.

تقاضا	قیمت
۹۷۸	۵۰۰۰۰۰۰
۷۹۰	۵۹۰۰۰۰۰
۶۵۷	۶۸۰۰۰۰۰
۶۳۳	۷۰۰۰۰۰
۵۸۹	۷۴۰۰۰۰۰
۴۹۳	۸۵۰۰۰۰۰
۴۰۰	۱۰۰۰۰۰۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

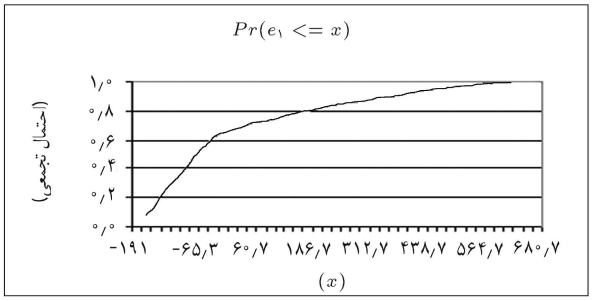
تعیین کنیم. لازم به ذکر است که محدوده‌ی تغییرات ϵ_2 وϵ_1 را می‌توان با تغییرات مقادیر D_2 و D_1 به دست آورد:

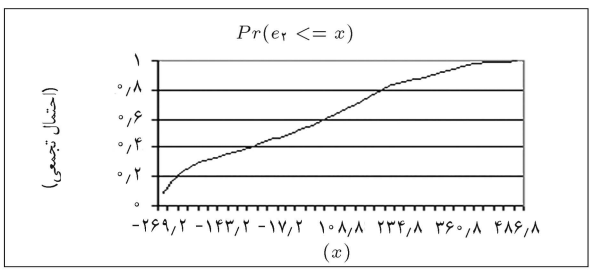
$$(a_1, b_1) = (D_{1\min} - \mu_1, D_{1\max} - \mu_1) =$$
$$(1 - 211{,}3, 889 - 211{,}3) = (-210{,}3, 677{,}7)$$
$$(a_{12}, b_2) = (D_{2\min} - \mu_2, D_{2\max} - \mu_2) =$$
$$(1 - 289{,}2, 775 - 289{,}2) = (-288{,}2, 485{,}8)$$

با استفاده از جداول فراوانی تقاضا مقادیر متغیرهای تصادفی ϵ_1, ϵ_2 در یک نمونه‌ی تقریباً ۵۰۰تایی به دست آمده و سپس از نرم‌افزار SPSS برای تعیین تابع توزیع تقاضا استفاده شد. با استفاده از نرم‌افزار SPSSبررسی‌های لازم انجام گرفت و نتیجه‌ی خاصی در مورد توابع به دست نیامد؛ یعنی متغیر تصادفی از توابع توزیع کلاسیک مثل پواسون، نرمال و غیره تبعیت نمی‌کند. لذا از روش تابع توزیع تجربی استفاده شد که c.d.f. آن در شکل ۳ رسم شده است.

چون تابع هدف سود انتگرال‌های دوگانه با حدود مجهول دارد و این موضوع حل آن را بسیار پیچیده کرده است، با استفاده از شیوه‌ی شبیه‌سازی اگر ... آنگاه (If-What) سعی در پیدا کردن جواب مناسبی برای مسئله شد. لازم به ذکر است که تعداد سناریوهای منطقی کاملاً محدود بوده و استفاده از رویکرد اگر ... آنگاه برای یافتن جواب مناسب توجیه‌پذیر است.

از آنجا که ϵ_2 وϵ_1 از متغیرهای تصادفی کلاسیک نیستند و برای شناخت نوع توزیع آنها از تابع توزیع تجربی استفاده کرده‌ایم، شبیه‌سازی توسط برنامه‌نویسی رایانه‌یی به زبان پاسکال انجام گرفته است. در این





شکل ۳. نمودارهای توابع توزیع تجمعی متغیرها $epsilon_2$ و ϵ_1.

برنامه ابتدا با توجه به تابع توزیع تجربی ϵ_2 وϵ_1 ، دو مقدار تصادفی تولید می‌شود که نشان‌دهنده‌ی مقدار تقاضای تصادفی در هر سطح قیمتی است، سپس با تعریف انتگرال‌ها و مقدار پارامترهای درگیر تابع هدف محاسبه می‌شود که در این برنامه برای هر سناریو (مجموعه‌یی از پارامترها و متغیرهای از قبل تعریف شده) ۱۰۰۰ مرتبه عمل شبیه‌سازی صورت می‌گیرد.

در این تحقیق سعی شده است که کلیه‌ی سناریوهایی که مد نظر مدیریت و محتمل در اجراست در نظرگرفته شود که براساس سه عامل زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

- قیمت فروش فوری معادل ۶،۸۰۰،۰۰۰ تومان
- قیمت پیش فروش در محدوده‌ی تغییرات (۶،۲۰۰،۰۰۰ - ۵،۶۰۰،۰۰۰)
- میزان ظرفیت تخصیص‌یافته به فروش فوری و پیش‌فروش با دسته‌های ۱۰۰ تایی (۱۰۰ و ۲۰۰ و ۳۰۰ و ۴۰۰ و ۵۰۰ و ۶۰۰ و ۷۰۰ و ۸۰۰ و ۹۰۰ =q_1)

کلیه‌ی سناریوها در ۹ دسته‌ی مختلف تقسیم‌بندی شده‌اند که در جدول ۲ آمده است.

در مجموع ۶۳ سناریوی متفاوت مورد بررسی قرار گرفته که از این تعداد ۳۴ سناریو به‌دلیل زیان‌دهی غیر اقتصادی تلقی می‌شوند. همچنین ۲۹ سناریوی اقتصادی به‌ترتیب نزولی مرتب شده‌اند که در جدول ۳ آمده است. همان‌طورکه ملاحظه می‌شود بهترین حالت پیش فروش ۱۰۰ با قیمت ۶۲۰۰۰۰۰ است. در اینجا ۱۰ سناریوی برتر را در شکل ۴ نشان می‌دهیم.

در شکل ۴ مشخص است که پیش‌فرض تعداد ۱۰۰ محصول با قیمت ۵،۹۰۰،۰۰۰ بهتر از قیمت بالاتر ۶،۱۰۰،۰۰۰ و ۶،۰۰۰،۰۰۰ است. همچنین پیش‌فرض تعداد ۲۰۰ محصول با قیمت ۶،۱۰۰،۰۰۰ سود بیشتری از قیمت ۶،۲۰۰،۰۰۰ نتیجه خواهد داد.

جدول ۲. تقسیم‌بندی سناریوها.

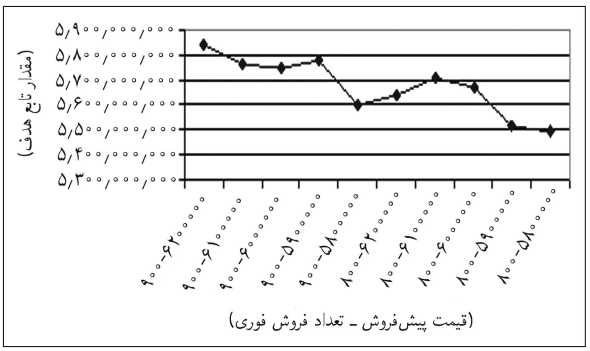
دسته سناریوها	قیمت پیش فروش	ظرفیت فروش فوری
اول	۵۶۰۰۰۰۰تا۶۲۰۰۰۰۰	۹۰۰
دوم	۵۶۰۰۰۰۰تا۶۲۰۰۰۰۰	۸۰۰
سوم	۵۶۰۰۰۰۰تا۶۲۰۰۰۰۰	۷۰۰
چهارم	۵۶۰۰۰۰۰تا۶۲۰۰۰۰۰	۶۰۰
پنجم	۵۶۰۰۰۰۰تا۶۲۰۰۰۰۰	۵۰۰
ششم	۵۶۰۰۰۰۰تا۶۲۰۰۰۰۰	۴۰۰
هفتم	۵۶۰۰۰۰۰تا۶۲۰۰۰۰۰	۳۰۰
هشتم	۵۶۰۰۰۰۰تا۶۲۰۰۰۰۰	۲۰۰
نهم	۵۶۰۰۰۰۰تا۶۲۰۰۰۰۰	۱۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. ترتیب نزولی سناریوهای اقتصادی.

قیمت پیش فروش	تعداد پیش فروش	تعداد فروش فوری
۶،۲۰۰،۰۰۰	۱۰۰	۹۰۰
۵،۹۰۰،۰۰۰	۱۰۰	۹۰۰
۶،۱۰۰،۰۰۰	۱۰۰	۹۰۰
۶،۰۰۰،۰۰۰	۱۰۰	۹۰۰
۶،۱۰۰،۰۰۰	۲۰۰	۸۰۰
۶،۰۰۰،۰۰۰	۲۰۰	۸۰۰
۶،۲۰۰،۰۰۰	۲۰۰	۸۰۰
۵،۸۰۰،۰۰۰	۱۰۰	۹۰۰
۵،۹۰۰،۰۰۰	۲۰۰	۸۰۰
۵،۸۰۰،۰۰۰	۲۰۰	۸۰۰
۶،۱۰۰،۰۰۰	۳۰۰	۷۰۰
۵،۷۰۰،۰۰۰	۱۰۰	۹۰۰
۵،۶۰۰،۰۰۰	۱۰۰	۹۰۰
۵،۷۰۰،۰۰۰	۲۰۰	۸۰۰
۵،۶۰۰،۰۰۰	۲۰۰	۸۰۰
۶،۲۰۰،۰۰۰	۳۰۰	۷۰۰
۵،۹۰۰،۰۰۰	۳۰۰	۷۰۰
۶،۰۰۰،۰۰۰	۳۰۰	۷۰۰
۵،۸۰۰،۰۰۰	۳۰۰	۷۰۰
۵،۷۰۰،۰۰۰	۳۰۰	۷۰۰
۵،۶۰۰،۰۰۰	۳۰۰	۷۰۰
۶،۲۰۰،۰۰۰	۴۰۰	۶۰۰
۶،۲۰۰،۰۰۰	۴۰۰	۶۰۰
۶،۰۰۰،۰۰۰	۴۰۰	۶۰۰
۵،۸۰۰،۰۰۰	۴۰۰	۶۰۰
۵،۹۰۰،۰۰۰	۴۰۰	۶۰۰
۶،۲۰۰،۰۰۰	۵۰۰	۵۰۰
۵،۷۰۰،۰۰۰	۴۰۰	۶۰۰
۵،۶۰۰،۰۰۰	۴۰۰	۶۰۰



شکل ۴. مقایسه‌ی ۱۰ سناریوی برتر.

علت غیر اقتصادی بودن بعضی سناریوها این است که مقدار تابع هدف در آنها از قیمت تمام شده‌ی تولید C واحد محصول (C*۴۵۰۰۰۰۰) کم‌تر است. به‌منظور اختصار به دسته سوم اشاره خواهد شد.

دسته‌ی سوم سناریوها: ظرفیت فروش فوری ۷۰۰، قیمت آن ۶،۸۰۰،۰۰۰ و ظرفیت پیش‌فروش ۳۰۰ است.

نتایج شبیه‌سازی حالت‌های مختلف این دسته از سناریوها در جدول ۴ و شکل ۵ آمده است.

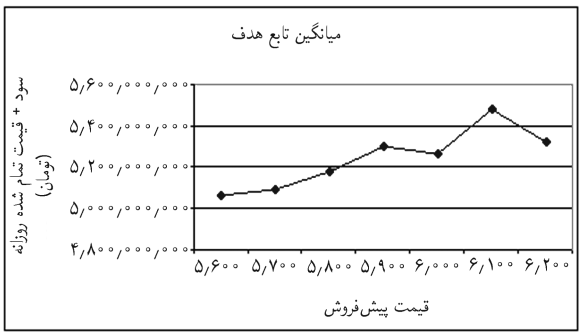
چنان که ملاحظه می‌کنید سناریوهای این دسته همگی اقتصادی‌اند.

بهترین حالت، پیش فروش محصولات با قیمت ۶۱۰۰۰۰۰ و بدترین حالت با قیمت ۵۶۰۰۰۰۰ است. برخلاف انتظار، به این دلیل که در تابع هدف هم هزینه‌ی کمبود و هم هزینه‌ی نگه‌داری در نظر گرفته شده است وقتی قیمت پیشنهادی بیشتر از ۶۱۰۰۰۰۰ باشد به‌دلیل نزولی بودن تابع تقاضا نسبت به قیمت، میزان تقاضا کم شده و هزینه‌ی نگه‌داری افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، اگر قیمت کم باشد تقاضا افزایش می‌یابد و هزینه‌ی کمبود زیاد می‌شود. در واقع در این شبیه‌سازی بین این دو موضوع تعادل[۴] برقرار شده است.

در اینجا لازم است بین درآمد روش موجود در یک دوره‌ی زمانی معین و درآمد روش پیشنهادی مقایسه‌یی صورت گیرد تا به مفید بودن حل مسئله با مدل مدیریت درآمد پی برده شود. همانطورکه قبلاً هم

جدول ۴. نتایج شبیه‌سازی مقدار تابع هدف در دسته سوم سناریوها.

قیمت پیش فروش	میانگین مقدار تابع هدف در شبیه‌سازی
۵،۶۰۰،۰۰۰	۵،۰۶۵،۱۲۲،۴۶۶
۵۷۰۰۰۰۰	۵،۰۹۱،۵۴۹،۷۱۵
۵،۸۰۰،۰۰۰	۵،۱۸۱،۰۵۰،۸۱۹
۵،۹۰۰،۰۰۰	۵،۲۹۷،۶۵۳،۷۳۹
۶،۰۰۰،۰۰۰	۵،۲۶۲،۷۱۰،۱۹۸
۶،۱۰۰،۰۰۰	۵۴،۷۶۷،۹۵۱،۲۲۰
۶،۲۰۰،۰۰۰	۵،۳۱۸،۹۹۴،۹۸۲



شکل ۵. مقدار تابع هدف شبیه‌سازی شده برای دسته سوم سناریوها.

www.SID.ir

Archive of SID

ذکر شد در روش سنتی مدل خاصی برای تخصیص ظرفیت وجود ندارد، لذا برای یک دوره‌ی زمانی یک‌ماهه اطلاعات تخصیص ظرفیت به دو سطح قیمتی، به همراه قیمت‌های آنها جمع‌آوری شده و مقدار تابع هدف تعریف شده در این مدل برای دوره‌ی مذکور شبیه‌سازی شده است که نتایج آن در جدول ۵ قابل مشاهده است.

همانطور که مشاهده می‌شود میانگین مقدار تابع هدف به روش سنتی در طی این دوره، از مقدار تابع هدف شبیه‌سازی شده در سناریوهای برتر کم‌تر است. در ضمن الگوی خاصی برای تخصیص ظرفیت و تعیین قیمت وجود ندارد.

نتیجه‌گیری

ابتدا سعی در ایجاد شناختی جامع از مدیریت درآمد داشتیم. ضمن ارائه‌ی تاریخچه مختصری از آن زمینه‌های کاربرد مدیریت درآمد در صنایع خدماتی را به سیستم‌های تولیدی نیز تعمیم داده و به تعریف و مدل‌سازی مسئله‌ی «فروش یک محصول تولیدی به دو سطح قیمتی و تعیین قیمت بهینه دو سطح» پرداختیم. در قسمت حل مدل از رویکرد اگر ... آنگاه برای بررسی چندین سناریوی اجرایی که تعداد آنها محدود است، استفاده کرده‌ایم ولی برای تحلیل هر سناریو از یک برنامه‌ی شبیه‌سازی استفاده شده است. در نهایت از بین ۶۳ سناریوی مورد بررسی قرارگرفته، ۲۹ سناریو اقتصادی بودند که به‌ترتیب نزولی در متن مقاله عنوان شده‌اند. نتایج مهم حاصل از حل مدل به شرح زیر است:

۱. اگر قرار بر این است که تعداد ۱۰۰ واحد محصول پیش فروش شود بهترین قیمت ۶،۲۰۰،۰۰۰ تومان و بدترین قیمت ۵،۶۰۰،۰۰۰ است. در ضمن اگر با قیمت ۵،۹۰۰،۰۰۰ پیش‌فروش شود بهتر از قیمت ۶،۱۰۰،۰۰۰ و ۶،۲۰۰،۰۰۰ سود دهی خواهد داشت.

۲. اگر قرار بر این است که تعداد ۲۰۰ واحد محصول پیش‌فروش شود بهترین قیمت ۶،۱۰۰،۰۰۰ تومان و بدترین قیمت ۵،۶۰۰،۰۰۰ است. در ضمن اگر با قیمت ۶،۱۰۰،۰۰۰ و ۶،۰۰۰،۰۰۰ پیش‌فروش شود بهتراز قیمت ۶،۲۰۰،۰۰۰ سود دهی خواهد داشت.

۳. اگر قرار بر این است که تعداد ۳۰۰ واحد محصول پیش‌فروش شود بهترین قیمت ۶،۱۰۰،۰۰۰ تومان و بدترین قیمت ۵،۶۰۰،۰۰۰ است. در ضمن اگر با قیمت ۵،۹۰۰،۰۰۰ پیش‌فروش شود بهتراز قیمت ۶،۰۰۰،۰۰۰ سود دهی خواهد داشت.

۴. اگر قرار بر این است که تعداد ۴۰۰ واحد محصول پیش‌فروش شود بهترین قیمت ۶،۲۰۰،۰۰۰ تومان و بدترین قیمت ۵،۶۰۰،۰۰۰ است. در ضمن اگر با قیمت ۵،۸۰۰،۰۰۰ پیش‌فروش شود بهتراز قیمت ۵،۹۰۰،۰۰۰ سود دهی خواهد داشت.

۵. اگر قرار بر این است که تعداد ۵۰۰ واحد محصول پیش فروش شود تنها دو قیمت ۶،۲۰۰،۰۰۰ و ۶،۱۰۰،۰۰۰ منجر به سناریوی اقتصادی می‌شوند و بیش از ۵۰۰ واحد، پیش‌فروش همگی غیراقتصادی‌اند.

جدول ۵. نتایج شبیه‌سازی مقدار تابع هدف برای دوره یک ماهه در سیستم سنتی.

تعداد فروش فوری	تعداد پیش‌فروش	قیمت فروش فوری	قیمت پیش‌فروش	مقدار تابع‌هدف
۲۰۷	۷۹۳	۶۷۲۹۲۲۸	۵۸۲۹۰۶۰	۴،۵۴۹،۹۵۰،۷۱۸
۸۸۵	۱۱۵	۶۷۱۲۶۳۴	۵۹۰۸۱۰۰	۴،۵۹۸،۳۱۹،۸۸۶
۵۷۷	۴۲۳	۶۹۷۳۵۳۹	۵۹۰۴۷۰۰	۴،۵۳۵،۵۳۷،۹۳۸
۵۵۶	۴۴۴	۶۷۱۹۹۹۰	۵۹۳۳۲۶۹	۴،۵۵۵،۳۰۱،۳۳۳
۵۷۶	۴۲۴	۶۷۱۷۶۳۶	۵۷۸۷۸۲۰	۴،۴۷۴،۶۰۹،۷۳۴
۱۰۰۰	۰	۶۸۳۲۵۱۱	۶۰۷۶۹۱۷	۴،۵۶۰،۹۴۹،۵۴۲
۲۳۸	۷۶۲	۶۷۹۷۵۴۸	۵۹۰۸۲۰۰	۴،۵۶۹،۶۰۴،۰۸۴
۶۸۶	۳۱۴	۶۷۸۰۴۵۲	۵۷۵۱۷۳۸	۴،۴۰۲،۱۸۴،۶۱۹
۷۸۶	۲۱۴	۶۶۵۴۲۶۱	۶۱۷۷۰۹۴	۴،۷۴۵،۶۱۲،۹۴۲
۵۳۶	۴۶۴	۶۵۸۲۸۷۶	۵۸۷۶۸۴۴	۴،۵۱۷،۴۷۳،۰۸۱
۷۶۵	۲۳۵	۶۶۵۴۶۰۷	۶۲۶۱۲۵۰	۴،۵۹۶،۵۹۵،۱۴۶
۸۰۹	۱۹۱	۶۵۸۷۳۱۱	۶۳۳۴۸۱۳	۴،۶۰۷،۱۲۵،۵۰۴
۷۸۹	۲۱۱	۶۵۱۱۷۵۳	۵۹۲۷۵۰۰	۴،۵۲۷،۲۸۷،۰۸۲
۷۹۱	۲۰۹	۶۷۰۴۳۵۱	۵۹۲۶۸۶۰	۴،۴۴۹،۳۷۴،۴۸۸
۹۱۴	۸۶	۶۶۲۹۷۲۴	۶۰۴۹۶۵۰	۴،۵۵۹،۰۷۶،۲۸۲
۹۳۲	۶۸	۶۶۴۸۰۰۰	۶۳۴۵۰۰۰	۴،۵۹۲،۷۹۰،۶۵۴
۹۳۹	۶۱	۶۶۳۶۲۴۳	۶۰۷۶۵۰۰	۴،۵۹۲،۱۳۳،۱۰۸
۹۶۹	۳۱	۶۶۶۶۲۸۹	۵۴۲۳۱۲۵	۴،۲۲۳،۸۷۶،۲۷۳
۶۹۲	۳۰۸	۶۶۷۴۷۵۹	۶۱۷۳۱۳۹	۴،۵۹۰،۸۲۸،۵۵۸
۶۲۱	۳۷۹	۶۶۲۳۱۹۶	۶۲۶۳۷۵۰	۴،۶۲۱،۰۵۹،۶۵۶
۴۹۲	۵۰۸	۶۶۳۵۵۱۷	۵۹۶۲۴۰۰	۴،۵۴۴،۵۴۵،۸۷۵
۵۴۱	۴۵۹	۶۶۳۸۸۸۷	۶۰۴۷۶۶۷	۴،۵۶۰،۳۴۸،۴۸۳
۲۲	۹۷۸	۶۷۲۶۷۷۷	۵۷۴۴۳۳۳	۴،۴۱۲،۱۷۶،۱۷۳
۲۲۴	۷۷۶	۶۶۹۳۲۳۵	۶۱۳۳۵۲۷	۴،۶۶۴،۶۲۳،۹۵۱
۴۸۸	۵۱۲	۶۶۵۲۱۷۹	۶۲۲۷۵۰۰	۴،۶۱۱،۳۷۴،۷۰۱
۲۳۹	۷۶۱	۶۶۶۳۰۸۸	۵۷۱۵۰۰۰	۴،۳۸۷،۰۴۷،۰۹۹
۱۴۳	۸۵۷	۶۶۵۳۳۶۵	۵۹۰۲۹۲۰	۴،۵۴۱،۰۹۴،۹۲۴
۶۰	۹۴۰	۶۸۰۷۵۲۰	۶۰۳۱۰۰۰	۴،۶۲۶،۰۷۸،۸۳۰
۱۰۶	۸۹۴	۶۶۶۹۲۱۳	۶۰۱۲۹۰۰	۴،۵۱۴،۱۰۲،۳۶۹
۹۰۱	۹۹	۶۶۶۹۲۱۳	۵۹۹۴۸۰۰	۴،۵۲۰،۸۹۰،۷۴۰
میانگین				۴،۵۴۱،۷۳۲،۴۵۹

www.SID.ir

Archive of SID

لازم به ذکر است که علاوه بر یافتن بهترین جواب‌ها، چنانچه تعداد پیش‌فروش محصول جزئی از محدودیت‌های مسئله باشد می‌توان برای آن تعداد پیش فروش قیمت بهینه را پیدا کرد. در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش قیمت لزوماً مقدار سود افزایش نمی‌یابد بلکه تعامل بین هزینه‌ی کمبود و هزینه‌ی نگه‌داری محصول و درآمد حاصل از فروش تعیین‌کننده‌ی سود است.

پانوشت

1. ATO(Assemble To Order)
2. Revenue management / Yield management
3. Harris & Pinder
4. Trade off

منابع

1. BELOBABA, P.P. “Airline yield management: an overview of seat inventory control”, *Transp. Sci.* **21**, pp.63-73 (1987b).
2. SMITH, B.C. LEIMKUHLER, J.F. AND DARROW, R.M. “Yield management at American airlines”, Interfaces 22, pp.8-31 (1992).
3. CROSS, R.G. “An introduction to revenue management”, in *The Handbook of Airline Economics*, D. Jenkins (ed.), The Aviation Weekly Group of the McGraw-Hill Companies, New York, NY, pp. 443-468 (1995).
4. DUNLEAVY, H.N. “Airline passenger overbooking”, in The Handbook of Airline Economics, D. Jenkins (ed.), The Aviation Weekly Group of the McGraw-Hill Companies, New York, NY, pp. 469-482 (1995).
5. VINOD, B. “Origin-and-destination yield management”, in The Handbook of Airline Economics, D. Jenkins (ed.), The Aviation Weekly Group of the McGraw-Hill Companies, New York, NY, pp. 459-468 (1995).
6. McGill, J.I. and van Ryzin, G.J. Revenue Management: Research Overview and Prospects, *Transportation Science*, **33**, pp. 233-256 (1999).
7. Weatherford L.R. and Bodily, S.E A taxonomy and research overview of perishable-asset revenue management: yield management , overbooking and pricing. Opns Res 40: pp. 831-844 (1992).
8. Petruzzi, N.C. and Dada, M.Pricing and the Newsvendor problem :a review with extentions. Opns Res **47**, pp. 183-194 (1999).
9. McGill, J.I. and Van Ryzin, G.I. Revenue management :research overview and prospects. *Transport Sci* **33**, pp. 233-256 (1999).
10. BOTIMER, T.C. Airline Pricing and Fare Product Differentiation, Ph.D. thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA (1994).
11. LI, M.Z.F. Pricing Perishable Inventories by Using Marketing Restrictions with Applications to Airlines, Ph.D. thesis, Faculty of Commerce Business Administration, University of British Columbia, Vancouver, BC (1994).
12. WEATHERFORD, L.R. Optimization of Perishable-Asset Revenue Management Problems that Allow Prices as Decision Variables, Working Paper, University of Wyoming, Laramie, WY (1994).
13. GALLEGO, G. A Demand Model for Yield Management, Technical Report, Columbia University, Dept. of Industrial Engineering and Operations Research, New York, NY (1996)
14. Kimes, S.E. The basics of yield management. *Cornell HRA* **30**, pp. 14-19 (1989).

www.SID.ir