مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال دوازدهم، شماره دوم (پیاپی ۴۵)، تابستان ۹۴، ص ص ۳۶-۱۹
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

مدیریت بهینه سفارش‌های زنجیره تامین با استفاده از رویکرد هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت، بهینه‌سازی استوار و شبیه‌سازی دینامیکی

احمد جعفرنژاد[۱]، حسین صفری[۲]، عادل آذر[۳]، سید عباس ابراهیمی[۴*]

۱- استاد، دانشگاه تهران، گروه مدیریت صنعتی، تهران، ایران

۲- دانشیار، دانشگاه تهران، گروه مدیریت صنعتی، تهران، ایران

۳ - استاد، دانشگاه تربیت مدرس، گروه مدیریت صنعتی، تهران، ایران

۴- مربی، دانشگاه گیلان، گروه مدیریت، رشت، ایران

رسید مقاله: ۲۰ بهمن ۱۳۹۳

پذیرش مقاله: ۳ تیر ۱۳۹۴

چکیده

یکی از کارکردهای مهمی که شرکت‌های تولیدی در حوزه مدیریت زنجیره تامین با آن سر و کار دارند و تصمیماتِ مربوط به آن، تاثیر به‌سزایی روی رقابت‌پذیری آن‌ها دارد، «مدیریت سفارش‌های زنجیره تامین» است. اما در این مسیر، مسایلی پیش روی مدیران است که از جمله آن می‌توان به الف) انتخاب بهترین ترکیب از میان سفارش‌های رسیده به زنجیره تامین و ب) تعیین دقیق بهای تمام شده انجام یک سفارش اشاره کرد. با توجه به این دو مهم، در این تحقیق، از دو رویکرد بهینه‌سازی استوار و شبیه‌سازی دینامیکی برای طراحی مدل ریاضی مدیریت سفارش‌های زنجیره تامین دو قطعه مورد استفاده در زنجیره تامین یک شرکت خودروسازی استفاده می‌شود. در فاز اول با استفاده از رویکرد بهینه‌سازی استوار، سعی شد تا ترکیب بهینه سفارش‌های واصله به زنجیره تامین تعیین شود. در فاز دوم، با استفاده از خروجی‌های فاز اول و با استفاده از رویکرد شبیه‌سازی دینامیکی، بهای تمام شده سفارش‌های انجام شده، هرچه دقیق‌تر مشخص شد. قابل ذکر است که ساختار هزینه‌ای به‌کارگرفته شده در این تحقیق، مبتنی بر رویکرد هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت است. در پایان نیز سعی شد تا عملکرد مدل با استفاده از چندین بار شبیه‌سازی داده‌ها، اعتبارسنجی شود. نتایج نشان می‌دهد استفاده از تکنیک شبیه‌سازی دینامیکی به عنوان یک تکنیک تکمیلی، می‌تواند به تعیین هرچه دقیق‌تر هزینه سفارش‌ها کمک کند.

کلمات کلیدی: سبد سفارش‌ها، مدل ریاضی استوار، عدم اطمینان، هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت، شبیه‌سازی دینامیکی.

۱ مقدمه

یکی از کارکردهای مهمی که شرکت‌های تولیدی در رابطه با زنجیره تامین، همیشه با آن سر و کار دارند و تصمیماتِ مربوط به آن، تاثیر به‌سزایی روی رقابت‌پذیری آن‌ها دارد، «مدیریت سفارش‌های زنجیره تامین» است.

* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: ebrahimi908@yahoo.com

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-14]

معمولاً در راستای مدیریت بهینهٔ زنجیره تامین، پرسش‌های مهمی پیش روی مدیران تولید قرار دارد که برخی از این پرسش‌ها از این قرار است:

- از میان سفارش‌های رسیده از سوی مشتری، کدام سفارش را بپذیریم و کدامیک را رد کنیم؟
- چگونه می‌توانیم با در نظر گرفتن عدم قطعیت حاکم بر شرایط تصمیم، طیف متنوعی از سناریوهای تصمیم را در اختیار داشته باشیم؟
- چگونه می‌توانیم هزینه‌های تولید و تکمیل یک سفارش را به‌طور دقیق مورد محاسبه و تجزیه و تحلیل قرار دهیم؟

امروزه رویکردهای کمّی متنوعی، برای پاسخگویی به مسایل پیش روی مدیران در حوزه مدیریت سفارش‌های زنجیره تامین ارایه شده است. در این مطالعه، سعی بر آن است تا در فاز اول با استفاده از تکنیک بهینه‌سازی استوار، یک مدل ریاضی برای بهینه‌سازی مساله مدیریت سفارش‌ها در زنجیره تامین ارایه شود. علاوه بر این، به منظور تعیین هرچه دقیق‌تر پارامترهای هزینه در تصمیم‌گیری، سعی شد ساختار هزینه‌های سفارش‌ها، بر مبنای رویکرد مدیریت/ هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت یا همان ABC/M تدوین شود. نهایتاً در فاز دوم، با استفاده از تکنیک شبیه‌سازی دینامیکی، به تعیین دقیق بهای تمام شده یک سفارش خواهیم پرداخت. به‌طور خلاصه، بحث مقاله حاضر، طراحی مدل ریاضی مدیریت سفارش‌های زنجیره تامین با استفاده از دو تکنیک بهینه‌سازی استوار و شبیه‌سازی دینامیکی است.

۲ پیشینه پژوهش

نخستین بار، کریچ و همکاران [۱] در حوزه مدیریت سفارش‌های زنجیره تامین، یک مدل MIP را برای تصمیم در مورد رد یا پذیرش سفارش‌ها با استفاده از رویکرد ABC/M و ساختار مخازن هزینه معرفی شده توسط کوپر و کاپلان [۲] ارایه کردند. کریچ و ریواستاوا در سال ۲۰۰۷ [۳] مدل قبل را توسعه دادند که به آن یک تابع هدف دیگر برای حداقل‌سازی ظرفیت بلااستفادهٔ تولید اضافه کردند. جعفرنژاد و همکاران نیز بر مبنای مدل قبل و توسعهٔ آن بر اساس حوزه‌های هزینه‌ای دیگر و نیز در شرایط عدم قطعیت، مدل ریاضی را با رویکرد بهینه‌سازی استوار ارایه کردند [۴]. البته پژوهش‌های متعددی در زمینهٔ استفاده از رویکرد بهینه‌سازی استوار صورت گرفت که در اینجا مجال بیان نیست و در عین حال چندان مرتبط با کار ما نیست [۱۳-۵]. اما در میان کارهایی که در زمینهٔ استفاده از رویکرد شبیه‌سازی دینامیکی در مدیریت زنجیره تامین انجام شد، تعداد معدودی [۱۹-۱۴]؛ از آن‌ها فاکتور هزینه را در تحلیل‌های خود وارد کردند. به زعم بیانچی [۲۰]، مدل‌های SD باید مشتمل بر متغیرهای مالی استاندارد باشند تا مقولهٔ ثبات مالی شرکت‌ها را به عنوان یکی از اصلی‌ترین خصیصه‌های سیستم‌های تصمیم‌گیری کسب و کار، همیشه در تجزیه و تحلیل‌هایش در نظر بگیرد؛ اما مدل‌های موجود، آن‌گونه که شاید و باید به مقوله هزینه نپرداخته‌اند. در عین حال شاید مدل‌ها و سیستم‌های کمی تصمیم‌گیری بسیاری طراحی شده باشد، اما آن دسته از مدل‌ها و سیستم‌های ترکیبی که با هدف پشتیبانی از تصمیم طراحی شده باشد معدود است [۲۱-۲۳]. در این پژوهش تلاش داریم تا با استفاده از دو رویکرد بهینه‌سازی استوار در شرایط عدم قطعیت

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-14]

پارامترها و شبیه‌سازی دینامیکی و نیز با استفاده از تکنیک هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت، یک سیستم تصمیم‌گیری ترکیبی را برای مدیریت بهینه سفارش‌های زنجیره تامین ارایه کنیم.

۳ زنجیره تامین و نقش تحلیل هزینه در کارآمدی آن

از دهه ۱۹۹۰ میلادی، هزینه‌های غیرمستقیم تولید نسبت به هزینه‌های مستقیم تولید رشد چشمگیری داشته است. عواملی همچون افزایش تنوع محصولات و یا اتوماسیون خطوط تولید را که منجر به کاهش کارگر و افزایش فعالیت‌های پشتیبانی تولید شده است، می‌توان به عنوان دلایل این افزایش برشمرد. این افزایش هزینه موجب شد شرکت‌ها به دنبال سیستم‌های حسابداری نوینی بروند که بتواند هزینه‌های غیرمستقیم تولید را به‌خوبی و با دقت بالا استخراج و مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد [۲۴-۲۷] . رویکرد مدیریت/ هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت یک سیستم حسابداری بهای تمام شده (هزینه‌یابی) و یک رویکرد مدیریتی نسبتاً جدید است که سعی دارد با تجزیه و تحلیل‌های دقیق‌تر نسبت به رویکردهای هزینه‌یابی سنتی، هزینه‌های سربار تولید (MOH) را به درستی و بر مبنای میزان مصرف فعالیت توسط هر یک از فرآیندها، به موضوعات هزینه‌ای مربوطه تخصیص دهد [۲۸]. در این رویکرد، عموماً هزینه‌ها به چهار گروه یا سطح تقسیم می‌شود. این چهار گروه عبارت است از:

۱- هزینه فعالیت‌های سطح واحد محصول: این هزینه‌ها متناسب با شمار تولیدات محصول تغییر می‌کند مثل هزینه‌های زمان ماشین کاری، هزینه‌های مواد و دستمزد مستقیم.

۲- هزینه فعالیت‌های سطح دسته‌های تولید: مانند هزینه‌های مدیریت و نگهداری موجودی، راه‌اندازی دستگاه‌ها و غیره.

۳- هزینه فعالیت‌های سطح (مربوط به) محصول خاص: مانند هزینه طراحی، مهندسی فرآیند.

۴- هزینه فعالیت‌های نگهداری و مدیریت تسهیلات و تجهیزات: مانند هزینه اجاره، بهره برداری، تعمیرات و نگهداری.

در این پژوهش سعی شد، ساختار مدل ریاضی بر مبنای رویکرد ABC/M پایه‌ریزی شود تا ارزیابی و تحلیل بهتری از هزینه‌های تولید و مدیریت سفارش‌ها و نهایتاً بهای تمام شده محصولات داشته باشیم.

٤ فاز اول: تعیین سبد بهینه سفارش‌ها

همان‌گونه که در بخش مقدمه بیان شد، در فاز اول سیستم تصمیم‌گیری ترکیبی، با استفاده از تکنیک بهینه‌سازی استوار، یک مدل ریاضی برای بهینه‌سازی مساله مدیریت سفارش‌ها در زنجیره تامین ارایه می‌شود. این مدل ریاضی پیش از این توسط جعفرنژاد و همکاران [۴] توسعه داده شد که برای مطالعه بیش‌تر راجع به جزییات، پیشنهاد می‌شود که به منبع مدنظر رجوع شود.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-14]

٤-١ فرموله کردن مدل

مدل اولیه پیش از تبدیل آن به مدل استوار به صورت زیر است. پیش از تشریح مدل‌سازی، مفروضات، اندیس‌ها، متغیرها و پارامترهای مدل در جدول ۱ آورده شده است. جدول ۲ نیز اجزای مدل را به‌خوبی شرح می‌دهد.

$$Minz = w_1 d_1^- + \sum_j w_j d_j^+ \qquad j = 2,\ldots,8 \tag{1}$$

$s.t.$

$$\sum_t \sum_o \sum_i p_i s_{iot} + d_1^- - d_1^+ = G_1 \tag{2}$$

$$\sum_t \sum_i \tilde{pr}_i p_{it} + d_2^- - d_2^+ = G_2 \tag{3}$$

$$\sum_t \sum_i \sum_n \sum_k a_k u_{ik} B_{it} + d_3^- - d_3^+ = G_3 \tag{4}$$

$$\sum_t \sum_o \sum_i \sum_l y_l f_{il} Y_{iot} + d_4^- - d_4^+ = G_4 \tag{5}$$

$$\sum_t \sum_o \sum_i \sum_n \sum_r c_r q_{ir} s_{iot} + d_5^- - d_5^+ = G_5 \tag{6}$$

$$\sum_i \sum_t h_i I_{it} + d_6^- - d_6^+ = G_6 \tag{7}$$

$$\sum_t \sum_o \sum_i \tilde{CBO}_{iot} BO_{iot} + d_7^- - d_7^+ = G_7 \tag{8}$$

$$\sum_t \sum_i MO_i DEP_i p_{it} + d_8^- - d_8^+ = G_8 \tag{9}$$

$$\sum_i q_{ir} p_{it} \le Q_{rt} \qquad \forall r,t \tag{10}$$

$$\sum_i \sum_n u_{ink} B_{int} \le U_{ki} \qquad \forall k,t \tag{11}$$

$$p_{it} = b_i B_{it} \qquad \forall i,t \tag{12}$$

$$s_{iot} = D_{iot} Y_{iot} \qquad \forall i,o,t \tag{13}$$

$$\sum_t \sum_o \sum_i f_{il} Y_{iot} \le F_l \qquad \forall l \tag{14}$$

$$D_{iot} \ge Y_{iot} \qquad \forall i,o,t \tag{15}$$

$$D_{iot} (1 - Y_{iot}) = BO_{iot} \qquad \forall i,o,t \tag{16}$$

$$I_{i0} = 0 \qquad \forall i \tag{17}$$

$$I_{i(t-1)} + p_{it} - I_{it} = \sum_o s_{iot} \qquad \forall i,t > 1 \tag{18}$$

$$B_{it}, p_{it} \ge 0, \ integer \qquad \forall i,t \tag{19}$$

$$B_{iot}, s_{iot} \ge 0, \quad integer \qquad \forall i,o,t \tag{20}$$

$$0 \le Y_{iot} \le 1 \qquad \forall i,o,t \tag{21}$$

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-14]

با توجه به دلایلی که پیش از این ذکر شد، برای تبدیل مدل به همتای استوار، از مدل "برتسیمس و سیم" استفاده شد؛ لذا داریم:

$$Minz = w_1 d_1^- + \sum_j w_j d_j^+ \qquad j = 2,\ldots,8$$

$$s.t.$$

$$\sum_t \sum_o \sum_i p_i s_{iot} + d_1^- - d_1^+ = G_1$$

$$\sum_t \sum_i \tilde{pr}_i p_{it} + z\Gamma_1 + \sum_t \sum_i pp_{it} - d_2^+ = G_2$$

$$z + pp_{it} \geq \hat{pr}_i p_{it} \qquad \forall i,t$$

$$\sum_t \sum_i \sum_n \sum_k a_k u_{ik} B_{it} + d_3^- - d_3^+ = G_3$$

$$\sum_t \sum_o \sum_i \sum_l y_l f_{il} Y_{iot} + d_4^- - d_4^+ = G_4$$

$$\sum_t \sum_o \sum_i \sum_n \sum_r c_r q_{ir} s_{iot} + d_5^- - d_5^+ = G_5$$

$$\sum_i \sum_t h_i I_{it} + d_6^- - d_6^+ = G_6$$

$$\sum_t \sum_o \sum_i \tilde{CBO}_{iot} BO_{iot} + zz\,\Gamma_2 + \sum_t \sum_o \sum_i ppp_{iot} - d_7^+ = G_7$$

$$zz + ppp_{iot} \geq \hat{CBO}_{iot} BO_{iot} \qquad \forall i,o,t$$

$$\sum_t \sum_i MO_i DEP_i p_{it} + d_8^- - d_8^+ = G_8$$

$$\sum_i q_{ir} p_{it} \leq Q_{rt} \qquad \forall r,t$$

$$\sum_i \sum_n u_{ink} B_{int} \leq U_{ki} \qquad \forall k,t$$

$$p_{it} = b_i B_{it} \qquad \forall i,t$$

$$s_{iot} = D_{iot} Y_{iot} \qquad \forall i,o,t$$

$$\sum_t \sum_o \sum_i f_{il} Y_{iot} \leq F_l \qquad \forall l$$

$$D_{iot} \geq Y_{iot} \qquad \forall i,o,t$$

$$D_{iot}(1 - Y_{iot}) = BO_{iot} \qquad \forall i,o,t$$

$$I_{i0} = 0 \qquad \forall i$$

$$I_{i(t-1)} + p_{it} - I_{it} = \sum_o s_{iot} \qquad \forall i,t > 1$$

$$B_{it}, p_{it} \geq 0,\ integer \qquad \forall i,t$$

$$B_{iot}, s_{iot} \geq 0,\quad integer \qquad \forall i,o,t$$

$$0 \leq Y_{iot} \leq 1 \qquad \forall i,o,t$$

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-14]

جدول ۱. ویژگی‌های مدل، تعریف اندیس‌ها، متغیرها و پارامترهای مدل

مفروضات	تصادفی بودن ماهیت داده‌های نامطمئن، تبعیت تغییرپذیری (نوسان) داده‌های نامطمئن از توزیع متقارن
اندیس‌ها	i : محصول، k : فعالیت در سطح دسته‌های تولیدی، l : فعالیت در سطح سفارش، r : فعالیت در سطح تسهیلات، o: شاخص سفارش، j : آرمان ها
متغیرها	P_{it} = میزان تولید محصول i در دوره t ام. S_{iot} = میزان فروش محصول i در دوره زمانی t ام مربوط به سفارش شماره o. BO_{iot} = میزان سفارش تامین نشده مربوط به محصول i در دوره زمانی t ام مربوط به سفارش شماره o برای مشتری. I_{it} = میزان موجودی انبار شده از محصول i در دوره زمانی t ام. B_{it}= تعداد دسته های محصول i تولید شده در دوره t. Y_{iot} = نسبت سفارش پذیرفته شده مربوط به محصول i در دوره زمانی t ام مربوط به سفارش شماره o. d_j^+= متغیر انحراف از آرمان (انحراف مثبت). d_j^-= متغیر انحراف از آرمان (انحراف منفی). G_j= مقادیر مفروض برای آرمان‌ها. Z, ZZ, PP, PPP = متغیر های مربوط به مدل استوار.
پارامترهای قطعی	ρ_i = قیمت محصول i. a_k = نرخ استفاده از مخازن هزینه (نرخ هزینه) فعالیت سطح دسته. y_l= نرخ استفاده از مخازن هزینه (نرخ هزینه) فعالیت در سطح سفارش. c_r= نرخ استفاده از مخازن هزینه (نرخ هزینه) فعالیت در سطح تسهیلات. h_i = هزینه انبارداری محصول i. q_{ir}= نرخ مصرف فعالیت r (سطح تسهیلات) برای محصول i. u_{ik}= نرخ مصرف فعالیت k (سطح دسته) برای محصول i. f_{il}= نرخ مصرف فعالیت l (سطح سفارش) مربوط به محصول i. b_i= اندازه دسته محصول i. D_{iot}= میزان تقاضای محصول i از سفارش o در دوره t. Q_{rt}= کل زمان در دسترس برای انجام فعالیت r در دوره t. U_{kt}= کل زمان دردسترس برای انجام فعالیت k در دوره t. F_l= کل زمان موجود برای انجام فعایت l. Γ = ضریب سطح حفاظت مدل استوار.
پارامترهای غیرقطعی	$\tilde{pr}_i$ = مجموع هزینه های اولیه محصول i. $C\tilde{B}O_i$= هزینه سفارش‌های تامین نشده برای مشتری برای محصول i.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-14]

٤-۲ پارامترهای مدل و مقادیر نوسان آن

با توجه به بررسی‌های به عمل آمده، پارامترهای هزینه‌های معوقه و هزینه‌های اولیه به عنوان پارامترهای نوسانی تعیین شده است. از بین دو پارامتر غیرقطعی نامبرده، نوسان پارامتر هزینه اولیه حدوداً ۰/۳ تخمین زده شد. علاوه بر این، میزان نوسان پارامتر هزینه سفارش‌های انجام نشده تقریباً ۰/۲ تخمین زده شده است.

جدول ۲. شرح اجزای مدل

۱	تابع هدف از نوع آرمانیِ وزنی تشکیل شده از هشت آرمان
۲	محدودیت آرمانی مربوط به میزان درآمد حاصل از فروش محصول
۳	محدودیت آرمانی غیرقطعی مربوط به هزینه اولیه کل
۴	محدودیت آرمانی مربوط به هزینه کل فعالیت‌های سطح دسته‌های تولید
۵	محدودیت آرمانی مربوط به هزینه کل فعالیت‌های سطح سفارش‌های تولید
۶	محدودیت آرمانی مربوط به هزینه کل فعالیت‌های سطح تسهیلات تولید
۷	محدودیت آرمانی مربوط به هزینه کل موجودی انبار
۸	محدودیت آرمانی غیرقطعی مربوط به هزینه کل سفارش‌های انجام نشده
۹	محدودیت آرمانی مربوط به هزینه کل استهلاک تسهیلات
۱۰	محدودیت مربوط ظرفیت ساعات تخصیصی به فعالیت‌های سطح تسهیلات
۱۱	محدودیت مربوط ظرفیت ساعات تخصیصی به فعالیت‌های سطح دسته
۱۲	محدودیت بالانس تولید در مقابل دسته‌های تولیدی محصول
۱۳	محدودیت بالانس فروش با نسبت سفارش‌های پذیرفته شده از تقاضا
۱۴	محدودیت مربوط به ظرفیت ساعات تخصیصی به فعالیت‌های سطح سفارش
۱۵	محدودیت تکمیلی سفارش‌های پذیرفته شده
۱۶	محدودیت تعیین کننده مقدار سفارش انجام نشده
۱۷و ۱۸	محدودیت مربوط به روابط موجودی با سطح فروش
۱۹و۲۰و ۲۱	محدودیت‌های تعیین کننده نوع متغیرهای عدد صحیح و متغیرهای کراندار

٤-۳ حل مدل، شبیه‌سازی و نتایج فاز اول

پس از اتمام برنامه‌نویسی، مدل استوار ۱۳ بار به ازای ۱۳ حالت سطح حفاظت حل گردید. پس از هر بار حل، مقادیر متغیرهای به‌دست آمده، ثابت در نظر گرفته شده است و پارامترهای نامطمئن در بازه در نظر گرفته شده، به‌طور تصادفی، در قالب تابع توزیع متقارن برای ۱۰۰۰۰ بار تولید و شبیه‌سازی شد. در هر بار شبیه‌سازی مشخص شد چه تعداد از محدودیت‌ها نقض شده است. خلاصهٔ نتایج در جدول ذیل آمده است.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-14]

جدول ۳. مقادیر تابع هدف به ازای هر یک از سطوح حفاظت

حالت	Γ_1	Γ_2	احتمال نقض محدودیت دوم	احتمال نقض محدودیت هفتم	تابع هدف	سود اکتسابی	درصد اطمینان	سطح تولید
۱	۰	۰	۰/۴۹۵۱	۰/۵۰۳۹	۱۹۸۴۲/۵	۴۹۷۱۷۸۵	۰/۵۰۰۵	۳۳۲۵۰
۲	۲	۴۰	۰/۴۱۴۹	۰	۷۱۶۷۶/۸	۴۷۱۱۱۵۹	۰/۷۹۲۵۵	۲۸۶۵۰
۳	۵	۸۰	۰/۲۹۷۲	۰	۸۳۳۱۶/۳	۴۳۹۰۷۷۰	۰/۸۵۰۹۵	۲۸۲۹۰
۴	۸	۱۲۰	۰/۱۹۱۷	۰	۹۱۱۷۴/۴	۴۱۳۱۷۶۱	۰/۹۰۴۱۵	۲۵۱۶۰
۵	۱۰	۱۶۰	۰/۱۳۳۷	۰	۹۵۹۷۹/۲	۴۰۰۲۷۰۵	۰/۹۳۳۱۵	۲۴۳۳۰
۶	۱۲	۲۰۰	۰/۰۸۸	۰	۱۰۰۷۸۴	۳۸۷۳۹۴۴	۰/۹۵۶	۲۳۵۰۰
۷	۱۵	۲۴۰	۰/۰۵۲۰	۰	۱۱۰۵۷۶	۳۸۷۳۹۲۶	۰/۹۷۵۳	۲۳۵۰۰
۸	۱۷	۲۸۰	۰/۰۳۵۹	۰	۱۱۵۳۷۶	۳۸۷۶۲۶۰	۰/۹۸۲۰۵	۲۳۵۰۰
۹	۲۰	۳۲۰	۰/۰۱۲۲	۰	۱۲۲۵۷۶	۳۸۷۳۹۵۰	۰/۹۹۳۹	۲۳۵۰۰
۱۰	۲۱	۳۶۰	۰/۰۰۶۹	۰	۱۲۴۹۷۶	۳۸۷۴۱۷۷	۰/۹۹۶۵۵	۲۳۵۰۰
۱۱	۲۲	۳۸۴	۰/۰۰۴۱	۰	۱۲۷۳۷۶/۱	۳۸۷۳۹۸۱	۰/۹۹۷۹۵	۲۳۵۰۰
۱۲	۲۳	۳۸۴	۰/۰۰۰۹	۰	۱۲۹۷۷۶	۳۸۷۴۱۲۴	۰/۹۹۹۵۵	۲۳۵۰۰
۱۳	۲۴	۳۸۴	۰	۰	۱۳۲۱۷۶	۳۸۷۳۸۵۱	۱	۲۳۵۰۰

۵ فاز دوم: شبیه سازی دینامیکی

۵-۱مبانی شبیه سازی دینامیکی و ساختار مدل دینامیک

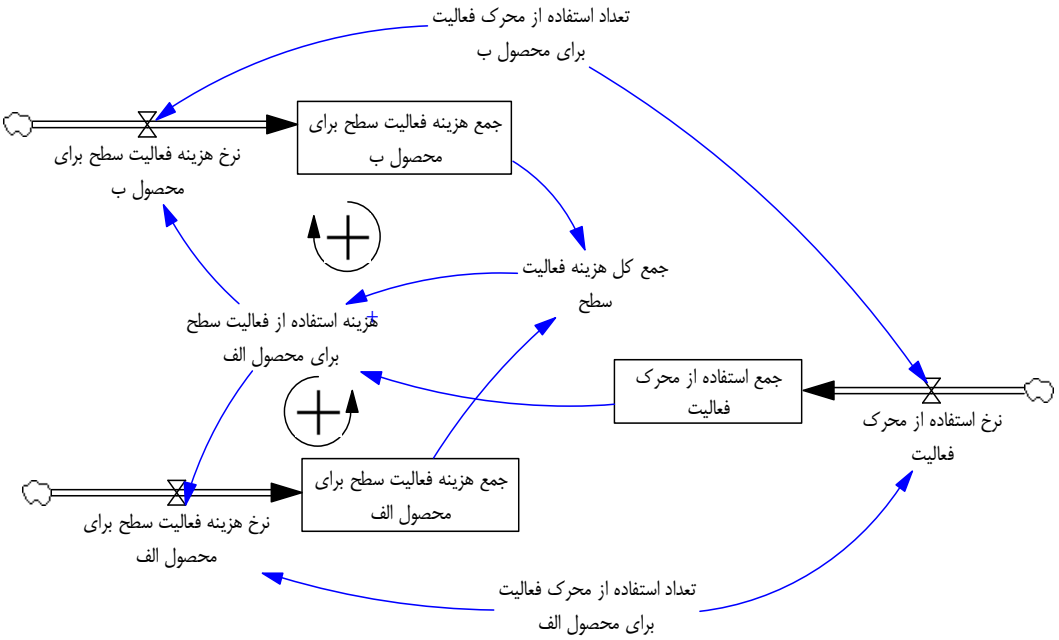
فارستر در اوایل دهه ۱۹۶۰، شبیه‌سازی دینامیکی را به عنوان یک روش‌شناسی شبیه‌سازی و مدلسازی برای تحلیل و تصمیم‌گیری‌های بلندمدت مسایل پویای مدیریت صنعتی مطرح کرد [۲۹]. تحلیل سیستم‌های دینامیکی یک روش‌شناسی قدرتمند برای دستیابی به دیدگاه‌هایی در مورد مسایلی است که پیچیدگی پویا و مقاومت در برابر سیاست‌گذاری دارند. استرمن، این‌گونه مطرح کرده است که اگر سیستمی باید بهینه شود که ایستاست و بازخوری نداشته باشد، بهترین تکنیک قابل استفاده بهینه‌سازی است [۳۰]. کاربرد شبیه‌سازی دینامیکی در مدیریت زنجیره تامین ریشه در پویایی صنعتی دارد [۲۸]. آنچه تابحال راجع به آن صحبت شد، مربوط می‌شد به تعیین سبد بهینه سفارش‌های واصله به زنجیره تامین و کسب بیش‌ترین سود از آن. در ادامه می‌خواهیم به این پرسش پاسخ دهیم که:

- آیا نرخ مخازن هزینه که در مدل استوار به‌کار گرفته شد، نرخ‌های دقیق و درستی است؟ و در صورتی که این نرخ دقیق نیست، می‌توان با استفاده از رویکرد شبیه‌سازی دینامیکی به تخمین دقیق‌تر این نرخ‌ها پرداخت؟
- به واقع بهای تمام شده انجام یک سفارش برای شرکت چقدر خواهد بود؟
- تاثیر سطوح حفاظتی مختلف بر قیمت تمام شده محصولات به چه صورت است؟

تمامی این پرسش‌ها و سایر پرسش‌های ممکن می‌تواند سبب آن باشد که استفاده از رویکرد شبیه‌سازی دینامیکی توجیه شود. نکته‌ای که شاید در این میان غافل مانده باشد این است که شاید به واقع هزینه‌ها، پارامترها و سایر عوامل هزینه‌ای مثل قیمت تمام شده محصول، قیمت فروش و غیره در حال حاضر واقعاً آن چیزی نباشد که مورد محاسبه قرار می‌گیرد. در واقع ضرایب هزینه‌ای مربوط به این محاسبات در ابتدای امر به صورت تخمینی

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-14]

محاسبه شده است و این خود می‌تواند نشان‌دهندهٔ نادقیق بودن برخی از این ضرایب هزینه‌ای باشد؛ بنابراین، در ادامه سعی شد تا با استفاده از روش شبیه‌سازی دینامیکی و بازخوردهای موجود در حلقه‌های شبیه‌سازی، ضرایب هزینه‌ای دقیق‌تری به‌دست آید تا بتوان با استفاده از آن به محاسبه بهتر بهای تمام شده پرداخت. شکل ۱ شمای کلی شبیه‌سازی نرخ مخازن هزینه را به تصویر می‌کشد. بر مبنای این شمای کلی، می‌توان برای هر یک از نرخ‌های استفاده از مخازن هزینه، این حلقه‌های تعدیل‌کننده را از شبیه سازی در چند دوره متوالی، نرخ واقعی‌تری را برای استفاده از مخازن هزینه به‌دست آورد. در واقع، می‌توان با استفاده از این حلقه‌های بازخوردی تعدیل‌کننده، در چند دور شبیه‌سازی، ضرایب هزینه‌ای متعادل‌تر و واقعی‌تری را برای محاسبه هزینه سطوح فعالیت به‌دست آورد. تعدیل و محاسبه دقیق‌تر این ضرایب هزینه‌ای، خود می‌تواند منجر به محاسبه بهتر هزینه کل و نهایتاً بهای تمام شده محصول شود. همان‌گونه که از شکل ۱ پیداست، برای هر محصول (که در اینجا دو محصول الف و ب یا A و B است)، یک حلقه تعدیل‌کننده مثبت طراحی شده است. به همین منوال می‌توان برای هر یک از سطوح فعالیت، این حلقه‌های تعدیل کننده را ترسیم کرد و شبیه‌سازی را به انجام رسانید. از آنجایی که محاسبات مربوط به تمامی سطوح حفاظتی ۱۳ گانه می‌تواند منجر به پیچیده شدن و درک کم‌تری از محاسبات شود، ترجیح دادیم که محاسبات مربوط به چهار سطح حفاظتی را در اینجا بیاوریم. به همین منظور در شکل‌ها و جداول ذیل نتایج مربوط به چهار سطح حفاظتی ۱، ۴، ۹ و ۱۳ آورده و مورد تحلیل قرار گرفته است.



شکل ۱. شمای کلی از حلقه های تعدیل کنندهٔ نرخ استفاده از مخازن هزینه

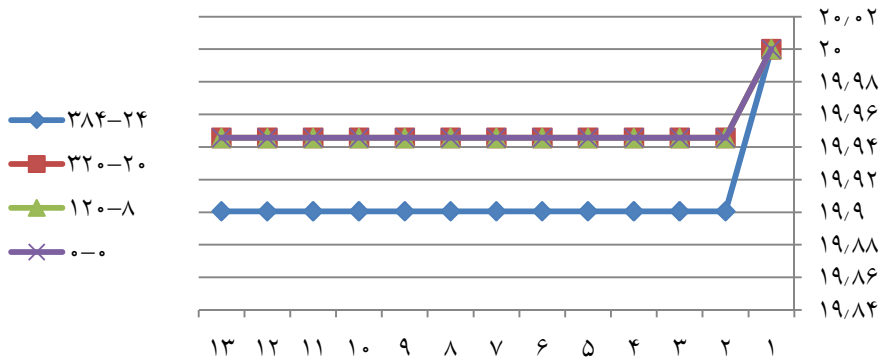
[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-14]

۵-۲ محاسبات و نتایج مدل شبیه سازی دینامیکی

جدول۴، داده‌های اولیه پیش از تعدیل مربوط به نرخ مخازن هزینه و نیز قیمت دو محصول را نشان می‌دهد. در این گام با استفاده از داده‌های خروجی فاز اول؛ یعنی نرخ تولید، فروش، انبار، معوقات و نیز با استفاده از شمای کلی مورد استفاده در شکل ۱، این نرخ‌ها در چهار سطح حفاظتی مختلف محاسبه و تعدیل شد. همان‌گونه که در شکل‌های ۲ تا ۷ مشاهده می‌شود، یک روند کاهشی، در تمامی مقادیر مخازن هزینه مشاهده می‌شود. به گونه‌ای که در برخی از آن‌ها مثل نرخ مخازن هزینه فعالیت سطح دسته ۲، سطح سفارش ۱ و ۲، این کاهش محسوس است و در سایر موارد کاهش بسیار جزیی است؛ اما نکته‌ای که قابل ذکر است این است که در تمامی موارد، کاهش در سطح حفاظت بالاتر، بیش‌تر و در سطح حفاظت پایین‌تر کم‌تر است. این شکل‌ها نشان می‌دهد حتی تخمین‌های اولیه‌ای که با استفاده از رویکرد هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت صورت گرفت خالی از خطا نبود. در بخش نهایی بیش‌تر راجع به این موارد صحبت خواهیم کرد.

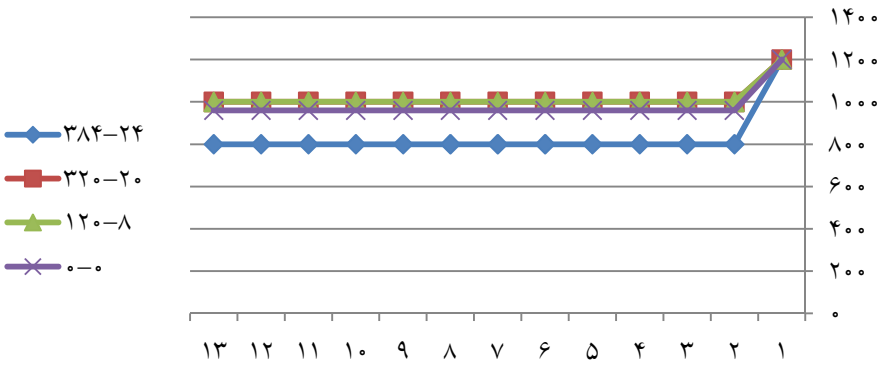
جدول ٤. نرخ استفاده از مخازن هزینه و محرک‌های فعالیت پیش از تعدیل

فعالیت	نرخ استفاده از مخازن هزینه	محرک فعالیت
فعالیت دسته ۱	۲۰	به ازای هر جابجایی
فعالیت دسته ۲	۱۲۰۰	به ازای هر راه اندازی
فعالیت سفارش ۱	۱۷۳/۳۳۳۳	به ازای هر سفارش
فعالیت سفارش ۲	۵۸/۵	به ازای هر ساعت نگهداری
فعالیت تسهیلات	۲	به ازای هر ماشین ساعت
استهلاک	۰/۶	به ازای هر ماشین ساعت

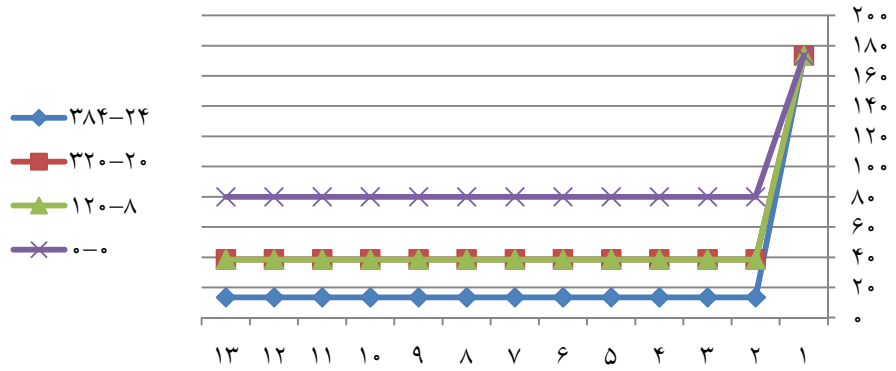


شکل ۲. نرخ مخازن هزینه فعالیت سطح دسته ۱ در چهار سطح حفاظت

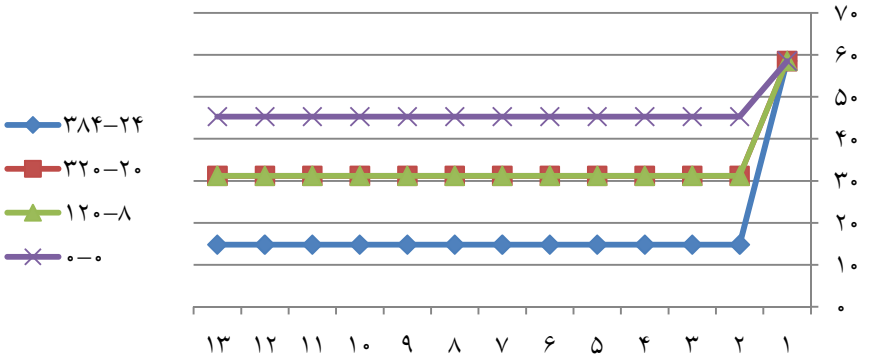
[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-14]



شکل ۳. نرخ مخازن هزینه فعالیت سطح دسته ۲ در چهار سطح حفاظت

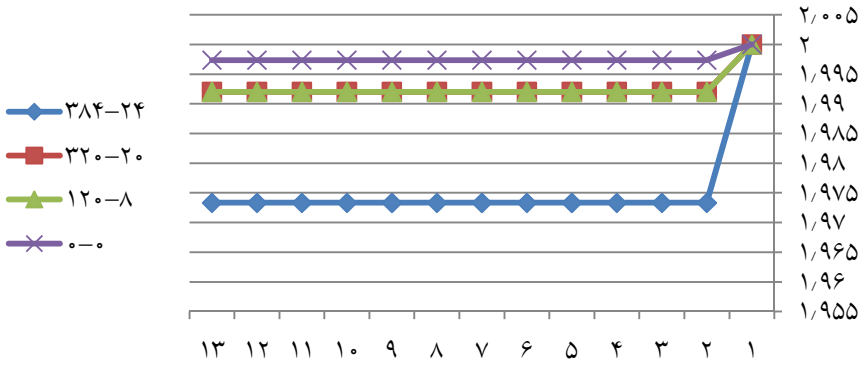


شکل ٤. نرخ مخازن هزینه فعالیت سطح سفارش ۱ در چهار سطح حفاظت

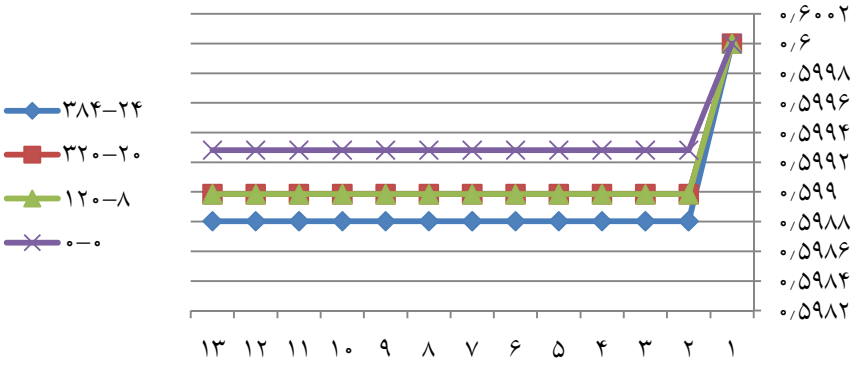


شکل ۵. نرخ مخازن هزینه فعالیت سطح سفارش ۲ در چهار سطح حفاظت

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-14]



شکل ٦. نرخ مخازن هزینه فعالیت سطح تسهیلات در چهار سطح حفاظت



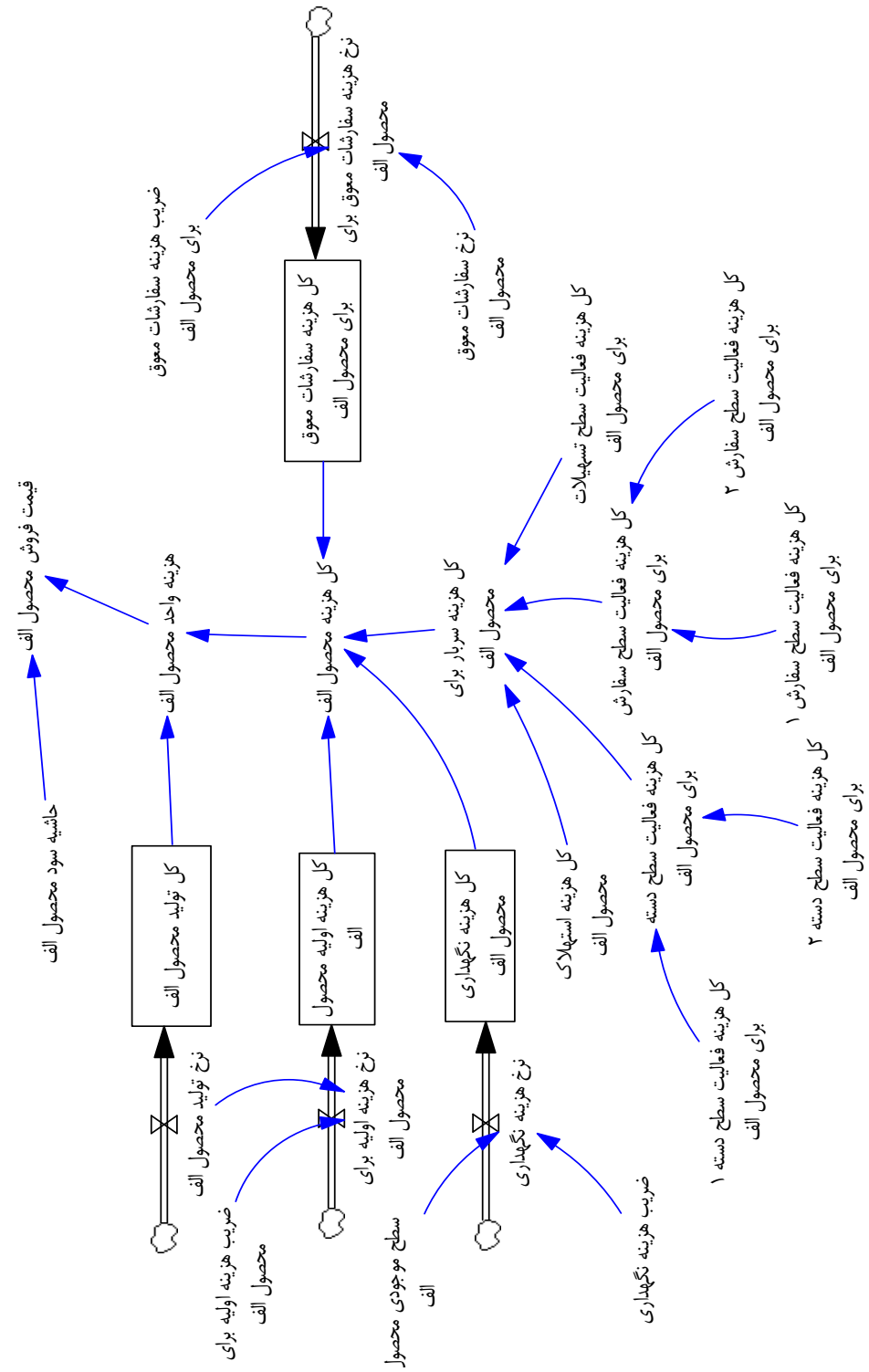
شکل ۷. نرخ مخازن هزینه استهلاک در چهار سطح حفاظت

۵-۳ تعیین قیمت فروش محصول

حال که نرخ مخازن هزینه تعدیل شد، لازم است تا با استفاده از تکنیک شبیه‌سازی دینامیکی، قیمت فروش محصولات را تعیین کنیم. شکل ۸، مدل شبیه‌سازی دینامیکی مدنظر برای تعیین قیمت محصول الف را نشان می‌دهد. برای تعیین قیمت محصول ب نیز دقیقاً می‌توان از چنین ساختاری استفاده کرد. همان‌گونه که از این شکل قابل مشاهده است، قیمت فروش محصول عبارتست از درآمد حاصل از فروش محصول منهای مجموع هزینه‌های محصول. نهایتاً با تقسیم این مقدار بر کل تعداد تولید، می‌توان قیمت واحد فروش را محاسبه کرد. شکل‌های ۹ و ۱۰ نشان‌دهندهٔ روند قیمت محصول الف و ب در یک دوره ۱۲ ماهه است. شایان ذکر است که قیمت اولیه دو محصول الف و ب در تخمین اولیه حدود ۲۵۰ و ۵۰۰ بوده است. اما مشاهده می‌شود به ازای سطوح حفاظتی مختلف، این قیمت‌ها نوسان داشته‌اند. جداول ۵ و ۶ به‌طور خلاصه مقادیر فروش و قیمت‌های تعدیل شده و نیز مقادیر تابع هدف و سود جدید بر مبنای قیمت‌های تعدیل شده را در دورهٔ ۱۲ ماهه نشان می‌دهد. به عبارتی ما ابتدا با محاسبه مقادیر تعدیل شده قیمت به ازای ۱۲ ماه، مقدار قیمت کف یا پایه را به ازای هر محصول و در هر ماه به‌طور جداگانه تعیین کردیم. سپس با حل مجدد مدل بر مبنای قیمت‌های جدید، مقادیر تابع

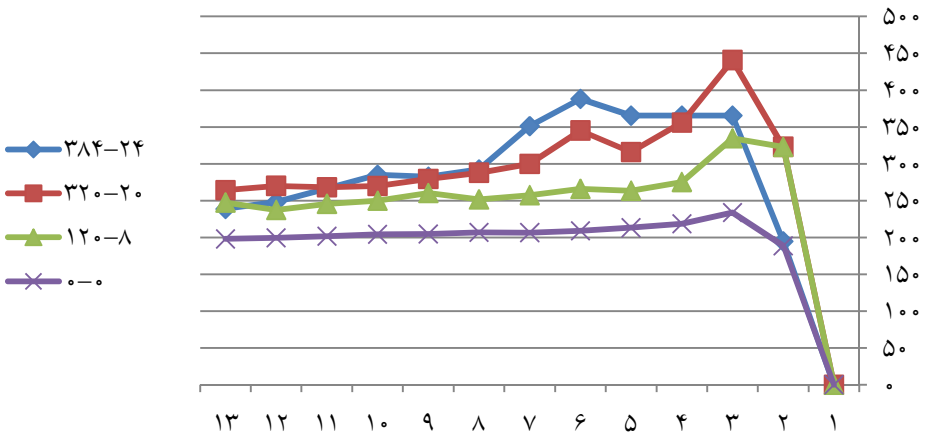
[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-14]

هدف مدل بهینه‌ساز استوار طراحی شده در فاز اول و نیز میزان سود حاصل از مقادیر فروش را به‌دست آوردیم. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، مقادیر تابع هدف نسبت به حالت قبل یعنی در سطوح قیمتی ۲۵۰ و ۵۰۰ واحد، بهبود یافت و نیز مقادیر سود به‌دست آمده حاصل از آن افزایش نسبتاً خوبی را از خود نشان داده است. این بدان معناست که قیمت‌های جدید بهتر می‌تواند اهداف شرکت را در سودآوری و نیز مشتری مداری محقق کند.



شکل ۸. مدل شبیه سازی دینامیکی برای تعیین قیمت فروش محصول الف

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-14]

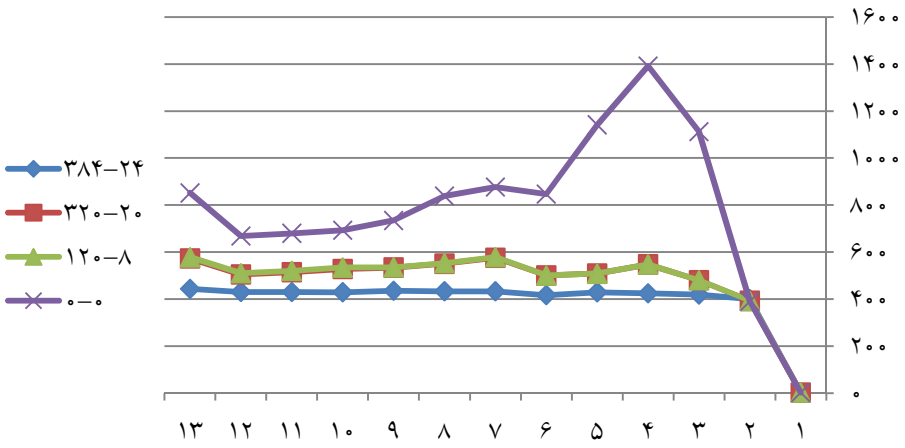


شکل ۹. قیمت محصول الف در چهار سطح حفاظت

جدول ۵. فروش، قیمت‌های تعدیل شده و مقدار تابع هدف و سود در سطح حفاظتی ۱ و ۴

	۰–۰				۱۲۰–۸			
	محصول الف		محصول ب		محصول الف		محصول ب	
	فروش	قیمت	فروش	قیمت	فروش	قیمت	فروش	قیمت
۱	۳۰۰۰	۱۸۸/۶۷۲	۰	۳۹۲/۹۷۶	۱۰۰۰	۳۲۳/۰۳۲	۰	۳۹۲/۹۷۶
۲	۲۴۲۹	۲۳۳/۸۹۹	۳۴۰	۱۱۱۵/۸۶	۱۹۸۶	۳۳۴/۴۲۴	۱۳۶۰	۴۸۰/۸۹
۳	۰	۲۱۸/۵۸۲	۱۷۰	۱۳۹۴/۴	۰	۲۷۵/۲۰۸	۶۸۰	۵۴۷/۸۱۱
۴	۰	۲۱۳/۱۷۴	۰	۱۱۴۳/۲۸	۰	۲۶۳/۴۱۵	۰	۵۰۸/۴۶۴
۵	۷۹۰۰	۲۰۹/۱۱۲	۸۵۰	۸۴۷/۴۳	۴۶۹۷	۲۶۵/۹۷	۱۳۶۰	۵۰۰/۲۳۳
۶	۰	۲۰۶/۶۳	۶۷۹	۸۷۶/۷۵	۰	۲۵۷/۴۳۷	۴۹۸	۵۷۸/۶۹۷
۷	۰	۲۰۶/۸۴۵	۰	۸۳۹/۳۱	۰	۲۵۱/۵۱۱	۰	۵۵۲/۵۳۹
۸	۴۴۹۹	۲۰۴/۵۶۸	۰	۷۳۴/۷۱۴	۱۸۱۶	۲۶۰/۲۳۳	۰	۵۳۵/۳۳۶
۹	۰	۲۰۴/۱۷۹	۱۷۰۱	۶۹۳/۰۴۳	۰	۲۴۹/۹۰۱	۲۱۳۱	۵۳۴/۵۲۳
۱۰	۳۵۰۰	۲۰۱/۵۰۵	۰	۶۷۹/۸۶۳	۳۵۰۰	۲۴۵/۶۵۱	۰	۵۲۰/۳۷۱
۱۱	۳۰۰۰	۱۹۹/۴۲۸	۰	۶۶۸/۵۸۸	۳۰۰۰	۲۳۷/۳۳۱	۰	۵۱۰/۵۴۹
۱۲	۴۶۷۲	۱۹۷/۹۷۳	۵۱۰	۸۵۱/۷۶۹	۱۰۰۱	۲۴۷/۴۱۴	۲۱۳۱	۵۷۸/۰۹۷
مجموع تولید	۲۹۰۰۰		۴۲۵۰		۱۷۰۰۰		۸۱۶۰	
میانگین قیمت	۲۰۴/۶۵		۸۳۴/۱۹		۲۶۶/۳۸		۵۳۵/۰۵	
مقدار تابع هدف	۱۹۸۴۲/۵				۹۱۱۷۴/۴			
مقدار سود	۵۳۶۳۱۱۷				۴۶۶۵۵۴۷			

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-14]



شکل ۱۰. قیمت محصول ب در چهار سطح حفاظت

جدول ٦. فروش، قیمت‌های تعدیل شده و مقدار تابع هدف و سود در سطح حفاظتی ۹ و ۱۳

	۳۲۰–۲۰				۳۸۴–۲۴			
	محصول الف		محصول ب		محصول الف		محصول ب	
	فروش	قیمت	فروش	قیمت	فروش	قیمت	فروش	قیمت
۱	۱۰۰۰	۳۲۳/۰۳۲	۰	۳۹۲/۹۷۶	۲۹۶	۱۹۴/۸۳۶	۰	۴۰۰
۲	۹۹۹	۴۴۰/۷۸۷	۱۳۶۰	۴۸۰/۸۹	۱۷۰۴	۳۶۵/۵۰۵	۱۵۲۶	۴۱۸/۵۶۴
۳	۰	۳۵۵/۹۶۹	۶۸۰	۵۴۷/۸۱۱	۰	۳۶۵/۵۰۵	۱۱۸۹	۴۲۴/۲۹۳
۴	۰	۳۱۵/۸۰۹	۰	۵۰۸/۴۶۴	۰	۳۶۵/۵۰۵	۰	۴۲۸/۹۱
۵	۳۰۰۱	۳۴۵/۱۹۶	۱۳۶۰	۵۰۰/۲۳۳	۷۶	۳۸۸/۱۷۷	۱۶۹۹	۴۱۶/۶۸۶
۶	۰	۲۹۹/۸۰۳	۵۷۸	۵۷۶/۱۰۴	۰	۳۵۱/۱۸۲	۸۴۹	۴۳۲/۷۹۵
۷	۰	۲۷۸/۸۶۸	۰	۵۵۰/۶۸۲	۰	۲۹۲/۴۸۵	۰	۴۳۳/۱۰۸
۸	۴۰۰۰	۲۷۹/۲۹۱	۰	۵۳۴/۰۳	۴۵۰۰	۲۸۲/۶۰۸	۰	۴۳۴/۹۲۹
۹	۰	۲۶۹/۹۹۴	۲۴۲۵	۵۲۷/۸۳۲	۰	۲۸۵/۰۳۲	۲۰۴۰	۴۲۹/۱۲۳
۱۰	۱۰۰۰	۲۶۸/۱۴۲	۰	۵۱۴/۲۵۳	۳۴۹۷	۲۶۶/۴۹۲	۰	۴۲۹/۶۰۵
۱۱	۱	۲۷۰/۰۷۳	۰	۵۰۴/۹	۳۰۰۰	۲۴۸/۱۲۳	۰	۴۳۰/۳۲۴
۱۲	۴۹۹۹	۲۶۴/۲۷۱	۲۰۹۷	۵۷۳/۳۸۹	۱۹۲۷	۲۳۸/۷۹۹	۱۱۹۷	۴۴۳/۰۹۳
مجموع تولید	۱۵۰۰۰		۸۵۰۰		۱۵۰۰۰		۸۵۰۰	
میانگین قیمت	۳۰۰/۳۹		۵۳۲/۰۲		۲۷۴/۵۴		۴۲۶/۳۹	
مقدار تابع هدف	۱۱۴۴۰۹/۶				۱۱۹۸۵۲/۸			
مقدار سود	۴۳۵۵۰۹۹				۴۲۰۰۶۴۴			

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-14]

٦ نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

همان‌گونه که تاکنون نیز بیان شد، مدیریت درست و دقیق کلیه جوانب زنجیره تامین، از جمله وظایف خطیر مدیران محسوب می‌شود. در این میان، مدیریت سفارش‌های زنجیره تامین، از شاخص‌های مهم مدیریت زنجیره تامین محسوب می‌شود. در واقع در مدیریت سفارش‌های زنجیره تامین، هدف آن است تا از میان سفارش‌های واصله به زنجیره تامین، سفارش‌هایی را برای تکمیل بپذیریم که از یک سو بتوان به سودآوری بالاتری دست پیدا کرد و از سوی دیگر بتوان به تقاضاهای مشتریان هرچه بهتر و کامل‌تر پاسخ گفت. به همین منظور لازم است به دو پرسش ذیل پاسخ گفته شود:

۱- از میان سفارش‌های واصله، کدامیک را برای انجام بپذیریم؟

۲- هزینه تمام شده هر سفارش چقدر است و باید به چه قیمتی به مشتری تحویل داده شود؟

بنابراین در این تحقیق، طی دو مرحله (فاز)، سعی شد تا به این پرسش‌ها پاسخ داده شود. در فاز اول، با استفاده از یک مدل بهینه‌سازی خطی و آرمانی سبد بهینه سفارش‌ها تعیین شد؛ اما چون مدل ما حاوی متغیرهای نوسانی و غیرقطعی بود، با استفاده از رویکرد بهینه‌سازی استوار، مدل در سطوح حفاظت گوناگون (۱۳ سطح حفاظت) حل شد و با توجه به درجه ریسک هر حالت، مقدار سود اکتسابی و تابع هدف محاسبه شد. در فاز دوم برای تعیین هزینه تمام شده و قیمت هر سفارش، از رویکرد شبیه‌سازی دینامیکی استفاده شد؛ اما برای محاسبه هرچه دقیق‌تر این فاکتورها، ابتدا باید نرخ مخازن هزینه، با توجه به ترکیب تولید، فروش، معوقات و موجودی انبار تعدیل شود. با توجه به محاسبات، نرخ مخازن هزینه در تمامی سطوح حفاظت با کاهشی هرچند جزیی روبرو شد. پس از تعدیل نرخ مخازن هزینه، با استفاده از رویکرد شبیه‌سازی دینامیکی، هزینه و قیمت تمام شده سفارش‌ها در دوره‌ای ۱۲ ماهه تعیین شد. اجمالاً می‌توان نتایج زیر را از فاز اول و دوم بیان کرد:

- در فاز اول با افزایش سطوح حفاظت، مقدار تابع هدف بدتر می‌شود و سود کاهش می‌یابد. این وضعیت به دلیل محافظت هرچه بیش‌تر مدل در برابر نوسان متغیرهای غیرقطعی است. با توجه به این نتیجه، تصمیم‌گیرنده قادر است با لحاظ کردن میزان ریسک و یا بالعکس قابلیت اطمینان مدل، طیف گوناگونی از تصمیمات را اتخاذ کند. طبعاً با افزایش سطوح حفاظت، می‌توان گفت مدل در برابر نوسانات حفاظت شد؛ اما به همان میزان باید هزینه‌هایی را پذیرفت که از قِبل آن، سود نیز کاهش خواهد یافت.
- در فاز دوم با استفاده از داده‌های خروجی فاز اول؛ یعنی سبد سفارش‌های تعیین شده و نیز با توجه مدل‌های شبیه‌سازی دینامیکی و حلقه‌های تعدیل‌کننده تعبیه شده در آن، این نرخ‌ها تعدیل شد. با توجه به نتایج حاصله؛ حتی با اینکه پارامترها و ضرایب اولیه با استفاده از رویکرد هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت تعیین شده بود، باز هم نمی‌توان برای تمامی سطوح حفاظت و به ازای هر سبد سفارشی، این ضرایب را ملاک محاسبات قرار داد. به همین منظور پس از تعدیل این ضرایب، قیمت سفارش‌های انجام شده در هر دوره و به ازای چهار سطح حفاظت به‌طور دقیق تعیین شد. پس از تعیین این قیمت‌ها، مدل به ازای قیمت‌های جدید در هر دوره محاسبه شد. نتایجی که در جدول ۵ و ۶ آمده نشان می‌دهد با تعدیل این قیمت‌ها، امکان سودآوری بیش‌تر در همان سطح تولیدی وجود خواهد داشت.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-14]

- همان‌گونه که مشاهده می‌شود، با افزایش سطوح حفاظت، رفته رفته به قیمت محصول الف افزوده می‌شود، در حالی‌که از قیمت محصول ب کاسته می‌گردد. این تغییر به دلیل تغییر در ترکیب فروش است. همان‌گونه که از جداول فوق برمی‌آید، با افزایش سطح حفاظت، از فروش محصول الف کاسته و به فروش محصول ب افزوده می شود و چون هزینه سفارش‌ها از تقسیم هزینه کل بر تولید کل به‌دست می‌آید، این روند تغییر قیمتی در سطوح حفاظتی گوناگون در شکل‌های ۹ و ۱۰ مشاهده می‌شود.
- برای اینکه بتوان برای تمام دوره ۱۲ ماهه قیمت‌های ثابت و معینی را به مشتری معرفی کرد، می‌توان با محاسبه معدل یا میانگین وزنی قیمت‌ها، یک قیمت معین به‌دست آورد. این میانگین در جداول ۵ و ۶ آورده شد. دلیل این کار این است که ما منطقاً نمی‌توانیم هر ماه یک قیمت خاص به مشتری بدهیم. به همین منظور پس از تعیین سطح حفاظتی مدنظر و سبد سفارش، می‌توان قیمت‌های ماهیانه را محاسبه و سپس با گرفتن میانگین، یک قیمت مشخص را برای تمام دوره معرفی کرد.
- نکته دیگر حایز اهمیت این است که با محاسبه مجدد بر مبنای قیمت‌های تعدیل شده، مشاهده شد که سود حاصله، از سود به‌دست آمده از فاز اول و پیش از تعدیل قیمت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ واحدی، تغییر قابل ملاحظه‌ای داشته است؛ بنابراین تصمیم گیرنده قادر است با استفاده از این مدل تصمیم‌گیری دو مرحله‌ای، از یک سو با در نظر گرفتن سطح ریسک و امکان نقض محدودیت منابع، سبد بهینه سفارش‌ها را در شرایط نوسان متغیرهای غیرقطعی تعیین کند و از سوی دیگر هزینه تمام شده و قیمت سفارش‌ها را به‌طور دقیق مشخص کند.

منابع

[۴] جعفرنژاد، ا.، صفری، ح.، آذر، ع.، ابراهیمی، س. ع.، (۱۳۹۳). طراحی مدل ریاضی مدیریت سفارش‌های زنجیره تامین با تکیه بر رویکرد بهینه سازی استوار و ساختار هزینه یابی بر مبنای فعالیت. نشریه مدیریت صنعتی، آمادهٔ انتشار.

[۵] آذر، ع.، موسوی، س. ف.، (۱۳۹۳). «طراحی مدل احتمالی و استوار یکپارچه سه مرحله‌ای برای انتخاب تامین‌کننده با رویکرد عدم قطعیت»، مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۱۱(۱)، ۱-۱۸.

[۶] پایدار، م.، داوودی درزی، ا.، یوسفی بابادی، ا.، (۱۳۹۳). ارایه مدل دو هدفه برنامه‌ریزی تسهیلات برای مساله لجستیک امدادی با به کارگیری روش بهینه سازی استوار. مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۱۱(۲)، ۹۵-۱۰۵.

[۷] ربیعه، م.، آذر، ع.، مدرس یزدی، م.، فطانت فرد حقیقی، م.، (۱۳۹۰). طراحی مدل ریاضی منبع‌یابی استوار چندهدفه: رویکردی در کاهش ریسک زنجیره تأمین (مورد مطالعه: زنجیره تأمین ایران خودرو). چشم انداز مدیریت صنعتی، ۱، ۷۷- ۵۷.

[۸] محقر، ع.، مهرگان، م.، نازآبادی، م.، (۱۳۸۸). بهینه سازی سبد محصولات صنایع خودروسازی با استفاده از بهینه سازی استوار. نشریه مدیریت صنعتی، ۱(۲)، ۱۳۹ – ۱۵۲.

[۹] مرادی، م.، صلاحی، م.، بردسیری، م.، جمالیان، ع.، (۱۳۹۳). یک مدل جدید استوار در طراحی شبکه زنجیره ی تأمین تحت عدم قطعیت. مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۱۱(۲)، ۹-۲۶.

[۲۸] مروتی شریف آبادی، علی. (۱۳۸۹). ارایه مدلی برای پیکره بندی زنجیره تامین در صنعت فولاد با استفاده از رویکرد پویایی سیستم. مطالعه موردی: کارخانه فولاد آلیاژی ایران. رساله دکتری، استاد راهنما: دکتر علی محقر، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-14]

[1] Kirche, E. T., Srivastava, R., Khumawala, B., (2002). An ABC-based cost model with inventory and order level costs: A comparison with TOC Proceedings of 33rd Annual Meeting of the Decision Sciences Institute , 23-26 November, San Diego, CA, 1733–1738.
[2] Cooper, R., Kaplan, R.S., (1991). The design of cost management systems: Text, cases and readings. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
[3] Kirche, E., Srivastava, R. (2007). A resource-constrained profit-based dynamic order management model. International Journal of Computer Applications in Technology, 30(4), 273-280.
[10] Mirzapour Al-e-hashem, S.M.J., Malekly, H., Aryanezhad, M.B., (2011). A multi-objective robust optimization model for multi-product multi-site aggregate production planning in a supply chain under uncertainty, Int. J. Production Economics 134, 28–42.
[11] Mulvey, J.M., Vanderbei, R.J., Zenios, S.A., (1995). Robust optimization of large-scale systems. Operations Research, 43(2), 264–281.
[12] Pan, F., Nagi, R., (2010). Robust supply chain design under uncertain demand in agile manufacturing, Computers & Operations Research, 37, 668 – 683.
[13] Zanjani, M.K., Ait-Kadi, D., Nourelfath, M., (2010). Robust production planning in a manufacturing environment with random yield: A case in sawmill production planning. European Journal of Operational Research, 201, 882–891.
[15] Abdel-Hamid, T. K., Madnick, S.E., (1987). On the Portability of Quantitative Software Estimation Models. Information & Management, 13, 1-10.
[16] Ashayeria, J., Lemmesb, L., (2006). Economic value added of supply chain demand planning: A system dynamics simulation. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 22, 550–556.
[17] Macedo, J., Ruiz Usano, R., Framinan Torres, J., (1997). A real time cost monitoring system for business process reengineering. Proceedings from IFAC Workshop, 411-416.
[18] Marqueza, A., Blanchar, C., (2006). A Decision Support System for evaluating operations investments in high-technology business. Decision Support Systems, 41, 472– 487.
[19] Sachan A., Sahay, B. S., Mohan, R., (2006). Assessing benefits of supply chain integration using system dynamics methodology. International Journal of Services Technology and Management, 7(5-6), 582-601.
[20] Bianchi, C., (2002). Introduction SD modeling into planning and control system to manage SMEs growth: a learning-oriented perspective. System Dynamics Review, 18(3), 315-338.
[21] Khataie, A.H., Bulgak, A.A., Segovia, J.J., (2011). Activity-Based Costing and Management applied in a hybrid Decision Support System for order management. Decision Support Systems, 52, 142–156.
[22] Kristianto, Y., Gunasekaran, A., Helo, P., Sandhu, M., (2012). A decision support system for integrating manufacturing and product design into the reconfiguration of the supply chain networks, Decision Support Systems, 52, 790–801.
[23] Li, D., O'Brien, C., (1999). Integrated decision modeling of supply chain efficiency. Int. J. Production Economics, 59, 147-157.
[24] Gunasekaran, A., Sarhadi, M., (1998). Implementation of activity-based costing in manufacturing. International Journal of Production Economics, 56-57(September), 231-242.
[25] Kaplan, R., Atkison, A., (1998). Advanced Management Accounting: International Edition. 3rd edition, New Jersey: Prentice Hall, Upper Saddle River.
[26] MacArthur, J.B. (1993). Theory of constraints and activity-based costing: friends or foes?. Journal of Cost Management, 7(2), 50-56.
[27] Sheu, C., Chen, M., Kovar, S., (2003). Integrating ABC and TOC for better manufacturing decision making. Integrated Manufacturing Systems, 14(5), 433-441.
[29] Forrester, Jay W., (1961). Industrial Dynamics. (1st Ed.). Waltham, MA: Pegasus Communications.
[30] Sterman, J. (2000). Business dynamic: system thinking and modeling for a complex world, Mc Grow-Hill, New York.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-14]