

# ارائه یک مدل موجودی در سیستم تولید-تولید مجدد همراه با تعیین قیمت تملک و قیمت فروش با در نظر گرفتن سطح کیفیت

مسعود صیدی<sup>۱</sup>

دانشگاه ایلام

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۰۸/۱۹

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۲۲

## چکیده

مدیریت موجودی در سیستم‌های تولید-تولید مجدد در سال‌های اخیر مورد توجه فزاینده‌ی محققین سیستم‌های تولیدی قرار گرفته است. در اغلب تحقیقات موجود در ادبیات موضوع، محیط تولیدی از دو بخش اساسی تشکیل شده است. بخش اول مربوط به فرایندهای تولید، تولید مجدد و سایر گزینه‌های مدنظر در لجستیک معکوس می‌باشد و بخش دوم شامل فرایندهای جمع‌آوری و رتبه‌بندی می‌باشد. در اغلب تحقیقات انجام شده، یا به فرایندهای مطرح در بخش نخست پرداخته شده یا تنها بررسی مسائل مطرح در بخش دوم کانون توجه بوده است. یکی از مهم‌ترین موضوعات بخش نخستین، تعیین قیمت فروش در سیستم موجودی و یکی از مباحث مهم در بخش دوم، تعیین قیمت تملک محصولات برگشتی است که در این مقاله به‌صورت توأم مدنظر قرار گرفته است. در ابتدای این مقاله به ارائه‌ی یک مدل موجودی با در نظر گرفتن برگشت محصولات به محیط تولیدی پرداخته شده است. سپس برای حل مدل از دو الگوریتم ژنتیک (GA) و تبرید شبیه‌سازی شده (SA) بهره گرفته شده است. نتایج حل مدل موجودی مطروح شده، علاوه بر تعیین مقادیر تولید و تولید مجدد، منتج به تعیین قیمت‌های تملک و فروش نیز خواهد شد. شایان ذکر است که در این مقاله سطح کیفیت محصولات برگشتی نیز مورد توجه در فرایند مدل‌سازی بوده است.

**واژه‌های کلیدی:** تولید مجدد، موجودی، قیمت تملک، قیمت فروش، الگوریتم ژنتیک و تبرید شبیه‌سازی شده.

## ۱- مقدمه

عوامل مؤثر انگیزشی در نیل به سمت تحقیق در این مقولات را می‌توان در دو دسته کلی الزامات قانونی محیط‌زیست‌پسندانه و صرفه‌جویی‌های اقتصادی در نظر گرفت. تعیین قیمت‌های خرید محصولات مصرف شده که در پیشینه تحقیق از آن به قیمت تملک یاد می‌شود، هم‌چنین قیمت‌های فروش محصولات تولید مجدد شده، به‌عنوان مهم‌ترین محرک‌های اقتصادی در جهت سوق به این موضوعات، در این مقاله مورد توجه قرار گرفته است.

یکی از راه‌های دست‌یابی به خیلی از اهداف توسعه پایدار تولید مجدد می‌باشد. تولید مجدد چرخه مصرف مواد را می‌بندد و اساساً یک حلقه بسته تولید ایجاد می‌کند. تولید مجدد بر برگشت ارزش افزوده به‌جای برگشت مواد مانند

امروزه، یکی از مقولات مهم و مطرح در اقتصاد کشورها توسعه پایدار<sup>۲</sup> است. این مقوله توجه به موضوعاتی هم‌چون تولید با ملاحظات زیست‌محیطی و بازیابی محصول<sup>۳</sup>، لجستیک معکوس<sup>۴</sup>، تولید مجدد و غیره را مضعف می‌کند. علاوه بر ملاحظات زیست‌محیطی مطرح در ادبیات موضوع تولید مجدد، صرفه‌جویی‌های اقتصادی، جذابیت موضوع را برای تحقیق بیشتر افزایش می‌دهد. به‌عبارت دیگر مهم‌ترین

۱- استادیار دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه ایلام، پست‌الکترونیکی:

Seidi.Masoud@gmail.com، نشانی: دانشگاه ایلام، دانشکده فنی و

مهندسی

2- Sustainable Development

3- Environmentally Conscious Manufacturing and Product Recovery (ECMPRO)

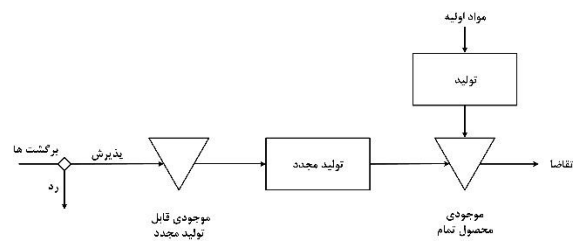
4- Reverse Logistics

اداره می‌شوند، مباحث ارگونومی مربوط به دمونتاز به خوبی توسعه نیافته‌اند.

(و) درجه بالایی از عدم قطعیت در سیستم‌های دمونتاز، تولید مجدد و لجستیک معکوس وجود دارد. عمده‌ترین تکنیک‌ها مورد استفاده در برخورد با این عدم قطعیت‌ها عبارت از شبیه‌سازی، برنامه‌ریزی تصادفی، بهینه‌سازی و تحلیل سناریو و حساسیت هستند. بیشتر این تحقیقات نیاز به کنترل بهتری بر تأثیر عدم قطعیت‌ها دارند.

(ز) یک روند رو به افزایش در استفاده از تکنیک‌های هوش محاسباتی مانند روش‌های فراابتکاری، سیستم‌های فازی و شبکه‌های عصبی در این زمینه مشاهده می‌شود.

در منابع [۴-۷]، مدل‌های موجودی در زمینه تولید مجدد ارائه گردیده است. در مرجع [۸] با بررسی مدل‌های موجود در زمینه مدیریت موجودی در سیستم‌های تولید-تولید مجدد، بیان شده است که فرم عمومی ساختار این سیستم‌ها به صورت شکل (۱) می‌باشد. در این مرجع با استفاده از مفاهیم تئوری صف به تعیین میزان موجودی‌ها پرداخته شده است.



شکل (۱): سیستم تولید-تولید مجدد با پذیرش برگشت‌ها [۸]

در مرجع [۹]، به ارائه یک رویکرد ابتکاری جهت حل مسئله تعیین انباشته پویا در سیستم‌های تولید مجدد پرداخته شده است. در ابتدای مقاله به مرور ادبیات این‌گونه مسائل اشاره شده که شایان ذکر است هیچ‌کدام از این تحقیقات به حل هم‌زمان تعیین انباشته و قیمت نپرداخته‌اند.

در این مقاله یک مدل EPQ مربوط به تولید، تولید مجدد و امحای محصولات غیرقابل برگشت توسعه داده شده، پرداخته است. در مدل پیشنهادی که قسمت‌هایی از تابع هدف آن از مرجع [۷] گرفته شده، متغیرهایی مانند قیمت تملک<sup>۹</sup> محصول برگشتی، سطح کیفیت محصول برگشتی و قیمت فروش محصول برگشتی مدل‌سازی شده

9- Acquisition Price

بازیافت<sup>۱</sup>، تمرکز دارد. در مرور ادبیات انجام گرفته توسط پوخارل<sup>۲</sup> و موتا<sup>۳</sup> در سال ۲۰۰۹، تحقیقات لجستیک معکوس از جنبه‌های مختلف مانند طراحی مجدد<sup>۴</sup>، جمع‌آوری، فروش مجدد<sup>۵</sup>، بازیافت و تولید مجدد [۱] طبقه‌بندی شده‌اند. لی و همکارانش<sup>۶</sup> در سال ۲۰۰۹ اذعان داشتند که بیش‌ترین حجم مربوط به تحقیقات صورت گرفته در زمینه لجستیک معکوس مربوط به جنبه تولید مجدد می‌باشد [۲]. در مرور ادبیات انجام شده توسط ایلگین<sup>۷</sup> و گوپتا<sup>۸</sup>، تحقیقات انجام شده به چهار بخش اصلی طراحی محصول، زنجیره‌های تأمین حلقه بسته و معکوس، تولید مجدد و دمونتاز تقسیم‌بندی شده‌اند [۳]. نتیجه‌گیری‌های زیر را می‌توان از مرور ادبیات آنها کسب کرد:

(الف) مباحث زیست‌محیطی از مباحث مورد علاقه بسیاری از محققان می‌باشد و افزایش چشم‌گیری در تعداد مقالات مربوط به تولید با ملاحظات زیست‌محیطی و بازیابی محصول مشاهده می‌شود.

(ب) تحقیقات مربوط به طراحی محصول عمدتاً بر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره جهت در نظر گرفتن هم‌زمان مباحث زیست‌محیطی، اقتصادی، مشتری مداری و احتیاجات مواد تأکید دارند.

(ج) بخش عمده‌ای از تحقیقات انجام شده در زمینه لجستیک معکوس مربوط به مبحث جابجایی می‌باشد. جهت ارائه یک چارچوب یکپارچه‌تر در ارتباط با لجستیک معکوس تحقیقات بیشتری در حوزه‌هایی چون: بازاریابی، رقابت و تکنولوژی احساس می‌شود.

(د) سیستم‌های تولید مجدد که مورد تحلیل قرار گرفته‌اند اغلب فقط به صحبت در ارتباط با یکی از مقولات مدیریت عملیات به‌صورت مجزا مانند: مدیریت موجودی یا برنامه‌ریزی تولید پرداخته‌اند. جهت انجام تحلیل‌های واقعی‌تر نیاز به رویکردهای جامع‌نگرانه‌تر محسوس است.

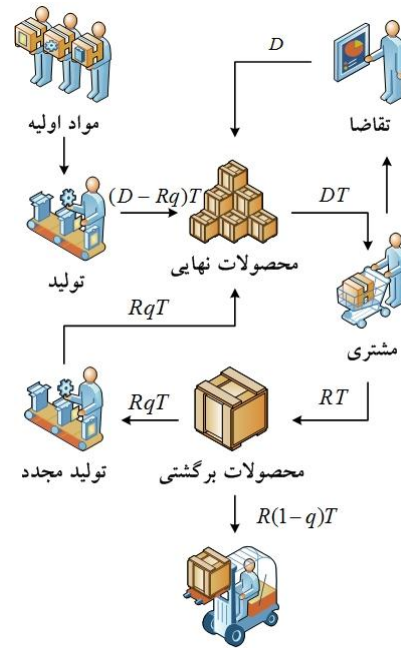
(ه) زمان‌بندی و توالی دمونتاز و هم‌چنین در سال‌های اخیر اتوماسیون دمونتاز به‌صورت وسیعی مورد توجه محققان بوده است. با وجود اینکه سیستم‌های دمونتاز امروزی اغلب به‌صورت دستی و با استفاده از نیروی انسانی

- 1- Recycling
- 2- Pokharel
- 3- Mutha
- 4- Redesign
- 5- Resale
- 6- Li et al
- 7- Ilgin
- 8- Gupta

است. سپس از الگوریتم‌های فراابتکاری جهت حل مدل پیشنهادی استفاده می‌شود. عمده‌ترین تفاوت این مدل پیشنهادی با سایر مدل‌های موجود در ادبیات موضوع در تعیین هم‌زمان قیمت تملک محصول برگشتی و قیمت فروش و مقادیر موجودی می‌باشد. همچنین در مدل‌های قبلی تقاضا به صورت یک عدد ثابت در نظر گرفته شده است ولی در این مقاله جهت واقعی‌تر شدن مدل، تقاضا به صورت تابعی از قیمت فروش می‌باشد که خود این موضوع سبب باز تعریف مدل‌های قبلی می‌شود. در زمینه حل نیز از ترکیب دو الگوریتم SA و GA استفاده شده است.

## ۲- فرض‌ها و ساختار مدل

در این مقاله یک سیستم تولید-تولید مجدد<sup>۱</sup> مد نظر می‌باشد که ساختار کلی آن در شکل (۲) نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در این ساختار محیط تولیدی شامل خط تولید و خط تولید مجدد می‌باشد و خروجی‌های هر دو خط وارد یک انبار می‌شوند و در اختیار مشتریان قرار می‌گیرند. مقداری از محصولات مصرف شده توسط مشتریان پس از پایان دوره عمرشان به‌عنوان محصولات برگشتی به خط تولید مجدد وارد می‌شوند. میزان برگشت محصولات نیز وابسته به قیمت تملک تعیین شده می‌باشد. هرچه این قیمت بیشتر باشد بالطبع میزان برگشت محصولات مصرف شده نیز افزایش خواهد یافت.



شکل (۲): ساختار مدل پیشنهادی

بعضی از محصولات برگشتی با توجه به سطح کیفیت‌شان، قابلیت تولید مجدد داشته و مقداری از این محصولات نیز که قابلیت استفاده ندارند، امحا می‌شوند. قابل ذکر است که محصولات منتج شده از تولید مجدد هیچ‌گونه تفاوتی (چه از نظر قیمت فروش و چه از نظر کیفیت) با محصولات تولید شده ندارند. تقاضا برای محصول نهایی در این سیستم تحت تأثیر قیمت فروش محصول می‌باشد. فرض‌های در نظر گرفته شده به صورت زیر می‌باشند:

۱- نرخ تولید و تولید مجدد محدود و معین می‌باشد.  
 ۲- محصول تولید مجدد شده از همه نظر مانند محصول تولید شده است.

۳- زمان تدارک صفر است.

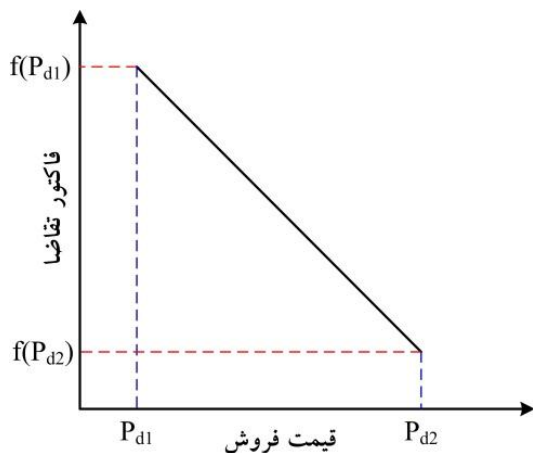
۴- تنها یک محصول تولید می‌شود.

۵- کمبود مجاز نیست.

۶- محدودیت ظرفیت انبار وجود ندارد.

۷- افق برنامه‌ریزی نامحدود است.

فرض شده است که تقاضا در مدل تابعی خطی از قیمت فروش می‌باشد که ارتباط بین آنها در شکل (۳) نشان داده شده است.



شکل (۳): رابطه‌ی بین فاکتور تقاضا و قیمت فروش

در این مقاله از پارامترهای زیر استفاده می‌شود:

- $D$  : نرخ تقاضا (واحد محصول در واحد زمان)
- $D/\gamma$  : نرخ تولید مجدد  $0 < \gamma < 1$
- $D/\beta$  : نرخ تولید  $0 < \beta < 1$
- $S_r$  : هزینه راه‌اندازی خط تولید جهت تولید مجدد
- $S_p$  : هزینه راه‌اندازی خط تولید جهت تولید
- $h_s$  : هزینه نگهداری هر واحد محصول (تولید و تولید مجدد شده) در واحد زمان
- $h_r$  : هزینه نگهداری هر واحد محصول برگشتی در واحد زمان
- $C_n$  : هزینه مواد اولیه جهت تولید یک واحد محصول
- $C_r$  : هزینه تولید مجدد یک واحد محصول
- $C_p$  : هزینه تولید یک واحد محصول
- $C_w$  : هزینه امحای یک واحد محصول برگشتی
- $P_M$  : قیمت خرید محصول برگشتی
- $R$  : نرخ برگشت محصولات یا به عبارت دیگر سهمی از تقاضا که به دو منظور تولید مجدد و امحا به سیستم برگشت می‌خورند.
- $H_p$  : هزینه نگهداری محصولات در سیکل تولید
- $H_R$  : هزینه نگهداری محصولات در سیکل تولید مجدد
- $H_r$  : هزینه نگهداری محصولات برگشتی
- $I_p$  : حداکثر موجودی محصول قابل استفاده در سیکل تولید
- $I_R$  : حداکثر موجودی محصول قابل استفاده در سیکل تولید مجدد
- $I_r$  : حداکثر موجودی محصولات برگشتی

متغیرهای تصمیم مدل پیشنهادی به صورت زیر تعریف شده‌اند:

- $P$  : درصدی از هزینه مواد اولیه که در ساخت محصول استفاده شده است که تعیین کننده قیمت خرید محصول برگشتی می‌باشد.  $P_M = P \times C_n$  و  $0 < P < 1$
- $q$  : درصدی از قطعات یک محصول برگشتی که قابل استفاده در تولید مجدد هستند.  $0 < q < 1$
- $P_d$  : قیمت فروش محصول نهایی
- $T_R$  : زمان سیکل تولید مجدد
- $T_p$  : زمان سیکل تولید
- $T$  : زمان سیکل  $(T = T_R + T_p)$

$$R = R(D, P, q) = D \times f(P) \times f(q) \quad (3)$$

### ۳- مدل سازی ریاضی

در این مدل، تقاضا به صورت معادله زیر بیان می‌شود:

$$D = (c - dP_d) \quad (1)$$

فاکتور قیمت خرید را به صورت  $f(P) = (1 - ae^{-\theta P})$

که  $a, \theta > 0$  و فاکتور کیفیت را به صورت  $f(q) = be^{-\phi q}$

که  $b, \phi > 0$  مدل می‌کنیم (شکل (۴) و (۵) مشاهده شود).

لذا خواهیم داشت:

$$R = (c - dP_d)(1 - ae^{-\theta P})be^{-\phi q} \quad (4)$$

می‌توان گفت که مقدار سهمی از تقاضا که به دو منظور

تولید مجدد و امحا به سیستم برگشت می‌خورند تابعی از  $D$ ,

$q$  و  $P$  می‌باشند. از آنجایی که  $D$  نیز تابعی از قیمت فروش

می‌باشد، خواهیم داشت:

فاکتور تقاضا = سهم برگشت تقاضا

$$\times \text{فاکتور قیمت خرید} \quad (2)$$

$$\times \text{فاکتور کیفیت}$$

داشت:

$$T_p = \left(1 - \frac{qR}{D}\right) T = (1 - \lambda)T \text{ و } T_R = \frac{qRT}{D} = \lambda T$$

حال هزینه نگهداری موجودی برای محصولات نهایی تولید شده، تولید مجدد شده و برگشتی به ترتیب به صورت زیر می باشد:

$$H_p = h_s \frac{I_p}{2} T_p = \frac{h_s}{2} T^2 (1 - \lambda)^2 D (1 - \beta) \quad (5)$$

$$H_R = h_s \frac{I_R}{2} T_R = \frac{h_s}{2} T^2 \lambda^2 D (1 - \gamma) \quad (6)$$

$$H_r = h_r \frac{I_r}{2} T_{R'} = \frac{h_r}{2} T^2 \lambda D (1 - \lambda \gamma) \quad (7)$$

از طرفی کل هزینه نگهداری موجودی را می توان به صورت  $H = \frac{H_p + H_R + H_r}{T}$  در نظر گرفت. همچنین اگر کل هزینه راه اندازی به صورت  $S = S_r + S_p$  مد نظر قرار گیرد و درآمد فروش نیز به صورت  $DP_d$  محاسبه شود، تابع هدف مدل را که به صورت کمینه سازی است به صورت زیر قابل ارائه می باشد:

$$(8) \quad (\text{درآمدها} - \text{هزینهها}) = \text{تابع هدف}$$

لازم به ذکر است که علاوه بر هزینه های نگهداری و سفارش دهی هزینه های زیر نیز در مدل در نظر گرفته شده اند:

۱- هزینه امحا:  $(1 - q)R_w$

۲- هزینه تولید مجدد هر واحد:  $qRC_r$

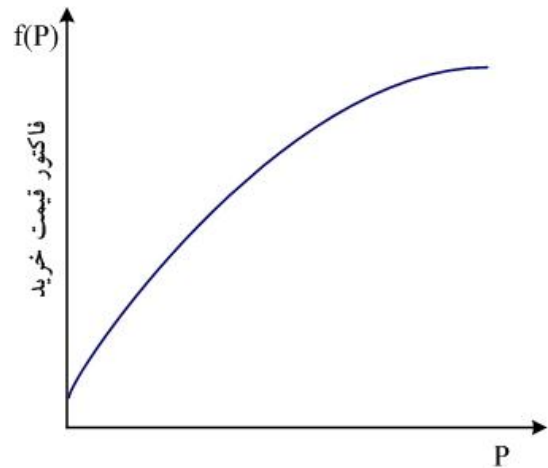
۳- هزینه تولید هر واحد:  $C_p(D - qR)$

۴- هزینه های خرید مواد اولیه و محصولات برگشتی:

$$(D - Rq)C_n + RPC_n$$

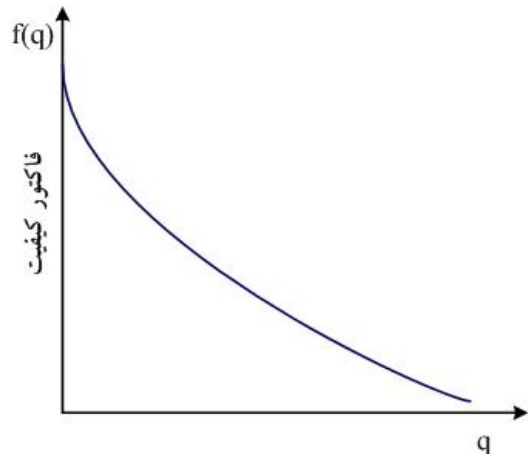
لذا خواهیم داشت:

$$C(P_d, P, q, T) = \frac{S}{T} + H + (1 - q)RC_w + qRC_r + (D - qR)C_p + RPC_n + (D - Rq)C_n - DP_d \quad (9)$$



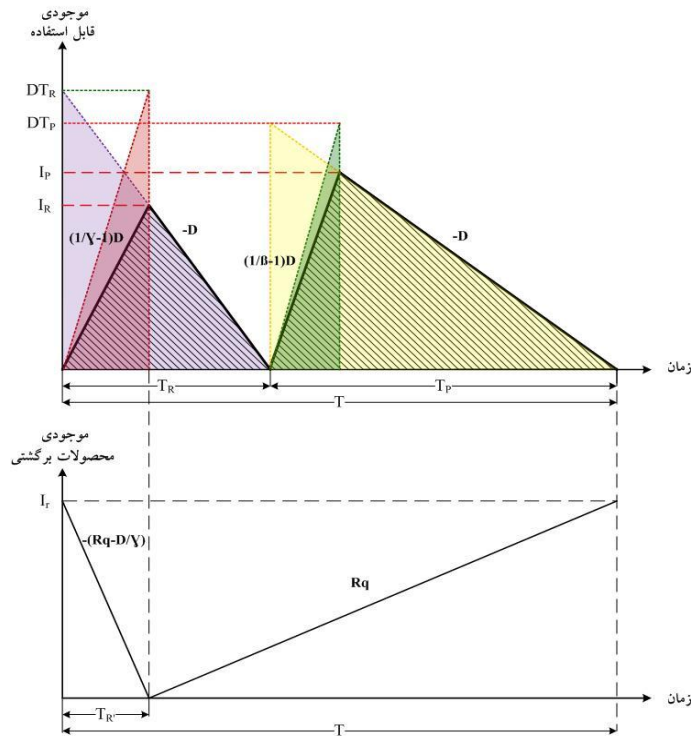
شکل (۴): رابطه ی بین فاکتور خرید و قیمت خرید

در شکل (۶)، وضعیت موجودی قابل استفاده یا همان محصولات نهایی و موجودی محصولات برگشتی نشان داده شده است. هر سیکل تولیدی از یک سیکل تولید مجدد و یک سیکل تولید تشکیل گردیده است ( $T = T_R + T_p$ ). حداکثر موجودی محصول قابل استفاده که حاصل تولید مجدد می باشد  $I_R$ ، نشان داده شده است که با استفاده از روابط مثلثاتی و شیب خطوط رسم شده در شکل برابر است با  $(1 - \gamma)DT_R$ .



شکل (۵): رابطه ی بین فاکتور کیفیت و سطح کیفیت

حداکثر موجودی قابل استفاده در سیکل تولید نیز با  $I_p$ ، نشان داده می شود که آن نیز برابر با  $(1 - \beta)DT_p$  می باشد. در قسمت پایین شکل (۶)، حداکثر موجودی محصولات برگشتی با  $I_r$ ، بیان شده که با  $TRq(1 - \frac{Rq\gamma}{D})$  برابر است. با فرض اینکه  $\lambda = \frac{qR}{D}$  که  $0 < \lambda < 1$  خواهیم



شکل (۶): وضعیت موجودی قابل استفاده (محصولات نهایی) و محصولات برگشتی

$$C(P_d, P, q) = \sqrt{2SD\psi(\lambda)} + R[q(C_r - C_w - C_p - C_n) + C_w + PC_n] + D(C_p + C_n - P_d) \quad (12)$$

که  $H = TD \frac{\psi(\lambda)}{2}$  و:

$$\begin{aligned} \psi(\lambda) &= h_s(\lambda^2(1-\gamma) + (1-\lambda)^2(1-\beta) + h_r\lambda(1-\lambda\gamma)) \\ &= \lambda^2(h_s(2-\gamma-\beta) - h_r\gamma) + \lambda(h_r - 2(1-\beta)h_s) + h_s(1-\beta) \end{aligned} \quad (10)$$

بنابراین مدل ریاضی را می توان به صورت زیر نوشت:

$$\begin{aligned} \text{Min } C(P_d, P, q) &= (2S(c - dP_d) \left( \frac{q(c - dP_d)(1 - ae^{-\theta P})be^{-\phi q}}{c - dP_d} \right)^2 (h_s(2 - \gamma - \beta) - h_r\gamma) \\ &+ \left( \frac{q(c - dP_d)(1 - ae^{-\theta P})be^{-\phi q}}{c - dP_d} \right) (h_r - 2(1 - \beta)h_s) + h_s(1 - \beta))^{1/2} \\ &+ ((c - dP_d)(1 - ae^{-\theta P})be^{-\phi q}) (q(C_r - C_w - C_p - C_n) + C_w + PC_n) \\ &+ (c - dP_d)(C_p + C_n - P_d) \end{aligned} \quad (13)$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$C(P_d, P, q, T) = \frac{S}{T} + TD \frac{\psi(\lambda)}{2} + R[q(C_r - C_w - C_p - C_n) + C_w + PC_n] + D(C_p + C_n - P_d) \quad (11)$$

معادله (۱۱) نسبت به  $T$ ،  $\frac{\partial^2 C(P_d, P, q, T)}{\partial T^2} > 0 \forall T > 0$

محدب می باشد. لذا با مساوی قرار دادن مشتق اول معادله

(۱۱) نسبت به  $T$ ، خواهیم داشت:  $T^* = \sqrt{\frac{2S}{D\psi(\lambda)}}$  و با

جای گذاری  $T^*$  در معادله (۱۱) خواهیم داشت:

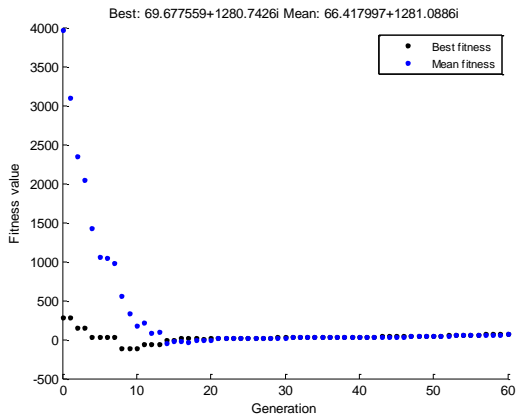
محدودیت های مدل عبارتند از:

$$P_{d1} < P_d < P_{d2} \quad (14)$$

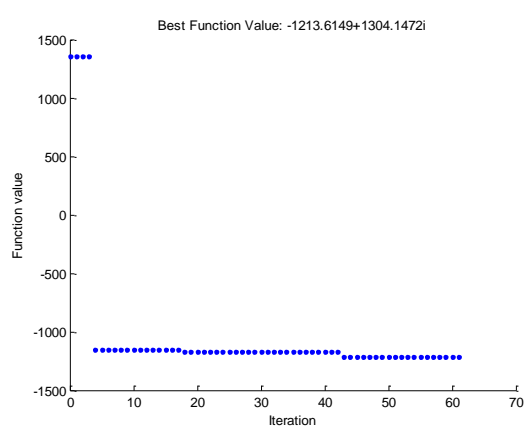
$$0 < P < 1 \quad (15)$$

$$0 < q < 1 \quad (16)$$





شکل (۸): خروجی الگوریتم GA



شکل (۹): خروجی الگوریتم SA

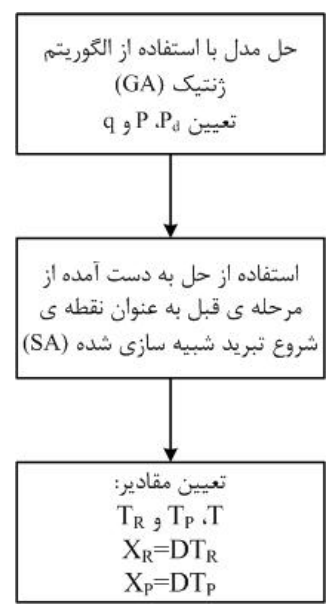
جدول (۲): مقایسه دو روش GA و SA

تابع هدف	متغیرهای تصمیم			روش
	P	q	P <sub>d</sub>	
۶۹.۶۷۷۵	0.304	0.033	11.3	GA
-۱۲۱۳.۶۱۴۹	۰.۸۲۴	۰	۱۰.۷	SA

همان گونه که در جدول (۲) مشاهده می شود، نتایج حاصله از روش تبرید شبیه سازی شده از الگوریتم ژنتیک بهتر می باشد. بنابراین جهت بهبود بیشتر نتایج، خروجی GA را به عنوان نقطه شروع SA، در نظر گرفته و نتایج حاصله در جدول (۳) آمده است. شایان ذکر است که جهت اجرای الگوریتم های GA و SA از نرم افزار Matlab استفاده شده است و پارامترهای پیش فرض<sup>۱</sup> خود نرم افزار به عنوان شرایط اولیه در نظر گرفته شده اند و تغییری در آنها ایجاد نشده است.

1- Default

از آنجایی که نرم افزار LINGO، قادر به یافتن پاسخ برای مدل فوق نیست، لذا با استفاده از دو روش الگوریتم ژنتیک و تبرید شبیه سازی شده به حل مدل فوق پرداخته خواهد شد. پس از محاسبه مقادیر P<sub>d</sub>، P و q می توان مقادیر تولید و تولید مجدد را نیز محاسبه کرد. رویه حل در شکل (۷) نشان داده شده است.



شکل (۷): رویه حل مدل

در بخش بعدی، جهت تشریح بیشتر به ارائه یک مثال عددی واقعی پرداخته خواهد شد.

#### ۴- مثال عددی

داده های مورد نیاز مسئله در جدول (۱) آمده است. این داده ها از مرکز تولید مجدد، مربوط به گوشی های تلفن همراه گوشی Nokia 105 می باشند. ابتدا این مدل توسط GA و SA حل شده است و نتایج مربوط به GA در شکل (۸) و نتایج مربوط به SA در شکل (۹)، قابل ارائه می باشد. خلاصه نتایج دو روش فوق در جدول (۲)، آمده است.

جدول (۱): پارامترهای مسئله

$S_r =$	۱۶۰۰	$h_s =$	۱.۶	$C_r =$	۱.۲
$S_p =$	۲۴۰۰	$h_r =$	۱.۲	$C_p =$	۲
$S =$	۲۰۰۰	$C_n =$	۲	$C_w =$	۰.۱
$\gamma =$	۰.۳	$\phi =$	۱.۵	$c =$	۱۰۰۰
$\beta =$	۰.۶	$a =$	۰.۵	$d =$	۷۰
$\theta =$	۸	$b =$	۰.۹۵		

[۶] Jaber, M. Y., Rosen, M. A., "The economic order quantity repair and wastedisposal model with entropy cost". European Journal of Operational Research, No. 188(1), pp. 109-120, 2008.

[۷] Ahmed, M.A., Saadany, A. M. A., Jaber, M. Y., "A production/remanufacturing inventory model with price and quality dependant return rate", Computers & Industrial Engineering, No. 58, pp. 352-362, 2010.

[۸] Vercaene, S., Gayon, J.P., Flapper, S.D., "Coordination of manufacturing, remanufacturing and returns acceptance in hybrid manufacturing/remanufacturing systems". Int. J. Production Economics, No. 148, pp. 62-70, 2014.

[۹] Fazle Baki, M., Chaouch, B.A., Abdol-Kader, W., "A heuristic solution procedure for the dynamic lot sizing problem with remanufacturing and product recovery". Computer and Operation Research, No. 43, pp. 225-236, 2014.

جدول (۳): خروجی الگوریتم SA

تابع هدف	متغیرهای تصمیم		
	P	q	P <sub>d</sub>
-۱۲۱۶.۲۷۱۱	۱	۰	۱۰.۷

مشاهده می‌شود که نتایج در جدول (۳) بهبود پیدا کرده‌اند. اعداد واقعی جهت راحت‌تر شدن محاسبات بر شصت هزار ریال تقسیم شده‌اند. به عبارت دیگر قیمت فروش گوشی تولید مجدد شده برابر ۶۴۲۰۰۰ ریال و قیمت تملک برابر ۱۲۰۰۰۰ ریال می‌باشد. نتایج فوق از نظر مرکز مربوطه منطقی به نظر می‌رسند.

#### ۵- نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

امروزه، الزامات قانونی و صرفه‌جویی‌های اقتصادی، توجه بیشتر به گزینه‌های لجستیک معکوس مانند تولید مجدد را می‌طلبد. در این مقاله به ارائه یک مدل موجودی در سیستم تولید-تولید مجدد پرداخته شد که توسط روش‌های دقیق قابل حل نمی‌باشد. مدل مذکور توسط دو روش الگوریتم ژنتیک و تبرید شبیه‌سازی شده حل شد. نتایج به دست آمده حاکی از آن بود که روش تبرید شبیه‌سازی شده در این مدل، بهتر از الگوریتم ژنتیک عمل می‌کند. جهت بهبود نتایج تبرید شبیه‌سازی شده از خروجی الگوریتم ژنتیک به عنوان نقطه‌ی شروع تبرید شبیه‌سازی شده استفاده شد.

#### ۶- منابع

[۱] Pokharel, S., Mutha, A., "Perspectives in reverse logistics: a review". Resources Conservation and Recycling, No. 53, pp. 175-182, 2009.

[۲] Ilgin, M. A., Gupta, S. M., "Environmentally conscious manufacturing and product recovery (ECMPRO): A review of the state of the art". Journal of Environmental Management, No. 91, pp. 563-591, 2010.

[۳] Li, J., Gonzalez, M., Zhu, Y., "A hybrid simulation optimization method for production planning of dedicated remanufacturing". International Journal of Production Economics, No. 117 (2), pp. 286-301, 2009.

[۴] Behret, H., Korugan, A., "Performance analysis of a hybrid system under quality impact of returns". Computers & Industrial Engineering, No. 56(2), pp. 507-520, 2009.

[۵] Saadany, A. M. A., Jaber, M. Y., "The EOQ repair and waste disposal model with switching costs". Computers & Industrial Engineering, 55(1), 219-233, 2008.