

مدلسازی جریان مواد زنجیره تأمین با رویکرد الگوریتم ژنتیک

محمد رضا صادقی مقدم (دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تهران) ، امیر افسر (دانشجوی

دکتری مدیریت دانشگاه علامه طباطبائی) ، دکتر بابک سهرابی¹ (استادیار دانشگاه تهران)

دانشگاه تهران - دانشکده مدیریت - ۰۹۱۲۱۵۲۱۳۷۸

Modeling of supply chain material flow with genetic algorithm approach

Mohammad Reza Sadeghi Moghadam (M.S. student of Tehran University), **Amir Afsar** (Ph.D. student of Allame Tabatabaee University) , **Babak Sohrabi** (Assistant professor of Tehran University)

Tehran University – Faculty of Management- 09121521378

¹ - نویسنده عهده دار مکاتبات (sohrabib@ut.ac.ir)

مدلسازی جریان مواد زنجیره تأمین با رویکرد الگوریتم ژنتیک

چکیده

در میان جریانهای موجود در هر زنجیره تأمین (مالی، اطلاعات و مواد)، جریان مواد با توجه به سهم آن در بهای تمام شده محصول از اهمیت قابل توجهی برخوردار می باشد. این مقاله سعی بر آن دارد تا با بکارگیری روش الگوریتم ژنتیک، مدلی در جهت تخصیص مناسب سفارشات در سطوح مختلف زنجیره با توجه به حداقل نمودن هزینه های مورد نظر مسأله ارائه نماید. جوابهای مدل ارائه شده بر مبنای الگوریتم ژنتیک، با سایر روش های متداول جستجوی الگو همچون Nelder – Mead، Latin Hypercube در قالب هزینه مقایسه شده است که شواهد حاکی از برتری روش الگوریتم ژنتیک نسبت به سایر روشها است.

کلمات کلیدی: زنجیره تأمین، گردش مواد، الگوریتم ژنتیک، جستجوی الگو

Modeling of supply chain material flow with genetic algorithm approach

Abstract

Among flows in every supply chain (finance, information, and material), material flow in according to its part in product cost is very important. Many studies in the field of material flow performed that they often were single level. This study offer a comprehensive model for appropriate order assignment in different levels of supply chain according related cost minimizing with genetic algorithm method. Results based on genetic algorithm compared with other common pattern search methods such as Latin Hypercube and Mead-Nelder. The evidence shows that genetic algorithm method is the best method among other methods.

Keywords: supply chain, material flow, genetic algorithm, pattern search

(۱) مقدمه

مدیریت زنجیره تأمین، وظیفه یکپارچه سازی واحدهای سازمانی در طول زنجیره تأمین و هماهنگ سازی جریانهای مواد، اطلاعات و مالی به منظور برآوردن تقاضای مشتری نهایی و با هدف بهبود رقابت پذیری تأمین را دارا می باشد [1].

یکی از مباحث مهم در زنجیره تأمین، موضوع مدیریت بر گردش مواد در طول زنجیره می باشد. اهمیت این مسئله از آنجایی بیشتر می شود که سهم لجستیک در قیمت فروش محصولات قابل توجه می باشد. به عنوان نمونه در کشور آمریکا ۳۰٪ قیمت فروش یک محصول را بطور متوسط هزینه لجستیک تشکیل می دهد [2]. یک زنجیره تأمین، یک رشته از فرآیندها و جریانهایی است که درون و بین مراحل و ترکیبات مختلف قرار می گیرند تا نیاز یک مشتری را برآورده سازند. دو راه مختلف برای اجرای دیدگاه فرایندی در یک زنجیره تأمین وجود دارد:

۱- دیدگاه سیکلی^۱ که فرآیندها در یک زنجیره تأمین درون سریهایی از سیکلها تقسیم می شوند و هر عمل در تعامل بین دو مرحله متوالی از زنجیره می باشد. ۲- دیدگاه فشاری- کششی^۲ که فرآیندها در یک زنجیره تأمین به دو بخش وابسته تقسیم می شوند، اعم از اینکه آنها به سفارشات مشتری پاسخ داده و یا آنها را پیش بینی می کنند [3]. فرآیند کشش با یک سفارش مشتری آغاز می گردد، درحالی که فرآیند فشار با پیش بینی تقاضای مشتریان آغاز می گردد [4].

¹- Cycle View

²- Pull/Push View

برای مدیریت گردش مواد زنجیره تأمین تاکنون از مدل‌های مختلفی استفاده شده است. OBrain و Ghodsipour برای حل مساله انتخاب تأمین کنندگان در حالت منبع یابی چندگانه یک مدل برنامه ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط اراپه نموده اند که کل هزینه لجستیک را که شامل قیمت خالص، هزینه نگهداری موجودی، حمل و نقل و هزینه سفارش را در نظر می‌گیرد [5]. Cebi و Bayraktar، یک مدل ترکیبی AHP و برنامه ریزی آرمانی لکسیکوگراف برای حل مساله موجودی زنجیره تأمین ارائه نموده اند. در این مدل، هر دو معیارهای کمی و کیفی در نظر گرفته شده اند تا در نهایت به جواب نهایی که مقدار خرید از هر عرضه کننده می‌باشد، دست یابد [6]. Kahreman و همکاران نیز AHP فازی را جهت حل مساله بکار بردند. این روش نگرش سیستماتیک در انتخاب گزینه‌ها و حل مشکل با استفاده از مفاهیم تئوری مجموعه فازی و تجزیه و تحلیل ساختار سلسله مراتبی می‌باشد. تصمیم گیرندگان معمولاً دریافته اند که ارایه قضاوت‌هایی در یک فاصله از قضاوت‌های با مقدار ثابت مطمئن تر می‌باشد [7]. Dogan و Sahim از برنامه‌ریزی پویا برای حل مسئله استفاده کرده‌اند [8] و Leung و Basenet با در نظر گرفتن اندازه سفارش برای موجودی‌ها به ارائه مدل جهت موجودی بهینه در زنجیره تأمین پرداخته‌اند [9]. Hamphreyes و همکاران نیز با در نظر گرفتن چارچوبی برای تلفیق معیارهای زیست محیطی به ارائه مدل پرداخته‌اند [10].

در راستای پیاده سازی این فلسفه ابزارها و تکنیک‌های متفاوت و جدید مانند برنامه ریزی ریاضی، شبیه سازی، روش‌های فرا ابتکاری و..... بکار برده می‌شود. در عمل الگوریتم‌هایی برای حل مسائل مختلف با اندازه‌های بزرگ مورد نیاز می‌باشد، این الگوریتم‌ها هرچند

پیچیده هم باشند توانایی حل دقیق مسائل را ندارند. یک روش روشن جهت حل چنین مسائلی بسنده نمودن به جواب های خوب نزدیک بهینه بجای جواب های دقیقاً بهینه میباشد. محققین تحقیق در عملیات اخیراً اهمیت الگوریتم های ابتکاری را دریافته اند، این الگوریتم ها می توانند جواب های نزدیک به بهینه را برای مسائل با اندازه های بزرگ در یک زمان محاسباتی قابل قبول و با یک فضای حافظه مورد نیاز مناسب فراهم سازد. با توجه به اینکه زمان اجرای برنامه با توجه به مقدار متغیرها و اندازه نمونه بطور نمایی افزایش پیدا می کند، نمی توان از الگوریتم های polynomial برای حل این مسائل استفاده نمود. در جدول ۱ این مساله نشان داده شده است.

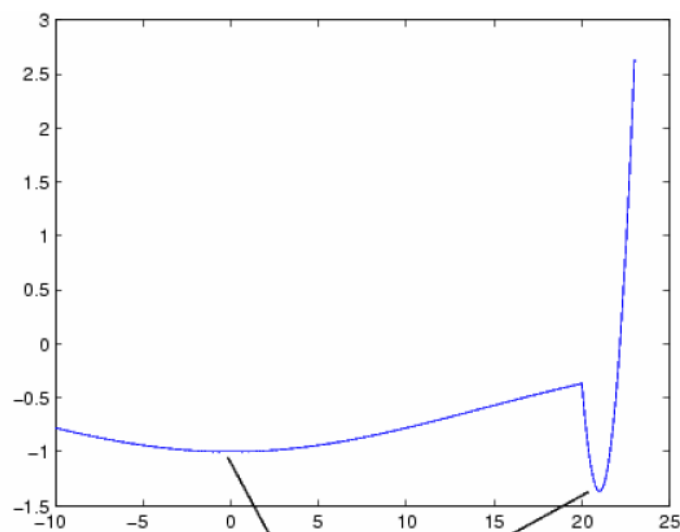
اندازه N			
F(N) تعداد مراحل حل	۲۰	۵۰	۱۰۰
$1000 \times N$	۰/۰۲ ثانیه	۰/۰۵ ثانیه	۱ ثانیه
$1000 \times N^3$	۰/۸ ثانیه	۱۲/۵ ثانیه	۱۰۰ ثانیه
2^N	۱ ثانیه	۳۵ سال	3×10^4 قرن
3^N	۵/۸ دقیقه	2×10^9 قرن	---

جدول ۱: زمان مورد نیاز برای محاسبه گامهای F(N)

به همین خاطر از الگوریتم های ابتکاری همانند الگوریتم ژنتیک^۱، جستجوی ممنوعه^۲، ذوب تدریجی شبیه سازی شده^۳ جهت حل این مسائل چالش برانگیزی شده است. با توجه به ماهیت توابع غیرخطی، یک روش سریع، قاطع و منحصر به فرد در حل مسایل غیرخطی (مانند روش سیمپلکس در حل مسائل خطی) وجود ندارد. همانطور که شکل ۱ نشان می دهد، اکثر

^۱ - Genetic Algorithm
^۲ - Tabu Search
^۳ - Simulated Annealing

روشهای سنتی دارای این اشکال عمده می‌باشند که به محض رسیدن به اولین نقطه بهینه موضعی (local optimum) متوقف شده و توانایی خروج از این نقطه و حرکت به سوی نقطه بهینه مطلق (Global) را ندارند. جواب بهینه محلی ارتباط شدیدی به نقطه شروع مساله و مکانیسم جستجو دارد.



بهینه مطلق بهینه محلی

شکل ۱: منیمم محلی و مطلق

در این مقاله سعی بر آنست تا با بکارگیری الگوریتم ژنتیک و استفاده از مزیت‌های این روش نسبت به سایر روشهای بهینه‌یابی به انتخاب مسیرهای اقناع‌کننده در زنجیره تأمین پرداخته شود. الگوریتم ژنتیک یکی از مهمترین الگوریتم‌های ابتکاری می‌باشد که از آن برای بهینه‌سازی توابع مختلف استفاده می‌شود. در این الگوریتم، اطلاعات گذشته با توجه به موروثی بودن الگوریتم استخراج شده و در روند جستجو مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از مزیت‌های این روش نسبت به سایر روشهای جستجو، عدم توقف در نقاط بهینه محلی می‌باشد [۱۱].

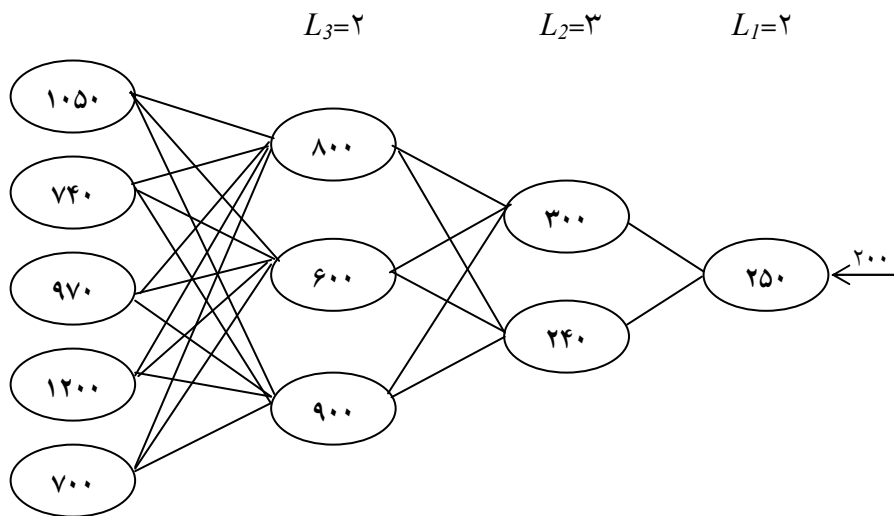
این مقاله به ترتیب زیر سازمان دهی شده است: در قسمت دوم یک مساله دنیای حقیقی مورد بررسی قرار می گیرد. سپس مدلسازی ریاضی و در قسمت چهارم الگوریتم ژنتیک ارائه شده برای این مساله وحل آن و در قسمت ششم مقایسه نتایج با دیگر روشها و در خاتمه نتایج ارائه می شود.

۲) مطالعه موردی

جهت ارزیابی مدل در یک مطالعه موردی، زنجیره تولید ماشین آلات کشاورزی در نظر گرفته شده است. در این زنجیره به طور معمول جهت سفارش قطعات لازم، از سیستم کششی^۱ استفاده می شود. ولی برای یک سفارش به خصوص به حجم ۲۰۰ دستگاه ماشین چند کاره، جهت تأمین قطعات مورد نیاز سیستم فشاری^۲ بکار گرفته شده است. هر ماشین چند کاره جهت تکمیل به دو دستگاه انتقال قدرت نیاز دارد که سهم اساسی در بهای تمام شده محصول دارد و آن را به صورت بسته های آماده از دو تأمین کننده بیرونی خریداری کرده و با سایر قطعات مونتاژ می کند. جزء اصلی در دستگاه انتقال قدرت جعبه دنده می باشد که آنها نیز خود توسط سه تأمین کننده دیگر تهیه شده و به تولید کننده دستگاه انتقال قدرت فروخته می شود. هر جعبه دنده خود از دو دسته قطعات ماشین کاری شده تشکیل می گردد که توسط کارگاههای مختلف تراشکاری تهیه می شوند. در شکل ۲ ظرفیت هر کدام از واحدها و نوع ارتباطات آنها با هم نشان داده شده است.

^۱ - Pull

^۲ - Push



شکل ۲: نمودار زنجیره تأمین با ۴ سطح

۳) مدل سازی ریاضی

از میان سیستمهای مختلف، از سیستم فشاری برای فرموله کردن مسئله اخیر، استفاده شده است. یعنی ایستگاههای موجود در هر سطح، موجودی را براساس میزان سفارش دریافتی از سطح بعد که می بایست برآورده سازند، از سطح قبل از خود تقاضا می کنند. کارخانه مرکزی^۱ براساس میزان و نوع سفارش دریافتی از مراکز تقاضا و BOL محصول، تقاضای قطعات مورد نیاز را به تأمین کنندگان بلافاصله خود و آنان نیز بر این اساس، تقاضای خود را به تأمین کنندگان ارائه می کنند. این مسئله بنا به اقتضائات موجود خود می تواند چندین سطح را در بر گیرد. این مسئله در قسمت توزیع بین خرده فروشان، مراکز توزیع و کارخانجات مرکزی نیز می تواند مصداق داشته باشد که با توجه به تابع هدف مسئله، گاه در برخی موارد، سودآوری زنجیره تأمین در این می باشد که کالا بدون عبور از یک سطح، مستقیماً به سطح بعد ارسال گردد (این مورد

^۱- Local Firm

بیشتر در قسمت توزیع که ایستگاهها عملیاتی نمی باشند و فقط برای توزیع کالا بکار گرفته می شوند، مطرح می شود).

با توجه به مطالعه موردی ارائه شده و از طریق درک روابط ریاضی حاکم بر مسئله، مدل جریان مواد زنجیره تأمین به شرح ذیل در این تحقیق طراحی شده است. تابع هدف این مدل درصد حداقل نمودن هزینه های حمل و نقل، کمبود و نگهداری موجودی است. نمادهای این مدل عبارتند از:

x_{ijk} : مقدار کالای حمل شده از مبدا i به مقصد j در سطح K , $(k=1,2,\dots,P, j=1,2,\dots,m_b, i=1,2,3,\dots,n_a)$

A : ماتریس هزینه های حمل و نقل براساس واحد از مبدا i به مقصد j

S_{ik} : حداکثر ظرفیت منابع i در سطح K

L : میزان تقاضای محصول نهایی

L_k : تعداد قطعات مورد نیاز ورودی به سطح k برای تولید یک واحد قطعه خروجی

g_1, g_2 : هزینه مواجهه با نگهداری و کمبود موجودی

W_{1k}, W_{2k} : متغیرهای صفر و یک

هر یک از ایستگاهها دارای حداکثر ظرفیتی هستند که مقدار خروج مواد از آن ایستگاه نباید بیشتر از ظرفیت ایستگاه باشد (محدودیت ۱). میزان مواد وارد شده به هر یک از ایستگاهها باید حداقل L برابر میزان مواد خارج شده از آن ایستگاه باشد. L تعداد قطعات ورودی است که برای تولید یک واحد قطعه خروجی مورد نیاز است (محدودیت ۲).

مقدار مواد حمل شده از سطح ۲ به سطح ۱ حداقل باید به میزان L برابر سفارش دریافتی

(I) باشد (محدودیت ۳). مقدار عبارت در تابع هدف اگر بزرگتر از صفر باشد، با هزینه

نگهداری مواجه شده ایم و W_{ik} باید برابر یک و W_{rk} برابر صفر قرار گیرد و برعکس اگر

مقدار مذکور کوچکتر از صفر باشد، با هزینه کمبود مواجه شده ایم و W_{ik} باید برابر صفر و

W_{rk} برابر یک قرار گیرد (محدودیت‌های ۴، ۵ و ۶).

$$\text{Min } f(x, w) = \sum_{i=1}^{n_a} \sum_{j=1}^{m_b} \sum_{k=1}^p (AX_{ijk}) + \sum_{k=1}^p \left| \prod_{k=1}^p L_k I - \sum_{j=1}^{m_b} X_{ijk} \right| (w_{1k} g_1 + w_{2k} g_2)$$

Subject To:

$$\sum_{i=1}^{n_a} X_{ijk} \leq S_{ik+1} \quad \forall i = 1, 2, \dots, n_a, k = 1, 2, \dots, p \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{n_a} X_{ijk} \geq L_k \sum_{j=1}^{m_b} X_{i+1,jk} \quad \forall i = 1, 2, \dots, n_a, k = 1, 2, \dots, p \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{n_a} X_{1j2} \geq L_1 I \quad (3)$$

$$W_{1k} \left(\prod_{k=1}^p L_k I - \sum_{j=1}^{m_b} X_{ijk} \right) \geq 0 \quad \forall k = 1, 2, \dots, p-1 \quad (4)$$

$$W_{2k} \left(\prod_{k=1}^p L_k I - \sum_{j=1}^{m_b} X_{ijk} \right) \leq 0 \quad \forall k = 1, 2, \dots, p-1 \quad (5)$$

$$W_{1k} + W_{2k} = 1 \quad (6)$$

$$W_{1k}, W_{2k} = 0, 1, \quad X_{ijk} \geq 0$$

در این زنجیره، ظرفیت تولید کالا برابر ۲۵۰ واحد می باشد که فرض شده است میزان

تقاضا ۲۰۰ واحد است. میزان کالای حمل شده از مسیرهای X_{111} , X_{121} حداقل باید به اندازه

میزان تقاضا (۲۰۰) باشد و در سطوح بعدی نیز میزان کالاهای وارد شده به ایستگاه باید بیشتر

از میزان کالاهای خارج شده از ایستگاه باشد. هر یک از ایستگاه‌ها دارای ظرفیت خاصی

هستند که مجموعه کالاهای خروجی از هر ایستگاه باید کمتر از ظرفیت ایستگاه باشد.

مدلسازی مطالعه موردی ارائه شده در شکل ۲ در ذیل ارائه شده است:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & 15x_{111} + 20x_{121} + 22x_{112} + 18x_{122} + 27x_{132} + 22x_{212} + 18x_{222} + 27x_{232} + 30x_{113} + 25x_{123} + 22x_{133} + \\ & 20x_{143} + 23x_{153} + 30x_{213} + 25x_{223} + 22x_{233} + 20x_{243} + 23x_{253} + 30x_{313} + 25x_{323} + 22x_{333} + 20x_{343} + 23x_{353} + \\ & |2400 - (x_{113} + x_{123} + x_{132} + x_{143} + x_{153} + x_{213} + x_{223} + x_{233} + x_{243} + x_{253} + x_{313} + x_{323} + x_{333} + x_{343} + x_{353})| \times \\ & (w_{11} \times 500 + w_{21} \times 700) + |1200 - (x_{112} + x_{122} + x_{132} + x_{212} + x_{222} + x_{232})| \times (w_{12} \times 500 + w_{22} \times 700) + \\ & |400 - (x_{111} + x_{121})| \times (w_{13} \times 500 + w_{23} \times 700) \end{aligned}$$

Subject To:

$$x_{111} \leq 300$$

$$x_{121} \leq 240$$

$$x_{112} + x_{212} \leq 800$$

$$x_{122} + x_{222} \leq 600$$

$$x_{132} + x_{232} \leq 900$$

$$x_{113} + x_{213} + x_{313} \leq 1050$$

$$x_{123} + x_{223} + x_{323} \leq 740$$

$$x_{133} + x_{233} + x_{333} \leq 970$$

$$x_{143} + x_{243} + x_{343} \leq 1200$$

$$x_{153} + x_{253} + x_{353} \leq 700$$

$$x_{112} + x_{122} + x_{132} \geq 3 \times x_{111}$$

$$x_{212} + x_{222} + x_{232} \geq 3 \times x_{121}$$

$$x_{113} + x_{123} + x_{133} + x_{143} + x_{153} \geq 2 \times (x_{112} + x_{212})$$

$$x_{213} + x_{223} + x_{233} + x_{243} + x_{253} \geq 2 \times (x_{122} + x_{222})$$

$$x_{313} + x_{323} + x_{333} + x_{343} + x_{353} \geq 2 \times (x_{132} + x_{232})$$

$$x_{111} + x_{112} \geq 2 \times 200$$

$$w_{11} (2 \times 200 - (x_{111} + x_{121})) \geq 0$$

$$w_{21} (2 \times 200 - (x_{111} + x_{121})) \leq 0$$

$$w_{12} (2 \times 200 \times 3 - (x_{112} + x_{122} + x_{132} + x_{212} + x_{222} + x_{232})) \geq 0$$

$$w_{22} (2 \times 200 \times 3 - (x_{112} + x_{122} + x_{132} + x_{212} + x_{222} + x_{232})) \leq 0$$

$$w_{13} (2 \times 200 \times 3 \times 2 - (x_{113} + x_{123} + x_{132} + x_{143} + x_{153} + x_{213} + x_{223} + x_{233} + x_{243} + x_{253} + x_{313} + x_{323} + x_{333} + x_{343} + x_{353})) \geq 0$$

$$w_{23} (2 \times 200 \times 3 \times 2 - (x_{113} + x_{123} + x_{132} + x_{143} + x_{153} + x_{213} + x_{223} + x_{233} + x_{243} + x_{253} + x_{313} + x_{323} + x_{333} + x_{343} + x_{353})) \leq 0$$

$$w_{11} + w_{21} = 1$$

$$w_{12} + w_{22} = 1$$

$$w_{13} + w_{23} = 1$$

۴) الگوریتم ژنتیک ارائه شده

ایده اولیه این روش از نظریه تکامل داروین الهام گرفته شده است و کاربرد آن بر اساس ژنتیک طبیعی استوار می باشد. اصول اولیه الگوریتم ژنتیک در سالهای ۱۹۶۵-۱۹۶۲ توسط جان هلند^۱ و همکارانش در دانشگاه میشیگان ارایه شد. آنان در تحقیقات خود به فرایند سازگاری در سیستمهای طبیعی توجه نمودند و برای مدلسازی آن در سیستمهای مصنوعی که باید دارای توانایی های سیستم های طبیعی باشند، تلاش نمودند. [11].

در این مقاله، الگوریتم ژنتیک برای مسئله یافتن مسیر جریان مواد و مقدار مواد حمل شده در زنجیره تأمین با تاکید بر حداقل نمودن هزینه های موجود در زنجیره بالاخص هزینه حمل و نقل ارائه شده است. برای ارائه الگوریتم عملگرهای مختلفی توسعه داده شده اند و برای بررسی کارایی عملگرها نیز آزمایش های متعددی بر روی مسایل با اندازه های مختلف انجام گرفته است. ساختار الگوریتم ژنتیک به شرح زیر می باشد.

الف) کروموزوم: رشته یا دنباله ای از بیت ها که به عنوان شکل کد شده یک جواب ممکن (مناسب یا نامناسب) از مساله مورد نظر می باشد چنانچه از کد گذاری دودویی استفاده شود، هر بیت، یکی از مقادیر صفر و یک را می پذیرد. هر کدام از بیت های کروموزوم مسئله اخیر، یک جواب بالقوه برای متغیرهای مسئله می باشد.

ب) تابع هدف و برازندگی: تابع هدف جهت تعیین اینکه افراد چگونه در محدوده مساله ایفای نقش می نمایند، مورد استفاده قرار می گیرد و تابع برازندگی معمولاً برای تبدیل مقدار تابع هدف به یک مقدار برازندگی وابسته به آن مورد استفاده قرار می گیرد. به عبارت دیگر داریم:

¹- J. Holland

$$F(n)=g(f(x))$$

بطوریکه f تابع هدف بوده و تابع g مقدار تابع هدف را به یک عدد غیر منفی تبدیل می‌نماید و F مقدار برازندگی مربوطه می‌باشد [۱۲]. مناسب بودن یا نبودن جواب با مقداری که از تابع برازندگی بدست می‌آید، سنجیده می‌شود. چون مسئله از نوع بهینه سازی می باشد، تابع برازش با تابع هدف مسئله یکسان می باشد. تابع هدف مسئله، مینیمم کردن هزینه را مدنظر قرار می دهد.

ج) اندازه جمعیت و تعداد تولید: تعداد کروموزومها را اندازه جمعیت می گویند. یکی از مزیت‌های الگوریتم‌های ژنی نسبت به روشهای جستجوی سنتی این است که از جستجوی موازی استفاده می‌شود. با تعریف فوق، اندازه جمعیت، اندازه جستجوهای موازی است. در این تحقیق، اندازه جمعیت در آزمایشهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته و جمعیت از یک نسل به نسل دیگر به منظور یافتن جواب بهتر با استفاده از روشهای تولید مثل بهبود یافته است. اندازه جمعیت این تحقیق، ۵۰۰۰ کروموزوم می باشد.

د) عملگرهای ژنتیک: برای پیدا کردن یک نقطه در فضای جستجو باید از عملگرهای ژنتیک استفاده نمود. دو مورد از این عملگرها عبارتند از:

۱- عملگر تقاطعی: عملگر اصلی جهت تولید کروموزوم‌های جدید در الگوریتم ژنتیک، عملگر تقاطع می‌باشد. این عملگر مشابه همتای خودش در طبیعت، افراد جدیدی تولید می‌نماید که اجزای (ژنهای) آن از والدینش تشکیل می‌گردد. انواع مختلف عملگرهای تقاطعی عبارتند از: تک نقطه‌ای، دو نقطه‌ای، پخش کننده، میانجی و ابتکاری و....

برای تعیین عملگر تقاطع مناسب، روشهای مختلفی همچون تک نقطه ای^۱ دو نقطه ای^۲، پخش کننده^۳، میانجی^۴ و ابتکاری^۵ مورد آزمایش قرار گرفته است و نتایج آن در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می شود، روش ابتکاری پاسخ مناسب تری را ارائه نموده است. روش ابتکاری فرزندی که خط تماس دو والد قرار گرفته است را در یک فاصله کوچک دور از والد با ارزش برزش بهتر و در مسیری متفاوت از والد با ارزش برزش بدتر بر می گرداند.

نوع عملگر تقاطع	اندازه جامعه	تعداد تکرار	مقدار تابع هدف
ابتکاری	۵۰۰۰	۱۰۰	۸۸۳۰۸/۷۸
پخش کننده	۵۰۰۰	۱۰۰	۹۲۴۳۷/۱۴
میانجی	۵۰۰۰	۱۰۰	۹۳۱۴۹/۷۷
تک نقطه ای	۵۰۰۰	۱۰۰	۹۳۸۶۴/۵۶
دو نقطه ای	۵۰۰۰	۱۰۰	۹۵۷۳۸/۴۳

جدول ۲: ارزیابی عملگرهای تقاطع

۲- عملگر جهش: جهش یک فرآیند تصادفی است که در آن محتوای یک ژن با ژن دیگر جهت تولید یک ساختار ژنتیک جدید جایگزین می گردد.

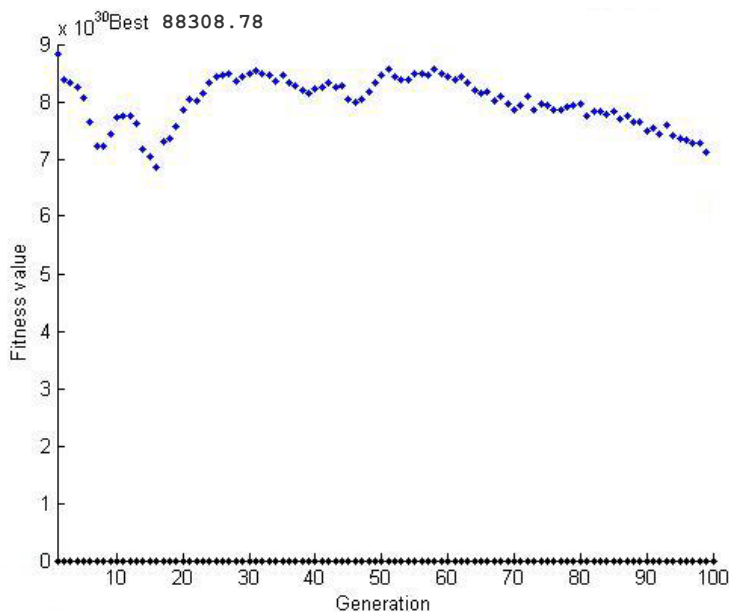
عملگر جهش استفاده شده در این تحقیق، عملگر Gaussian است که با تغییر نسبت های مختلف آن، نسبت ۲ انتخاب شده است. عملگر جهش Gaussian یک عدد تصادفی از تابع توزیع Gaussian با میانگین صفر به هر ورودی بردار والد اضافه می کند. واریانس این توزیع،

1- Single Point
2- Two Point
3- Scattered
4- Intermediate
5- Heuristic

بوسیله پارامترهای مقیاس و جمع شونده (shrink) تنظیم می شود که در این تحقیق با تغییرات متوالی این متغیرها، مقیاس ۲ و جمع شونده یک انتخاب شده است.

تابع برازش مدل ارائه شده برابر تابع هدف فوق در نظر گرفته شده است و محدودیتهای مدل نیز در حل الگوریتم ژنتیک منظور شده است. برای در نظر گرفتن محدودیتهای، چنانچه متغیرهای جامعه در محدودیتهای صدق نموده است. از تابع برازش استفاده شده است و در صورتی که متغیرهای جامعه در محدودیتهای صدق ننموده است، تابع برازش برابر عدد خیلی بزرگی در نظر گرفته شده است، بنابراین از آنجا که مدل درصدد حداقل نمودن تابع برازش است، پاسخ در محدودیتهای مدل صدق خواهد نمود.

خروجی الگوریتم ژنتیک متغیرهای X_{111} تا X_{353} با اندازه جامعه ۵۰۰۰، تعداد تکرار ۱۰۰، عملگر جهش Gaussian، عملگر تقاطع ابتکاری در ستون دوم جدول ۴ ارائه شده است. نمودار بهبود مقدار تابع برازش در نسل های متوالی ایجاد شده در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲: نمودار بهبود مقدار تابع برازش در نسل های متوالی ایجاد شده

مدل ارایه شده با روشهای مختلف جستجو الگو^۱ نیز مورد بررسی قرار گرفته است. این روشها عبارتند از: روش Nelder - Mead و روش Latin Hypercube. مدل با استفاده از تمامی روشهای فوق با استفاده از نرم افزار MATLAB حل شده و خروجی آن در جدول ۳ آورده شده است. همانطور که ملاحظه می شود، در بین دو روش جستجوی الگو، روش Latin Hypercube نسبت به روش دیگر برتری دارد.

روش جستجو	مقدار تابع هدف
الگوریتم ژنتیک	۸۸۳۰۸/۷۸
Latin Hypercube	۹۰۳۹۷/۴۵
Nelder - Mead	۹۶۶۱۸/۲۰۷

جدول ۳: مقدار تابع هدف برای روشهای مختلف جستجو الگو

همانطور که در جدول ۳ نشان داده شده است، مقدار تابع هدف محاسبه شده بوسیله الگوریتم ژنتیک نسبت به روش Nelder Mead، ۹/۴ درصد و نسبت به روش Latin Hypercube، ۲/۳۷٪ بهبود نشان می دهد. خروجی جستجوی الگو با روش Latin Hypercube و Nelder - Mead برای متغیرهای X₁₁₁ تا X₃₅₃ در ستون سوم جدول ۴ ارایه شده است.

^۱- Pattern Search

جدول ۴: خروجی الگوریتم ژنتیک و جستجوی الگو

Nelder-Mead	Latin Hypercube	الگوریتم ژنتیک	متغیرها
۲۶۲/۰۹	۲۰۴/۶۸	۱۹۱/۱	X ₁₁₁
۱۳۷/۹۱	۱۹۵/۳۳	۲۰۸/۸۹	X ₁₂₁
۹۸/۷۵	۱۵۶/۲	۱۳۲/۳۸	X ₁₁₂
۲۲۴/۴۳	۲۶۰/۴	۲۲۹/۳۱	X ₁₂₂
۴۶۳/۰۷	۱۹۷/۴۲۷	۲۱۱/۶۷	X ₁₃₂
۸۳/۴۴	۲۳۷/۸۹	۲۶۱/۲۵	X ₂₁₂
۲۳۹/۸۸	۲۲۳/۴۵	۲۰۵/۳۴	X ₂₂₂
۹۰/۴۲	۱۲۴/۶۴	۱۶۰/۰۵	X ₂₃₂
۲۱۱/۶۷	۱۶۸/۷۶	۵/۴۳	X ₁₁₃
۲۹/۵۴	۶۱/۸۵	۸۰/۳۲	X ₁₂₃
۵۷/۸	۳۰۹/۲۴	۳۲۳/۴۹	X ₁₃₃
۱۴/۱۶	.	۲۹۰/۴	X ₁₄₃
۵۱/۲	۲۴۸/۲۸	۸۷/۶۱	X ₁₅₃
۴۱۹/۱	۸۲/۷	۸۰/۸۵	X ₂₁₃
۱۱۹/۷۲	۲۵۰/۷۶	۱۶۶/۷۳	X ₂₂₃
۲۰۱/۹۱	۹۲/۷۲	۱۹۴/۸۱	X ₂₃₃
۱۳۹/۹۵	۲۰۴/۷۲	۱۸۲/۸۵	X ₂₄₃
۴۷/۹۴	۳۳۶/۸	۲۴۴/۰۶	X ₂₅₃
۳۹۱/۵۴	۱۳۰/۳۱	۸۷/۱۳	X ₃₁₃
۴۲۶/۳۸	۱۷۳/۱۶	۱۳۲/۸	X ₃₂₃
۱۵۴/۸۷	۱۴۷/۴۳	۱۰۸/۸۵	X ₃₃₃
۴/۳۴	۱۱۱/۵۲	۱۳۲/۵۷	X ₃₄₂
۱۲۹/۸۵	۸۱/۷۲	۲۸۲/۰۸	X ₃₅₃
۹۶۶۱۸/۲۰۷	۹۰۳۹۷/۴۵	۸۸۳۰۸/۷۸	مقدار تابع هدف

۵) نتیجه گیری

با توجه به اهمیت مسأله گردش مواد و هزینه های مربوط به آن در زنجیره تأمین و لزوم تصمیم گیری به موقع و صحیح در جهت سودآوری کل زنجیره، مدل های فرا ابتکاری به خصوص الگوریتم ژنتیک به کار گرفته شده در این مقاله نسبت به سایر مدل های کلاسیک قبلی از مزیت قابل توجهی برخوردارند.

یکی از مزیت های مدل بکار گرفته شده در این است که مدل در هر مرحله یک جواب قابل قبول ارائه می نماید و حال با توجه به محدودیتهای زمانی و سایر محدودیت های مسأله می توان جواب حاصل را بهبود بخشید. مدل ارائه شده بر اساس الگوریتم ژنتیک در این تحقیق با سایر مدل های جستجوی الگو نیز مقایسه شده است که نتایج تحقیق بیانگر توانایی قابل توجه الگوریتم ژنتیک در حل مدل این تحقیق می باشد.

مدل ارائه شده می تواند برای هر دو قسمت Demand Chain و Supply Chain زنجیره و یا به صورت یکپارچه برای هر دو قسمت با هم به کار گرفته شود. یکی از مزیت های مهم این مدل، در نظر گرفتن تأثیر تمامی سطوح و اجزا بر همدیگر و در نظر گرفتن تمامی اجزا به صورت یکپارچه می باشد، تا هدف کلی هر زنجیره که همان سودآوری کل یک زنجیره می باشد را تأمین نماید.

- [1] Stadtler.H and kilger, C (2000). Supply chain management and advanced planning, Springer.
- [2] Kasilingam, R.G. (1999). Logistics and transportation, Design and planning", klawer Academic.
- [3] Mentzer J.T. (2000). Supply chain management, Sage publication, Inc.
- [4] Chopra. S. and Meindle, P. (2004). Supply chain management: strategy, planning, and operation, Prentice Hall.
- [5] Ghodspour, S. H. and O'Brien, C. (2001). Total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint, Int. J. Production economics, Vol. 73, P.P. 15-27.
- [6] Cebi , F. and Bayraktar, D. (2003). An integrated approach for supplier selection, logistics information management, Vol.16, P.P.395-400.
- [7] Kahraman , C., cebeci, u. and ulukan, Z. (2003). Multi-Criteria supplier selection using Fuzzy AHP, logistics in formation management, Vol. 16, P.P. 382-394.
- [8] Dogan, I. and sahin, u. (2003). supplier selection using activity – based costing and fuzzy present – worth Techniques, Logistic information management, Vol. 16, P.P. 420-426.
- [9] Basnet , C. and leung, J. M.Y. (2003). Inventory lot-sizing with supplier selection, computers & operations research.
- [10] Humphrey P., Mclvor, R. and Mc Aleer, E. (2000). Re-engineering the purchasing function, European Journal of Purchasing & supply Management, Vol. 6, P.P. 85-93.
- [11] Sinriech D. and Samakh E. (1999). A Genetic Approach to the pichk up / Delivery station location Problem in segmented Flow Based Naterial Handling systems, Journal of Manufacturing systems, Vol. 18, No. 2, P.P 81-99.

[١٢] فقيه، نظام الدين و هنرور، علی (١٣٨٣)، کاربرد الگوریتم ژنتیک در برنامه ریزی

بازرسی های پیشگیرانه، انتشارات نسیم حیات.