

## طراحی مدل کنترل موجودی با در نظر گرفتن هزینه‌های کل لجستیک در حالت منبع‌یابی چندگانه

دکتر محمدعلی سوخکیان\*  
دانشگاه شیراز

مسعود ربیعه\*\*  
دانشگاه تربیت مدرس

امیر افسر\*\*\*  
دانشگاه علامه طباطبائی

### چکیده

انتخاب عرضه‌کنندگان مناسب می‌تواند به گونه‌ای چشمگیر هزینه‌های خرید را کاهش و قابلیت رقابت پذیری سازمان را افزایش دهد؛ زیرا در بیشتر صنایع، هزینه‌ی مواد خام و اجزای تشکیل دهنده محصول، بخشی عمده از بهای تمام شده محصول را در بر می‌گیرد.

ادبیات موضوع نشان دهنده‌ی آن است که به مدل‌های تخصیص سفارش به تأمین‌کنندگان در شرایط منبع‌یابی چندگانه، معیارهای چندگانه و محدودیت‌های ظرفیت عرضه‌کنندگان توجه کمی شده است و تنها شمار اندکی مدل‌های ریاضی برای تحلیل چنین تصمیماتی ارائه شده است که تنها به قیمت خالص مانند هزینه‌ی خرید، توجه کرده‌اند. هرچند هزینه‌های حمل و نقل، سفارش و انبارداری ممکن است اهمیتی چشمگیر در چنین تصمیماتی داشته باشد. در این مقاله یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی مختلط عدد صحیح، برای حل مسایل منبع‌یابی چندگانه که هزینه‌های کل لجستیک را که شامل قیمت خالص، هزینه‌های نگهداری، حمل و نقل و سفارش را در بر می‌گیرد، ارائه شده است که محدودیت‌های خریدار مانند: بودجه، کیفیت، خدمت، عدد صحیح بودن تعداد سفارش، حداقل تعداد سفارش تخصیصی به هر تأمین‌کننده و غیره را نیز در نظر می‌گیرد. با توجه به ماهیت غیرخطی و پیچیده بودن مدل، مطالعه‌ی موردی این پژوهش به وسیله الگوریتم ژنتیک حل شده است.

\* اسنادار بخش مدیریت

\*\* دانشجوی دکتری بخش مدیریت

\*\*\* دانشجوی دکتری بخش مدیریت

واژه‌های کلیدی: ۱. انتخاب عرضه کنندگان ۲. منبع‌یابی چندگانه ۳. کنترل موجودی ۴. هزینه‌های لجستیک ۵. مدل ریاضی ۶. الگوریتم ژنتیک

### ۱. مقدمه

در بیشتر صنایع، هزینه مواد خام و اجزای تشکیل دهنده‌ی محصول، بخش عمده‌ای از بهای تمام شده‌ی محصول را در بر می‌گیرد (قدسی‌پور و ابرایان، ۱۹۹۸) که این هزینه در برخی موارد تا میزان ۷۰٪ شامل هزینه محصول نهایی می‌شود. در شرکت‌های صاحب تکنولوژی بالا این میزان تا حد ۸۰٪ افزایش می‌یابد. در چنین شرایطی، بخش تدارکات<sup>(۱)</sup> می‌تواند نقش کلیدی در کارایی و اثر بخشی سازمان ایفا نماید که این نقش و تأثیر مستقیمی بر کاهش هزینه‌ها، سودآوری و انعطاف پذیری یک شرکت دارد (قدسی‌پور و ابرایان، ۲۰۰۱).

انتخاب عرضه‌کنندگان مناسب می‌تواند به شکل چشمگیری هزینه‌های خرید را کاهش داده، قابلیت رقابت‌پذیری سازمان را افزایش دهد؛ چرا که بسیاری از متخصصین بر این عقیده‌اند که انتخاب عرضه‌کننده‌ی مناسب، مهمترین فعالیت بخش تدارکات است (قدسی‌پور و ابرایان، ۲۰۰۱).

در حقیقت، انتخاب مجموعه‌ای مناسب از عرضه‌کنندگان برای کار با آنها، در جهت موفقیت یک شرکت بسیار مهم و حیاتی است و در طی سالیان طولانی، بر انتخاب عرضه‌کننده تأکید شده است (زانگ و دیگران، ۲۰۰۴). به تازگی با حضور مفهوم مدیریت زنجیره‌ی تأمین<sup>(۲)</sup> (SCM) بیشتر پژوهشگران، دانشمندان و مدیران پی‌برده‌اند که انتخاب عرضه‌کننده‌ی مناسب و مدیریت آن، وسیله‌ای است که از آن می‌توان برای افزایش رقابت‌پذیری زنجیره‌ی عرضه استفاده کرد (لی و همکاران، ۲۰۰۱). به طور کلی مسایل مربوط به انتخاب عرضه‌کننده به دو نوع تقسیم می‌شود:

۱. انتخاب عرضه‌کننده هنگامی که هیچ محدودیتی نداریم. به عبارتی هر کدام از عرضه‌کنندگان به تنهایی می‌توانند نیازهای (احتیاجات) خریدار را از جمله میزان تقاضا، کیفیت، زمان تحویل و ... را بر آورده سازند.

۲. انتخاب عرضه‌کننده در حالتی که محدودیت‌هایی در ظرفیت عرضه‌کننده، کیفیت محصول عرضه‌کننده و ... وجود دارد. به عبارت دیگر یک عرضه‌کننده به تنهایی قادر به برآورد احتیاجات خریدار نمی‌باشد و خریدار به اجبار باید بخشی از تقاضا را از یک عرضه‌کننده و بخش دیگر را از عرضه‌کننده دیگر به منظور جبران کمبود ظرفیت یا کیفیت پایین عرضه‌کننده اول، برآورده سازد.

در مورد اول یک عرضه‌کننده می‌تواند تمام نیاز خریدار را برآورده سازد، (منبع‌یابی منحصر بفرد) که در این حالت مدیریت تنها یک تصمیم اتخاذ می‌نماید و این‌که کدام عرضه‌کننده، بهترین است. در حالی که در مورد دوم، هیچ کدام از عرضه‌کنندگان به تنهایی نمی‌توانند تمامی احتیاجات خریدار را برآورده سازند. بنابراین در این حالت بیشتر از یک عرضه‌کننده باید انتخاب شود (منبع‌یابی چندگانه).

در این صورت مدیریت باید دو تصمیم اخذ نماید: اول این که کدام عرضه‌کنندگان، بهترین هستند؟ دوم به چه میزان باید از هر کدام از عرضه‌کنندگان انتخابی خریداری نمود؟ در این مقاله تصمیم دوم مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## ۲. پیشینه تحقیق

کومار<sup>(۳)</sup> و دیگران از برنامه‌ریزی آرمانی فازی برای حل مسأله‌ی انتخاب فروشنده (عرضه‌کننده) با اهداف چندگانه با این نگرش که برخی پارامترها ماهیتاً فازی هستند، استفاده کرده‌اند. آن‌ها از داده‌های دنیای واقعی برای نشان دادن مدل پیشنهادی استفاده نموده، ادعا کرده‌اند که مدل پیشنهادی دارای این قابلیت است که موقعیت‌های دنیای واقعی را در یک محیط فازی مدیریت کرده و ابزار تصمیم‌گیری مناسبی را برای تصمیمات انتخاب فروشنده در یک زنجیره‌ی عرضه فراهم آورد (کومار و همکاران، ۲۰۰۴).

باسنت و لینگ<sup>(۴)</sup> مسأله‌ی عرضه‌کننده را با نگرش اندازه‌ی دسته‌ی سفارش برای موجودی‌ها مورد بررسی قرار داده‌اند. در این تحقیق، تقاضای کالاها در افق برنامه‌ریزی مشخص است و هر کدام از کالاها را می‌توان از مجموعه‌هایی از عرضه‌کنندگان مورد تأیید خریداری نمود. مدل ارائه شده به وسیله ایشان به تصمیم‌گیرنده کمک می‌کند که چه کالاهایی را به چه میزان و در چه یریودی و از کدام عرضه‌کننده تأمین نمود. یک الگوریتم جستجویی enumerative و ابتکاری برای حل این مسأله ارائه شده است (باسنت و لینگ، ۲۰۰۵).

ورما و یولمن<sup>(۵)</sup> به تجزیه و تحلیلی از فرایند انتخاب عرضه‌کننده پرداخته‌اند. آنان در مقاله ارائه شده بیان می‌کنند که مشتریان، عرضه‌کنندگان را بر مبنای اهمیت نسبی شاخص‌های مختلف همچون کیفیت، قیمت، انعطاف‌پذیری و عملکرد تحویل، ارزیابی و انتخاب می‌نمایند. در این تحقیق اختلاف بین درجه بندی (رتبه بندی) مدیران در خصوص اهمیت درک شده از ویژگی‌های متفاوت عرضه‌کننده و انتخاب حقیقی آن‌ها در قبال عرضه‌کننده در یک محیط تجربی<sup>(۶)</sup> مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داده است که اگر چه مدیران می‌گویند که کیفیت مهم‌ترین شاخص برای یک عرضه‌کننده است؛ اما در واقع عرضه‌کنندگان بطور وسیعی براساس دو معیار هزینه و عملکرد تحویل انتخاب شده‌اند (ورما و یولمن، ۱۹۹۸).

بنتون<sup>(۷)</sup> یک برنامه غیر خطی و یک روش ابتکاری با استفاده از Lagrangian Relaxation برای انتخاب عرضه‌کننده تحت شرایط اقلام چندگانه<sup>(۸)</sup>، محدودیت‌های منابع و تخفیفات مقداری را نشان داده است. هدف این مدل، کم‌کردن مجموعه هزینه‌های خرید، نگهداری موجودی و سفارش است. همچنین محدودیت‌های انبار و سرمایه نیز در نظر گرفته شده است (بنتون، ۱۹۹۱).

هانگ و هویا<sup>(۹)</sup> به تجزیه و تحلیل خرید و تدارکات در شرایط JIT پرداخته‌اند. از آنجا که نیاز به

داشتن دسته‌های کوچک در چنین سیستمی، بحث مهم و شایان توجهی است، آن‌ها تقسیم یک مقدار سفارش بزرگ را بین تحویل‌دهندگان چندگانه یا عرضه‌کنندگان چندگانه به منظور کاهش اندازه دسته‌ی سفارش مورد بحث قرار داده‌اند. هدف اصلی در این مسأله، کاهش هزینه است. از آنجا که آن‌ها را برای مورد خاص حل نموده‌اند، نمی‌تواند برای موقعیت‌های عمومی (کلی) استفاده شود (هانگ و هایا، ۱۹۹۲).

قدسی‌پور و ابرایان<sup>(۱۰)</sup> یک سیستم پشتیبانی تصمیم (DSS) را برای کاهش تعداد عرضه‌کنندگان ارائه کرده‌اند. آن‌ها از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط با نگرش محدودیت ظرفیت عرضه‌کننده و محدودیت‌های خریدار از جمله بودجه، کیفیت و غیره در سیستم پشتیبانی تصمیم‌شان استفاده کرده‌اند (قدسی‌پور و ابرایان، ۱۹۹۷). این نویسندگان در مقاله‌ی دیگر، یک مدل برنامه‌ریزی خطی مختلط با AHP را گسترش داده‌اند که می‌تواند به مدیران به منظور در نظر گرفتن ویژگی‌های کیفی و فاکتورهای کمی در فعالیت خرید و تدارکاتشان در شکل یک روش سیستماتیک کمک نماید. هم‌چنین آن‌ها الگوریتمی را به منظور تحلیل حساسیت با توجه به سناریوهای متفاوت در تصمیم‌گیری ارائه نموده‌اند (قدسی‌پور و ابرایان، ۱۹۹۸). هم‌چنین ایشان در مقاله‌ی دیگر، یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط را برای حل مسأله‌ی انتخاب عرضه‌کننده در حالت منبع‌یابی چندگانه ارائه نموده‌اند که این مدل کل هزینه لجستیک را که در برگیرنده‌ی قیمت خالص، هزینه نگهداری موجودی (انبارداری)، حمل و نقل و هزینه هر بار سفارش است، در نظر می‌گیرد. این مدل میزان تخصیص سفارش (سفارش خرید) به هر یک از عرضه‌کنندگان را مشخص می‌نماید. آن‌ها هم‌چنین در این مقاله به این مسأله اشاره می‌کنند که توجه اندک در ادبیات موضوعی به انتخاب عرضه‌کنندگان مناسب و میزان تخصیص سفارش به این عرضه‌کنندگان در حالت منبع‌یابی چندگانه، معیارهای چندگانه و محدودیت‌های ظرفیت صورت گرفته است و تنها تعداد اندکی از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی برای تجزیه و تحلیل چنین تصمیماتی به صورت مقاله چاپ شده است که این مدل‌ها تنها به قیمت خالص به عنوان هزینه خرید اشاره کرده‌اند. هرچند هزینه‌های حمل و نقل، سفارش دهی و انبار دارای ممکن است اهمیت قابل توجهی در چنین تصمیماتی داشته باشد (قدسی‌پور و ابرایان، ۲۰۰۱).

### ۳. مدل سازی

با توجه به اندک بودن تعداد مقالات و مدل‌های ارائه شده در مورد انتخاب عرضه‌کننده در شرایط منبع‌یابی چندگانه خصوصاً ترکیب آن با مباحث کنترل موجودی و برنامه‌ریزی سفارشات، لزوم ارائه چنین مدل‌هایی که بیشتر با شرایط دنیای واقعی هم‌خوانی داشته باشد، احساس می‌شود. بر این اساس به ارائه مدلی جدید می‌پردازیم. در این مدل با الهام از آخرین مدل ذکر شده از قدسی‌پور و ابرایان،

بحث جدیدی به شرح زیر را مطرح کرده، در واقع مدل ذکر شده را گسترش، کامل‌تر و به دنیای واقعی نزدیک‌تر می‌نماییم.

در عمل تعداد سفارشات تخصیصی به عرضه کنندگان باید عددی صحیح باشد (چینگ-تر، ۲۰۰۴). در برخی مواقع در مدل‌های کنترل موجودی پس از حل ممکن است این عدد، عددی صحیح نباشد که می‌توان با گرد کردن عدد، مشکل را حل نمود، اما زمانی که عمل گرد کردن را انجام می‌دهیم دیگر این جواب، جواب حقیقی مدل نیست و اگر جواب مدل پس از حل جواب بهینه مطلق باشد با انجام عمل گرد کردن این جواب، دیگر بهینه نخواهد بود و حتی اگر جواب ما جواب بهینه مطلق هم نباشد و عمل گرد کردن را انجام دهیم ممکن است با انجام این عمل جواب بدتر گردد. بطور خلاصه عمل گرد کردن پس از حل، عمل صحیح نمی‌باشد. بنابراین جهت رفع این مشکل، عدد صحیح بودن تعداد سفارشات را از ابتدا به مدل وارد می‌کنیم تا خود مدل جواب بهینه یا نزدیک به بهینه را جستجو نماید. در واقع در اکثر مدل‌های کنترل موجودی، تعداد سفارشات را به وسیله عبارت نادقیق  $\frac{D}{Q}$  نشان

می‌دهند که ما آن را در این مدل به وسیله عبارت دقیق‌تر  $\left( \left\lceil \frac{D}{Q} \right\rceil, \left\lfloor \frac{D}{Q} \right\rfloor \right)$  جایگزین می‌نماییم که  $\left\lceil \frac{D}{Q} \right\rceil$  کوچکترین عدد صحیح بزرگتر و یا مساوی با  $\frac{D}{Q}$  و  $\left\lfloor \frac{D}{Q} \right\rfloor$  بزرگترین عدد صحیح کوچکتر یا مساوی با  $\frac{D}{Q}$  می‌باشد.

نکته شایان توجه دیگر، محدودیت انبار است که در این مدل به آن توجه شده است. این محدودیت بدین شکل اعمال می‌شود که اگر میزان سفارش دریافتی از هر عرضه‌کننده (با فرض دریافت آنی) از ظرفیت انبار بیشتر باشد، باید هزینه انبارداری اضافی به ازای مازاد فضای انبار به دلیل اجاره انبار جدید، حمل و نقل اضافی و... قابل شویم. نکته دیگر به صورت محدودیت حداقل سفارش تخصیص به عرضه‌کنندگان ارایه شده است. این مباحث جدید در ادبیات موضوعی انتخاب عرضه‌کننده وجود نداشته، در این مقاله به آن‌ها پرداخته شده است. در ادامه به بحث مدل‌سازی می‌پردازیم.

قبل از تشریح مدل، نمادهای زیر را تعریف می‌کنیم:

$D$  - تقاضای سالانه

$Q$  = مقدار سفارش تخصیصی برای مجموع عرضه‌کنندگان در هر پریود

$Q_i$  = مقدار سفارش تخصیصی به عرضه‌کننده  $i$  ام در هر پریود به صورت عدد صحیح

$T$  = طول هر پریود

$M$  = حداکثر ظرفیت انبار

$T_i$  = مدت زمان مربوط به عرضه‌کننده  $i$  ام در هر پریود

$F$  - نرخ هزینه نگهداری

$X_i$  = درصدی از  $Q$  که به عرضه کننده  $i$  ام اختصاص می‌یابد

$n$  = تعداد عرضه کنندگان

$A_i$  = هزینه سفارش دهی عرضه کننده  $i$  ام

$P_i$  = قیمت عرضه کننده  $i$  ام (قیمت تمام شده شامل هزینه قیمت خالص، حمل و نقل و ...)

$C_i$  = ظرفیت سالیانه عرضه کننده  $i$  ام

$q_i$  = درصد کیفی محصول عرضه کننده  $i$  ام (درصد سالم بودن محصول عرضه کننده  $i$  ام)

$q_u$  = حداقل درصد کیفی قابل قبول در مورد مجموع محصولات خریداری شده از عرضه کنندگان

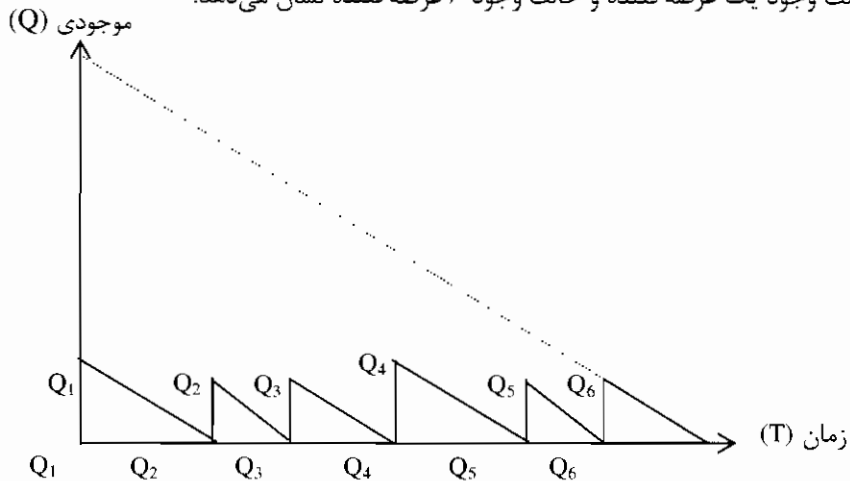
$h'$  = هزینه نگهداری مربوط به انبار اجاره ای

$B$  = حداقل سفارش به هر یک از عرضه کنندگان

$TAPC$  = هزینه کل خرید سالیانه

مسئله‌ی اصلی مدل، چنین مطرح می‌گردد که خریدار، بهترین عرضه کنندگان را از بین  $n$  عرضه کننده که ظرفیت‌های محدودی دارند، انتخاب می‌نماید. هدف مدل، کم کردن مجموع قیمت خرید، هزینه‌های سفارش، نگهداری و حمل و نقل با در نظر گرفتن محدودیت‌های ظرفیت خریدار، تقاضا، کیفیت، تحویل به موقع (تعهد عرضه کنندگان)، حداقل میزان سفارش تخصیصی به هر عرضه کننده، عدد صحیح بودن تعداد سفارش تخصیصی به عرضه کنندگان و... می‌باشد.

در این مدل فرض بر این است که پس از اتمام محموله ارسالی از طرف عرضه کننده  $i$  ام، محموله عرضه کننده  $(i+1)$  ام دریافت می‌شود و دریافت صورت آنی می‌باشد. شکل زیر مقایسه سطح موجودی را در حالت وجود یک عرضه کننده و حالت وجود ۶ عرضه کننده نشان می‌دهد.



نمودار ۱: مقایسه سطوح موجودی بین یک و شش تأمین کننده

بطور کلی تقاضا محدود می‌باشد و  $X_i$  در صدی از  $Q$  است که به عرضه‌کننده‌ام اختصاص می‌یابد. از طرف دیگر، در بسیاری از موارد، میزان تخصیص به هر تأمین‌کننده باید عدد صحیح باشد. این مسأله می‌تواند به شکل زیر بیان شود:

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i$$

$$Q_i = x_i Q \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$T_i = x_i T \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$0 \leq x_i \leq 1$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1$$

### ۳.۱. تابع هدف: هزینه کل خرید سالیانه<sup>(۱۱)</sup> (TAPC)

هزینه کل خرید سالیانه (TAPC) که شامل هزینه سالیانه قیمت تمام شده‌ی کالای خریداری شده (شامل هزینه قیمت کالا، حمل و نقل هر واحد کالا و ...) یا هزینه خرید تجمعی و هزینه نگهداری سالیانه و هزینه سفارش سالیانه است، می‌تواند به صورت زیر بیان شود:

$$\text{TAPC} = \text{هزینه سفارش سالیانه} + \text{هزینه نگهداری سالیانه} + \text{هزینه خرید تجمعی سالیانه}$$

### ۳.۱.۱. هزینه خرید سالیانه<sup>(۱۲)</sup> (APC): با توجه به این که مقدار خرید سالیانه از عرضه‌کننده

$i$  ام  $X_i D$  است و قیمت تمام شده (تجمعی) تا انبار خریدار برابر  $P_i$  می‌باشد، هزینه خرید سالیانه عبارتست از:

$$APC = \sum_{i=1}^n P_i X_i D$$

### ۳.۱.۲. هزینه سفارش سالیانه<sup>(۱۳)</sup> (AOC): از آن‌جا که کالا از $n$ عرضه‌کننده خریداری

می‌شود، هزینه سفارش دهی هر پیرو (OPC) عبارتست از:

$$OPC = \sum_{i=1}^n A_i Y_i$$

$$i = 1, 2, \dots, n \quad \left. \begin{array}{l} X_i = 0 \text{ اگر } 0 \\ X_i > 0 \text{ اگر } 1 \end{array} \right\} = Y_i \text{ که}$$

با توجه به این که هزینه سفارش سالیانه برابر است با هزینه سفارش هر پیرو ضرب در تعداد

پیروها (تعداد سفارشات) در سال، داریم:

$$AOC = OPC \times \frac{1}{T} = OPC \times \frac{1}{Q} = OPC \times \frac{Q}{D}$$

و با توجه به این که تعداد پریودها یا تعداد سفارشات در سال باید عددی صحیح است، داریم:

$$AOC = OPC \times \left( \left\lceil \frac{D}{Q} \right\rceil, \left\lfloor \frac{D}{Q} \right\rfloor \right) = \left( \sum_{i=1}^n A_i Y_i \right) \times \left( \left\lceil \frac{D}{Q} \right\rceil, \left\lfloor \frac{D}{Q} \right\rfloor \right)$$

۳.۱.۳. هزینه نگهداری سالیانه<sup>(۱۴)</sup>: چون در این مدل با محدودیت انبار روبرو هستیم، حداکثر ظرفیت انبار را با  $M$  نشان می‌دهیم. ابتدا هزینه نگهداری سالیانه را به شکل کلی محاسبه کرده، سپس با توجه به محدودیت انبار و هزینه‌های نگهداری متفاوتی که خواهیم داشت، آن را تفکیک می‌نماییم. با توجه به جدول شماره ۱، سطوح موجودی برای هر عرضه‌کننده و هزینه آن به زمان بستگی دارد:

جدول ۱: محاسبه هزینه نگهداری

عرضه‌کننده	زمان	میانگین موجودی	متوسط هزینه نگهداری در زمان $T_i$
۱	$T_1$	$\frac{Q_1}{2}$	$\frac{Q_1}{2} \times ch_1$
۲	$T_2$	$\frac{Q_2}{2}$	$\frac{Q_2}{2} \times ch_2$
$i$	$T_i$	$\frac{Q_i}{2}$	$\frac{Q_i}{2} \times ch_i$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$n$	$T_n$	$\frac{Q_n}{2}$	$\frac{Q_n}{2} \times ch_n$

بنابراین هزینه نگهداری کل هر پریود<sup>(۱۵)</sup> (THCP) عبارت است از:

$$THPC = \frac{Q_1}{2} ch_1 T_1 + \frac{Q_2}{2} ch_2 T_2 + \dots + \frac{Q_n}{2} ch_n T_n$$

از طرف دیگر داریم:

$$T_i = \frac{Q_i}{D}, i = 1, 2, \dots, n$$

بنابراین:

$$THPC = \frac{Q_1}{2} ch_1 \frac{Q_1}{D} + \frac{Q_2}{2} ch_2 \frac{Q_2}{D} + \dots + \frac{Q_n}{2} ch_n \frac{Q_n}{D}$$

و داریم:



$$THPC = \frac{1}{2D} \sum_{i=1}^n Q_i^2 ch_i$$

بنابراین هزینه نگهداری سالیانه (AHC) عبارتست از:

$$AHC = THPC \times \frac{1}{T} = THPC \times \frac{1}{Q} = THPC \times \frac{D}{D}$$

و با توجه به این که تعداد سفارشات (تعداد پرپودها) در سال باید عددی صحیح باشد، داریم:

$$AHC = THPC \times \left( \left\lfloor \frac{D}{Q} \right\rfloor, \left\lfloor \frac{D}{Q} \right\rfloor \right) = \frac{1}{2D} \sum_{i=1}^n Q_i^2 ch_i \times \left( \left\lfloor \frac{D}{Q} \right\rfloor, \left\lfloor \frac{D}{Q} \right\rfloor \right)$$

با توجه به این که در این مدل محدودیت ظرفیت انبار وجود دارد، فرض می‌شود که حداکثر محدودیت انبار برابر  $M$  باشد. چون از هر محدودیت به طور متوالی کالا دریافت می‌شود (به عبارتی هنگامی که محموله عرضه‌کننده  $i$  ام در حال تمام شدن باشد، محموله عرضه‌کننده  $i+1$  ام دریافت می‌شود)، براین اساس اگر محموله دریافتی از هر عرضه‌کننده حداکثر برابر میزان ظرفیت انبار باشد؛ مشکلی وجود نخواهد داشت. در غیراین صورت فرض می‌شود که انبار عمومی قابل اجاره در نزدیکی انبار شرکت وجود دارد و این انبار به ازای هر واحد کالا و مدت زمانی که کالا در انبار اجاره‌ای می‌ماند، هزینه اجاره دریافت می‌کند. فرض دیگر این است که محموله دریافتی از عرضه‌کننده ابتدا به انبار خریدار منتقل و به اندازه فضای انبار، تخلیه صورت می‌گیرد. در صورت وجود کالای مازاد ظرفیت انبار، این میزان کالای مازاد به انبار اجاره‌ای انتقال داده می‌شود. و این میزان کالای مازاد تا زمانی در انبار اجاره‌ای می‌ماند که انبار اصلی (انبار غیر اجاره‌ای- متعلق به خریدار) به اندازه این میزان تخلیه شود. سپس کل این مقدار به انبار اصلی منتقل می‌گردد و برای این مدت زمان، هزینه اجاره انبار پرداخت می‌شود (ورود و خروج به انبار اجاره‌ای به صورت آنی می‌باشد. به عبارتی کل کالای مازاد به انبار اجاره‌ای وارد و به صورت یکجا به انبار اصلی منتقل می‌شود).

اگر میزان دریافتی از هر عرضه‌کننده کمتر از  $M$  باشد ( $Q_i < M$ )، آنگاه هزینه نگهداری به طریقه عادی محاسبه می‌شود و اگر ( $Q_i > M$ ) باشد هزینه نگهداری با اضافه کردن هزینه انبار اجاره‌ای تصحیح می‌شود و به طریق زیر عمل می‌گردد:

اگر  $Q_i < M$  باشد، داریم:

$$\Lambda HC = \frac{1}{2D} \sum_{i=1}^n Y_i Z_i Q_i^2 ch_i \times \left( \left\lfloor \frac{D}{Q} \right\rfloor, \left\lfloor \frac{D}{Q} \right\rfloor \right)$$

در این حالت

$$\left. \begin{array}{l} Z_i = 1, \quad M - Q > 0 \text{ اگر} \\ Z_i = 0, \quad M - Q \leq 0 \text{ اگر} \end{array} \right\}$$

و اگر  $Q_i \geq M$  باشد، داریم:

$$AHC = \frac{1}{D} \sum_{i=1}^n Y_i (1 - Z_i) (Q_i - M)^2 ch'_i \times \left( \left[ \frac{D}{Q} \right], \left[ \frac{D}{Q} \right] \right) +$$

$$\frac{1}{2D} \sum_{i=1}^n Y_i (1 - Z_i) Q_i^2 ch_i \times \left( \left[ \frac{D}{Q} \right], \left[ \frac{D}{Q} \right] \right)$$

و  $ch'_i = h'$

$$\therefore \left. \begin{array}{l} Z_i = 1 \quad \text{اگر } M - Q < 0 \\ Z_i = 0 \quad \text{اگر } M - Q \geq 0 \end{array} \right\} \text{ که در این حالت}$$

بنابراین داریم:

$$AHC = \frac{1}{2D} \sum_{i=1}^n Y_i Z_i Q_i^2 ch_i \times \left( \left[ \frac{D}{Q} \right], \left[ \frac{D}{Q} \right] \right)$$

$$+ \frac{1}{D} \sum_{i=1}^n Y_i (1 - Z_i) (Q_i - M)^2 ch'_i \times \left( \left[ \frac{D}{Q} \right], \left[ \frac{D}{Q} \right] \right)$$

$$+ \frac{1}{2D} \sum_{i=1}^n Y_i (1 - Z_i) Q_i^2 ch_i \times \left( \left[ \frac{D}{Q} \right], \left[ \frac{D}{Q} \right] \right)$$

و بطور خلاصه:

$$AHC = \frac{1}{D} \left( \left[ \frac{D}{Q} \right], \left[ \frac{D}{Q} \right] \right) \times$$

$$\left( \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i Z_i Q_i^2 ch_i + \sum_{i=1}^n Y_i (1 - Z_i) (Q_i - M)^2 ch'_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i (1 - Z_i) Q_i^2 ch_i \right)$$

برای تعریف  $Z_i$  در مدل نیز از محدودیت زیر استفاده می‌نماییم:

$$(M - Q_i)Z_i + (Q_i - M)(1 - Z_i) \geq 0$$

بنابراین تابع هدف عبارت است از:

$$TAPC = \sum_{i=1}^n P_i X_i D + \left( \left[ \frac{D}{Q} \right], \left[ \frac{D}{Q} \right] \right) \times \sum_{i=1}^n A_i Y_i + \frac{1}{D} \left( \left[ \frac{D}{Q} \right], \left[ \frac{D}{Q} \right] \right) \times$$

$$\left( \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i Z_i Q_i^2 ch_i + \sum_{i=1}^n Y_i (1 - Z_i) (Q_i - M)^2 ch'_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i (1 - Z_i) Q_i^2 ch_i \right)$$

### ۳.۲. محدودیت‌ها

از محدودیت‌های مهم این مسأله، ظرفیت عرضه‌کننده، تقاضای خریدار، کیفیت و تحویل به موقع می‌باشد. این محدودیت‌ها به صورت زیر قابل فرموله شدن است:

۱. ۳.۲. محدودیت ظرفیت: در واقع، ظرفیت سالیانه یا حداکثر ظرفیت سالیانه‌هایی که عرضه‌کننده  $i$  ام به خریدار تخصیص می‌دهد باید کمتر یا مساوی  $C_i$  در سال باشد. از این رو داریم:

(تعداد پیوندها در سال)  $\times$  (میزان خریداری شده در هر پیوند) = میزان خریداری شده در سال

بنابراین واحدهای خریداری شده از عرضه‌کننده  $i$  ام در هر سال عبارت است از:

$$X_i Q \times \frac{1}{T} = X_i Q \times \frac{1}{Q} = X_i Q \times \frac{D}{Q}$$

اما با توجه به این که تعداد پیوندها یا تعداد سفارشات در سال باید عددی صحیح باشد، در این صورت داریم:

$$X_i Q \times \left( \left\lceil \frac{D}{Q} \right\rceil, \left\lfloor \frac{D}{Q} \right\rfloor \right) = \text{میزان خریداری شده از عرضه‌کننده } i \text{ ام}$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$Q_i \times \left( \left\lceil \frac{D}{Q} \right\rceil, \left\lfloor \frac{D}{Q} \right\rfloor \right) \leq C_i$$

۲. ۳.۲. محدودیت حداقل سفارش تخصیصی به عرضه‌کنندگان: از طرف دیگر با توجه به هزینه‌های حمل و نقل، برای بیشتر شرکت‌ها از نظر اقتصادی دریافت مواد کمتر از حد تعیین شده‌ی (B) با توجه به هزینه‌های حمل و نقل مقرون به صرفه نیست. بنابراین چنانچه مدل مقداری کمتر از B به یک عرضه‌کننده اختصاص دهد، باید از آن عرضه‌کننده چیزی خریداری نشود. بنابراین داریم:

$$(Q_i - B)Y_i + (B - Q_i)(1 - Y_i) \geq 0$$

۳. ۳.۲. محدودیت تقاضا: از آنجا که تقاضا در هر سال برابر  $D$  و ثابت می‌باشد و همین‌طور، فرض می‌شود که مجموع عرضه‌کنندگان می‌توانند تقاضای خریدار را برآورده سازند، داریم:

$$\sum_{i=1}^n Y_i X_i D = D$$

,

$$\sum_{i=1}^n Y_i X_i = 1$$

و همچنین داریم:

$$Y_i = \begin{cases} 0 & \text{if } X_i = 0 \\ 1 & \text{if } X_i \geq 0 \end{cases}$$

«برای اعمال این محدودیت می‌توان به جای عبارت فوق هر جا که  $X_i$  در محدودیت‌ها داریم  $Y_i$  در آن ضرب شود»

با توجه به این که تقاضا نباید از  $D$  تجاوز نماید و  $Q \times \left( \left[ \frac{D}{Q} \right], \left[ \frac{D}{Q} \right] \right)$  ممکن است مقداری بیش از  $D$  داشته باشد، باید مقدار  $Q$  اصلاح شود، تا حاصل ضرب  $Q \times \left( \left[ \frac{D}{Q} \right], \left[ \frac{D}{Q} \right] \right)$  برابر  $D$  شود. بدین منظور داریم:

$$Q = \frac{D}{\left( \left[ \frac{D}{Q} \right], \left[ \frac{D}{Q} \right] \right)}$$

۳.۲.۴. محدودیت کیفیت تجمیعی (کلی): اگر  $q$  حداقل نرخ قابل قبول کیفی برای خریدار باشد مجموع کالاهای خریداری شده از عرضه کنندگان با درجه کیفی خاص هر کدام باید از  $q$  بیشتر باشد با این فرض که  $q_i$  نرخ کیفی کالای عرضه کننده  $i$ ام باشد و میزان خرید سالانه  $X_i D$  باشد، محدودیت کیفیت به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$\sum_{i=1}^n Y_i X_i D q_i \geq q D$$

$$\sum_{i=1}^n Y_i X_i q_i \geq q$$

### ۳.۳. مدل نهایی

مدل نهایی یک نوع مدل برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط است که بصورت زیر فرموله می‌شود:

$$\text{Min } TAPC = \sum_{i=1}^n P_i X_i D + \left( \left[ \frac{D}{Q} \right], \left[ \frac{D}{Q} \right] \right) \times \sum_{i=1}^n A_i Y_i + \frac{1}{D} \left( \left[ \frac{D}{Q} \right], \left[ \frac{D}{Q} \right] \right) \times \left( \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i Z_i Q_i^2 ch_i + \sum_{i=1}^n Y_i (1 - Z_i) (Q_i - M)^2 ch'_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i (1 - Z_i) Q_i^2 ch_i \right)$$

s.t:

$$Q_i \times \left( \left\lceil \frac{D}{Q} \right\rceil, \left\lfloor \frac{D}{Q} \right\rfloor \right) \leq C_i$$

$$\sum_{i=1}^n Y_i X_i q_i \geq q$$

$$\sum_{i=1}^n Y_i X_i = 1$$

$$(Q_i - B)Y_i + (B - Q_i)(1 - Y_i) \geq 0$$

$$(M - Q_i)Z_i + (Q_i - M)(1 - Z_i) \geq 0$$

$$Q = \frac{D}{\left( \left\lceil \frac{D}{Q} \right\rceil, \left\lfloor \frac{D}{Q} \right\rfloor \right)}$$

$$Q_i = Y_i X_i Q$$

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i$$

$Q \geq 0$ , و عدد صحیح  $Q_i, X_i \geq 0$ ,  $Y_i = 0,1$ ,  $Z_i = 0,1$ ,  $i = 0,1,2,\dots,n$

#### ۴. مطالعه موردی (مثال عددی)

اطلاعات زیر در مورد یکی از شرکت‌های تولیدی در دسترس است که مدیریت شرکت تصمیم گرفته است، هزینه‌های کل خرید یکی از کالاهای استراتژیک را حداقل نماید.

$$B=100 \text{ و } n=6 \text{ و } M=300 \text{ و } d=0/90 \text{ و } q=0/95 \text{ و } h'=70 \text{ و } r=0/24 \text{ و } D=10000$$

سایر اطلاعات مربوط به عرضه کنندگان در جدول شماره ۲ آمده است:

جدول ۲: اطلاعات عرضه کنندگان

عرضه‌کنندگان	قیمت تمام شده ( $p_i$ )	هزینه هر بار سفارش	نرخ کیفیت	ظرفیت	$ch_i$	$ch'_i$
۱	۳۰۰	۳۲۰	۰/۹۲	۱۹۰۰	۷۲	۷۰
۲	۳۱۰	۳۳۰	۰/۹۳	۳۰۰۰	۷۶/۸	۷۰
۳	۳۸۰	۳۰۰	۰/۹۶	۲۶۰۰	۹۶	۷۰
۴	۳۶۰	۳۱۰	۰/۹۴	۲۶۰۰	۸۶/۴	۷۰
۵	۳۹۰	۳۰۰	۰/۹۶	۲۵۰۰	۱۰۸	۷۰
۶	۴۰۰	۲۸۰	۰/۹۸	۳۸۰۰	۱۰۰/۸	۷۰

بنابراین  $Ch_i = h' = 70$  و  $Ch'_i = 0.24P_i$ .

### ۵. حل مدل با رویکرد الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک یک تکنیک جستجو و بهینه‌سازی قوی، با کاربرد وسیع است که بر اساس اصولی از تئوری تکامل بنا نهاده شده است. این تکنیک با توجه به سرعت زیاد و همچنین قابلیت یافتن نقطه بهینه مطلق برای طیف وسیعی از توابع، کاربرد زیادی در مدیریت و مباحث بهینه‌سازی دارد.

اصول اساسی این روش برای اولین بار توسط هالند<sup>(۱۶)</sup> و همکارانش در دانشگاه میشیگان در سال ۱۹۶۲ مطرح شد و در سال‌های بعد توسط پروفیسور گلدبرگ<sup>(۱۷)</sup> در دانشگاه ایلینویز<sup>(۱۸)</sup> گسترش یافت. اهداف اولیه تحقیقاتی گروه‌هالند شامل دو مرحله بود:

۱. تشخیص، تفکیک و توضیح مراحل قابل تطبیق سیستم‌های طبیعی برای سیستم‌های جستجوگر
۲. بهره‌گیری از این اطلاعات در طراحی نرم‌افزارهای سیستم‌های مصنوعی که دربرگیرنده عملکرد سیستم‌های طبیعی باشند.

این الگوریتم مزایای زیادی دارد، برای مثال، محدودیتی نظیر مشتق‌پذیری یا پیوستگی بر تابع بهینه شونده اعمال نمی‌کند. تنها شرط لازم برای تابع مورد بررسی، آن است که مقدار تابع در نقاط مختلف مشخص باشد. از این رو می‌توان از این الگوریتم در مسائل مختلف مانند خطی و غیرخطی، پیوسته یا گسسته و مقید یا بدون قید بهره‌گرفت. توانمندی‌های ویژه این الگوریتم، به کارگیری آن را در یافتن نقاط بهینه توابع، آموزش شبکه‌های عصبی، طراحی کنترل‌کننده‌های فازی، تقسیم‌بندی سیستم‌ها، مسائل NP و ساختمان داده‌ها و ... را تضمین می‌کند.

برای حل مدل نهایی در مطالعه‌ی موردی ارائه شده در این مقاله، عملگرهای مختلفی توسعه داده شده‌اند و برای بررسی کارایی عملگرها نیز آزمایش‌های متعددی روی مسایل با اندازه‌های مختلف انجام گرفته است. ساختار الگوریتم ژنتیک ارائه شده به شرح زیر است.

**الف) کروموزوم:** رشته یا دنباله‌هایی از بیت‌ها که به عنوان شکل کد شده‌ی یک جواب ممکن (مناسب یا نامناسب) از مساله مورد نظر می‌باشد. چنان‌چه از کد گذاری دودویی استفاده شود، هر بیت، یکی از مقادیر صفر و یک را می‌پذیرد. هر کدام از بیت‌های کروموزوم مسأله اخیر، یک جواب بالقوه برای متغیرهای مسأله هستند.

**ب) تابع هدف و برازندگی:** تابع هدف برای تعیین این‌که افراد چگونه در محدوده‌ی مساله ایفای نقش می‌نمایند، مورد استفاده قرار می‌گیرد و تابع برازندگی معمولاً برای تبدیل مقدار تابع هدف به یک مقدار برازندگی وابسته به آن استفاده می‌شود. به عبارت دیگر داریم:

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

بطوری که  $f$  تابع هدف بوده و تابع  $g$  مقدار تابع هدف را به یک عدد غیر منفی تبدیل می‌نماید و  $F$  مقدار برازندگی مورد نظر است. مناسب بودن یا نبودن جواب با مقداری که از تابع برازندگی بدست می‌آید، سنجیده می‌شود. چون مسأله از نوع بهینه سازی می‌باشد، تابع برازش با تابع هدف مسأله یکسان است. بنابراین تابع برازش به شرح زیر خواهد بود:

$$\text{Min } TAPC = \sum_{i=1}^n P_i X_i D + \left( \left[ \frac{D}{Q} \right], \left[ \frac{D}{Q} \right] \right) \times \sum_{i=1}^n A_i Y_i + \frac{1}{D} \left( \left[ \frac{D}{Q} \right], \left[ \frac{D}{Q} \right] \right) \times \left( \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i Z_i Q_i^2 ch_i + \sum_{i=1}^n Y_i (1 - Z_i) (Q_i - M)^2 ch'_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i (1 - Z_i) Q_i^2 ch_i \right)$$

جهت اعمال محدودیت‌های مدل نیز روش‌های مختلفی وجود دارد. در این پژوهش، بس از تولید اعداد تصادفی، مقادیر متغیرهای تصمیم در محدودیت‌های مدل گذاشته می‌شود. چنانچه در محدودیت‌ها صدق کند، تابع هدف محاسبه می‌شود. حال چنانچه مقدار متغیرهای تصمیم در محدودیت‌های مدل صدق نکند، مقدار تابع هدف یک عدد بزرگ برای مثال، ۱۰,۰۰۰,۰۰۰ در نظر گرفته شده است. بدین ترتیب، با توجه به تابع هدف Min، مدل سعی خواهد کرد تا در محدوده‌ی موجه حرکت نماید و جواب اقناع کننده نهایی نیز در محدوده‌ی موجه خواهد بود.

**ج) اندازه جمعیت و تعداد تولید:** تعداد کروموزوم‌ها در هر نسل را اندازه جمعیت می‌گویند. در

این تحقیق، اندازه جمعیت در آزمایش‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته، 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 است.

**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

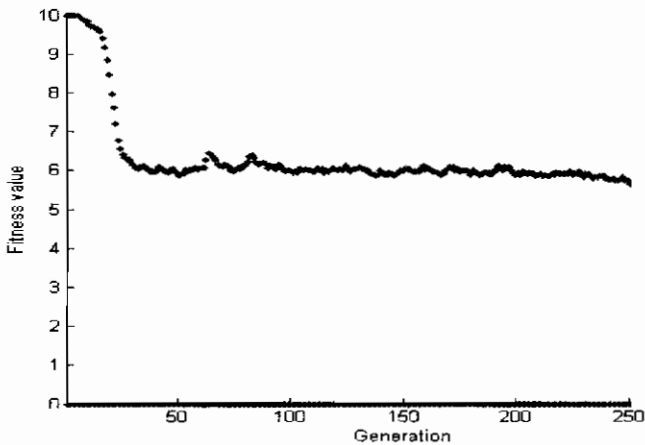
تقاطع می‌باشد. این عملگر مشابه همتای خودش در طبیعت، افراد جدیدی تولید می‌کند که اجزای (زن‌های) آن از والدینش تشکیل می‌شود. در این تحقیق با توجه به این‌که عملگر تقاطع دو نقطه‌ای<sup>(۱۹)</sup> پاسخ مناسب‌تری را ارائه نموده است، از آن استفاده شده است.

**۲. عملگر جهش:** جهش یک فرآیند تصادفی است که در آن محتوای یک زن با زن دیگر جهت

تولید یک ساختار ژنتیک جدید جابگزین می‌شود. عملگر جهش استفاده شده در این تحقیق، عملگر Gaussian است که با تغییر نسبت‌های مختلف آن، نسبت ۱ انتخاب شده است. عملگر جهش Gaussian یک عدد تصادفی از تابع توزیع Gaussian با میانگین صفر به هر ورودی بردار والد اضافه می‌کند. واریانس این توزیع، به وسیله پارامترهای مقیاس و جمع‌شوندگی<sup>(۲۰)</sup> تنظیم می‌شود که در این

تحقیق با تغییرات متوالی این متغیرها، مقیاس ۲ و جمع شوندگی ۱ انتخاب شده است (فقیه و هنرور، ۱۳۸۳؛ سینریچ و سا ماخ، ۱۹۹۹).

خروجی الگوریتم ژنتیک برای تمام متغیرها با اندازه جامعه ۵۰۰۰، تعداد تکرار (تعداد نسل) ۲۵۰، عملگر جهش Gaussian، عملگر تقاطع دو نقطه‌ای در ستون دوم جدول شماره ۳ ارائه شده است. نمودار بهبود مقدار تابع برازش در نسل‌های متوالی نیز در نمودار شماره ۳ نشان داده شده است.



نمودار ۲: نمودار بهبود مقدار تابع برازش در نسل‌های متوالی ایجاد شده

یکی دیگر از روش‌های حل مدل‌های غیرخطی، استفاده از ابزار جستجوی الگو<sup>(۲۱)</sup> می‌باشد. در این روش نیز بر اساس یک روش ابتکاری ویژه، بهترین جواب اقناع‌کننده در منطقه موجه مورد بررسی قرار می‌گیرد. مدل ارایه شده در این تحقیق با استفاده از ابزار جستجوی الگو مورد بررسی قرار گرفته است و روش ابتکاری مورد استفاده در جستجوی الگو، Nelder - Mead است. خروجی مدل با استفاده از روش‌های الگوریتم ژنتیک و جستجوی الگو در جدول ۳ ارایه شده است.

جدول ۳: خروجی الگوریتم ژنتیک و جستجوی الگو

جستجوی الگو	الگوریتم ژنتیک	متغیرها
۲,۰۰۰	۲,۰۰۰	Q
۵	۵	$\left( \left[ \frac{D}{Q} \right], \left[ \frac{D}{Q} \right] \right)$
۰	۰/۱۸۰۴	X <sub>1</sub>
۰/۲۶۶۱	۰/۲۸۷۵	X <sub>2</sub>



۰/۲۵۴۶	۰/۱۳۳۲	$X_3$
۰/۲۶	۰/۰۵۴۵	$X_4$
۰/۰۶۳۸	۰	$X_5$
۰/۱۵۵۵	۰/۳۴۴۴	$X_6$
۰	۳۶۰/۸	$Q_1$
۵۳۲/۲	۵۷۵	$Q_2$
۵۰۹/۲	۲۶۶/۴	$Q_3$
۵۲۰	۱۰۹	$Q_4$
۱۲۷/۶	۰	$Q_5$
۳۱۱	۶۸۸/۸	$Q_6$
۳,۶۱۱,۶۱۵/۴۵	۳,۵۲۵,۵۴۳/۷۹	مقدار تابع هدف

با توجه به این که مدل این تحقیق به صورت Min است، بنابراین روش الگوریتم ژنتیک جواب بهتری ارائه نموده است و می‌توان از آن، جهت تعیین مقادیر متغیرهای تصمیم به شرح جدول ۳ استفاده نمود.

### ۶. نتیجه‌گیری

با افزایش اهمیت وظیفه خرید و تدارکات، تصمیمات خرید مهمتر شده است. از آنجا که امروزه سازمان‌ها بیشتر به عرضه کنندگان وابسته شده‌اند، پیامدهای مستقیم و غیرمستقیم تصمیم‌گیری ضعیف، خود را نامناسب نشان می‌دهد. از طرفی اهمیت روزافزون کنترل موجودی و ارتباط نزدیک آن با قیمت تمام شده محصول خریداری شده از عرضه‌کنندگان مختلف و استراتژیکی بودن بحث مدیریت ارتباط با تأمین کنندگان، لزوم ارائه‌ی مدل‌هایی که بتوانند به مدیران در تصمیم‌گیری‌های درست کمک نمایند، احساس می‌شود.

در این تحقیق، مدلی برای تخصیص سفارش به تأمین کنندگان در شرایط منبع‌یابی چندگانه که تابع هدف آن حداقل‌سازی هزینه‌های کل لجستیک بوده و محدودیت‌های خریدار و محدودیت‌های عرضه‌کنندگان را در نظر می‌گیرد، ارائه شده است. این مدل نسبت به مدل‌های که از قبل ارائه شده در حالت منبع‌یابی چندگانه که تعداد آن‌ها اندک است، شامل مباحث جدیدی چون عدد صحیح بودن تعداد سفارش‌ها در سال (با کمک مفهوم جزء صحیح)، محدودیت فضای انبار و محدودیت حداقل مقدار خرید از هر عرضه‌کننده می‌باشد. بنابراین مدل نامبرده نسبت به مدل‌های قبلی کاملتر، به دنیای واقعی نزدیکتر و کاربردی‌تر می‌باشد. همچنین مدل ارائه شده تنها به بحث انتخاب عرضه‌کننده نپرداخته، بحث کنترل موجودی را به صورت جدی در نظر می‌گیرد. در واقع تاکنون مدل‌های کنترل موجودی

بسیاری در ادبیات موضوعی ارائه و گسترش داده شده‌اند، اما با ورود بحث زنجیره‌ی تأمین و انتخاب تأمین‌کننده‌ی مدل‌های کنترل موجودی بدون توجه به ویژگی‌های تأمین‌کنندگان، دست کم در بسیاری موارد مفید نبوده است در حالی که مدل ارائه شده در این تحقیق از این عیب به دور است.

با توجه به ماهیت غیرخطی و پیچیده بودن مدل، مطالعه‌ی موردی این تحقیق به وسیله الگوریتم ژنتیک و روش جستجوی الگو حل شده است. نتایج تحقیق نشان دهنده‌ی آن است که الگوریتم ژنتیک نسبت به روش جستجوی الگو از توانایی‌های بالاتری در حل مدل برخوردار است.

به طور کلی ویژگی‌های بارز مدل ارائه شده عبارتند از:

۱. مدل‌های غیرخطی با ماهیت دنیای واقعی بیشتر هم‌خوانی دارد. به عبارتی ماهیت روابط بین متغیرها در دنیای واقعی، غیرخطی است و استفاده از مدل‌های خطی تنها برای ساده‌سازی و رسیدن به جواب‌های بهتر است. بنابراین مدل ارائه شده در این پژوهش که از نوع غیرخطی است نسبت به مدل‌های خطی از این دست با دنیای واقعی و روابط بین متغیرهای آن هم‌خوانی بیشتری دارد و این، ویژگی بارز و بسیار مهم مدل ارائه شده است.

۲. این مدل می‌تواند شاخص‌های چندگانه مانند هزینه، کیفیت و ... را در مسائل انتخاب تأمین‌کننده در نظر داشته باشد.

۳. این مدل هزینه کل لجستیک را مورد توجه قرار می‌دهد.

۴. می‌تواند به محاسبه مقدار اقتصادی سفارش ( $Q^*$ ) در هر دو حالت منبع‌یابی چندگانه و منبع‌یابی ویژه در حالت‌های با محدودیت و بدون محدودیت پردازد.

۵. مدل ارائه شده به مدیریت امکان می‌دهد تا از استراتژی‌های شرکت در فعالیت تأمین مواد استفاده کند.

۶. مدل می‌تواند برنامه‌ی زمان‌بندی را ارائه دهد که به خریدار نشان دهد در چه موقع و به چه مقدار باید از هر تأمین‌کننده خریداری کند.

۷. مدل می‌تواند شمار سفارش صحیح را در سال نشان دهد. این مدل بسیار به دنیای واقعی نزدیک و کاربردی است و از عمل گرد کردن تعداد سفارشات پس از حل مدل که در اکثر مدل‌های موجود دیده می‌شود و عملی نادرست است، دوری می‌کند.

۸. محدودیت فضای انبار را در نظر می‌گیرد و حتی اگر محدودیت فضای انبار هم وجود نداشته باشد مدل، باز هم توانمند است چرا که در این حالت می‌توان مقدار  $M$  را  $+\infty$  یا عددی بسیار بزرگ در نظر گرفت و مسأله را حل کرد. این نمونه‌ای از انعطاف‌پذیری بالای مدل است.

۹. مدل کمترین میزان سفارش (خرید) از هر عرضه‌کننده را در نظر گرفته، با این شرط به انتخاب تأمین‌کننده می‌پردازد. در واقع این مسأله از بحث‌های بسیار مهم در مبادلات تجاری بین خریدار و فروشنده است و در دنیای واقعی نیاز است که رعایت شود، در نظر داشتن این مطلب، مدل

ارائه شده را به دنیای واقعی بسیار نزدیک نموده است.  
۱۰. بطور کلی قابلیت انعطاف‌پذیری مدل بسیار بالا است.

### یادداشت‌ها

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| 1. Purchasing department                | 2. Supply Chain Management       |
| 3. Kumar                                | 4. Basnet, Leang                 |
| 5. Verma, Pullman                       | 6. experimental                  |
| 7. Benton                               | 8. Multiple items                |
| 9. Hong, Hayya                          | 10. Ghodsypour, O'Brien          |
| 11. Total Annual Purchasing Cost (TAPC) | 12. Annual Purchasing Cost (APC) |
| 13. Annual Ordering Cost (AOC)          | 14. Annual Holding Cost (AHC)    |
| 15. Total Holding Cost Per Period       | 16. Holland                      |
| 17. Goldberg                            | 18. Illinois                     |
| 19. Two Point                           | 20. shrink                       |
| 21. Pattern search                      |                                  |

### منابع

الف. فارسی

فقیه، نظام‌الدین و هنرور، علی. (۱۳۸۳). کاربرد الگوریتم ژنتیک در برنامه‌ریزی بازرسی‌های پیشگیرانه، انتشارات نسیم حیات.

ب. انگلیسی

Ghodsypour, S. H. and O'Brien, C. (1998). *A Decision Support System for Supplier Selection Using an Integrated Analytic Hierarchy Process and Linear Programming*. **International Journal of Production Economics**, 56-57, 199-212.

Ghodsypour, S. H. and O'Brien, C. (2001). *The Total Cost of Logistics in Supplier Selection, Under Conditions of Multiple Sourcing, Multiple Criteria and Capacity Constraint*. **International Journal of Production Economics**, 73, 15-27.

Zhang, Zh., Lei, J., Cao, N., To, K. Ng. and Keng, Po. (2004). *Evaluation of Supplier Selection Criteria and Methods*. (www.google.com). 1-19.

Lee, E. K., Ha, S. and Kim, S. K. (2001), *Supplier Selection and Management System Considering in Supply Chain Management*. **IEEE Transaction on Engineering Management**. 48 (3), 307-318.

Kumar, M., Vrat, P. and Shankar, R. (2004). *A Fuzzy Goal Programming Approach for Vendor Selection Problem in a Supply Chain*. **Computers & Industrial Engineering**. 46, 69.58.

Basnet, Ch. and Leang, J. M. Y. (2005). *Inventory Lot- Sizing with Supplier Selection*. **Computers & Operations Research**. 32, 1-14.

Verma, R. and Pullman, M. E., (1998). *Analysis of the Supplier Selection Process, Omega*. **International Journal Mgmt Sci**. 6, 739-750.

Benton, W. C. (1991). *Quantity Discount Decision under Conditions of Multiple Items, Multiple Suppliers and Resource Limitation*. **International Journal of Production Economics**. 27, 1953-1961.

Hong, J. D. and Hayya, Jc. (1992). *Just-in Time Purchasing Single or Multiple Sourcing?* **International Journal of Production Economics**. 27, 175-181.

Chodsypour, S. H., O'Brien, C. (1997). *A Decision Support System for Reducing the Number of Suppliers and Managing the Supplier Partnership in A JIT/TQM Environmaent*. **The Proceeding of 3rd International Symposium on Logistics**. University of Padua, Italy.

Ching, ching-Ter. (2004). *A Linearization Approach for Inventory Models with Variable Lead Time*. **International Journal of Production Economics**. (Article in Press & Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)).

Sinriech, D. and Samakh, E. (1999). *A Genetic Approach to the Pick up / Delivery Station Location Problem in Segmented Flow Based Material Handling Systems*. **Journal of Manufacturing Systems**. 18 (2), 81-99.