فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال دوازدهم، شماره ۳۴ پاییز ۹۳
صفحات ۸۸ - ۶۳

یک مدل برنامه‌ریزی دو هدفه برای یک سیستم تولید- توزیع یکپارچه و حل با استفاده از الگوریتم ژنتیک رتبه‌ای

ساسان خلیفه زاده *، مهدی سیف برقی **

(تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۲- تاریخ پذیرش: ۹۳/۱/۳۰)

چکیده

هدف این مقاله، ارایه یک سیستم تولید- توزیع یکپارچه با مراکز تولید و مراکز توزیع چندگانه در حالت مجاز بودن کمبود است. برای جابجایی محصولات، چند نوع سیستم حمل با قابلیت اطمینان متفاوت در نظر گرفته شده است. مدل پیشنهادی، یک مدل عدد صحیح ترکیبیاتی دو هدفه است. تابع هدف اول، کمینه سازی هزینه سیستم و تابع هدف دوم بیشینه سازی قابلیت اطمینان در حمل و نقل محصولات است. در مدل پیشنهادی، با افزایش اندازه مسائل، زمان حل بسیار افزایش یافته و روش های دقیق در یک زمان معقول، جواب موجهی ارایه نداده اند، به همین دلیل از الگوریتم های فراابتکاری استفاده می شود. در این مقاله، یک الگوریتم ابتکاری بر پایه الگوریتم ژنتیک بنام الگوریتم ژنتیک رتبه ای ارایه شده است. در این روش چند نوع عملگر تقاطع استفاده می شود و پس از بکارگیری آن ها در حل مدل، آن ها از جمعیتی به جمعیت دیگر رتبه بندی می شوند و عملگرهای بهتر، شانس بیشتری در ایجاد جواب های جمعیت بعد دارند. این دو الگوریتم در حل مدل پیشنهادی استفاده شده و نتایج بدست آمده نشان می دهد که الگوریتم ژنتیک رتبه ای نسبت به الگوریتم ژنتیک کلاسیک به خصوص در مثال های بزرگ به جواب های بهتری می رسد.

واژگان کلیدی: زنجیره تأمین، مجاز بودن کمبود، قابلیت اطمینان، الگوریتم ژنتیک رتبه‌ای

---

* دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، باشگاه پژوهشگران جوان، کرج، ایران
sasan_kh19@yahoo.com

** دانشیار دانشگاه الزهرا، دانشکده فنی و مهندسی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)
M.Seifbarghy@alzahra.ac.ir

مقدمه

مدیریت زنجیره تأمین بدلیل مشخصه های بازار رقابتی امروز مانند تنوع طراحی، سرعت ساخت و روش توزیع محصولات، افزایش سطح خدمت، افزایش کارایی و کاهش هزینه ها، در شرکت ها اهمیت زیادی یافته است. از مهمترین اهداف مدیریت زنجیره تأمین، یکپارچه سازی تصمیمات در بخش های مختلف سیستم مانند برون سپاری، برنامه ریزی تولید، موجودی و مدیریت توزیع است که تمرکز روی این عوامل باعث بهینه سازی کل هزینه های سیستم می شود (سیمچی-لوی[1] و همکاران، ۲۰۰۴). ارایه یک مدل کلی برای یک زنجیره تأمین که تمام بخش ها و حلقه های زنجیره را پوشش دهد، بسیار دشوار است. به همین دلیل، در هر یک از مدل های ارایه شده قسمتی از شبکه زنجیره تأمین مورد توجه بوده است.

یکپارچه سازی حلقه های تولید- توزیع، از جمله مهمترین مسئله های بهینه سازی در شبکه زنجیره تأمین است. برخی مسئله های طراحی سیستم های تولید-توزیع[2] (PDSD) شبکه های دو مرحله ای هستند که بخش های تولید، توزیع و مشتریان را در نظر می گیرند، در حالی که برخی دیگر شبکه های سه مرحله ای هستند که بخش تأمین (فراهم کننده مواد اولیه) را نیز در نظر می گیرند. برخی تحقیقات مربوط به طراحی سیستم های تولید-توزیع، به مکان یابی تسهیلات پرداخته و سایر تحقیقات در این زمینه، با فرض مشخص بودن مکان تمامی تسهیلات، به بهینه سازی هزینه های تولید و توزیع می پردازند (کسکین و آستر[3]، ۲۰۰۷).

آلیو[4] و همکاران (۲۰۰۷)، یک مدل برنامه ریزی یکپارچه تولید- توزیع فازی در حالت چند محصولی و چند دوره ای با در نظر گرفتن رابطه بین تقاضای بازار و سود ارایه کرده اند. پاخارل[5] (۲۰۰۸)، یک سیستم تک دوره ای و تک محصولی در حالت چند تأمین کننده، یک متاثرکننده، چند مرکز توزیع و چند خرده فروش با دو هدف کمینه سازی هزینه سیستم و بیشینه

[1] Simchi-Levi
[2] Production Distribution Systems Design (PDSD)
[3] Keskin and Uster
[4] Aliev
[5] Pokharel

سازی قابلیت اطمینان ارایه داده است. بودیا و پرینس[1] (۲۰۰۹)، یک سیستم تولید- توزیع در حالت چند محصولی و چند دوره ای با هدف کمینه سازی هزینه های آماده سازی، موجودی و توزیع را مورد مطالعه قرار داده است. کاظمی[2] و همکاران (۲۰۰۹)، یک سیستم تولید- توزیع را با حلقه های تأمین، تولید، منتاژ، توزیع و مشتری در نظر گرفته اند. در حل این سیستم، یک الگوریتم ژنتیک با رویکردی سیستمی پیشنهاد داده اند.

ساکال[3] (۲۰۱۰)، یک سیستم تولید- توزیع با چند مرکز تولید، چند مرکز توزیع، در حالت چند محصولی و چند دوره ای را در نظر گرفته و یک مدل برنامه ریزی خطی برای مسئله طراحی کرده است. جولایی[4] و همکاران (۲۰۱۰)، یک سیستم تولید- توزیع با چند مرکز تولید و چند مرکز توزیع را در حالت چند محصولی ارایه داده اند. یک مدل چند هدفه فازی برای این سیستم طراحی کرده و با بکارگیری یک روش الگوریتم ژنتیک ابتکاری این مدل را حل کرده اند. آرمنتانو[5] و همکاران (۲۰۱۱)، یک سیستم تولید- توزیع با یک مرکز تولید با محدودیت ظرفیت و چند مرکز توزیع و در حالت چند محصولی و چند دوره ای مطرح کرده اند. یک مدل ریاضی با هدف کمینه سازی هزینه های موجودی و تولید طراحی کرده اند. آرچتی[6] و همکاران (۲۰۱۱)، یک سیستم تولید- توزیع، با یک تولید کننده و یک محصول در نظر گرفته اند. این محصول با وسایل نقلیه سریع بین خرده فروشان موجود توزیع می شوند.

آموریم[7] و همکاران (۲۰۱۲)، یک مدل برنامه ریزی چند هدفه تولید- توزیع در حالتی که محصولات فسادپذیر هستند، ارایه داده اند. در مدل پیشنهادی آن ها، کمینه سازی هزینه کل و میزان تازگی محصولات در هنگام تحویل، مورد نظر قرار گرفته و طی مثال هایی این دو هدف با هم مقایسه شده‌اند. لیونگ و ژی-لانگ[8] (۲۰۱۳)، یک مسأله برنامه ریزی

[1] Boudia and Prins
[2] Kazemi
[3] Sakall
[4] Jolai
[5] Armentano
[6] Archetti
[7] Amorim
[8] Leung and Zhi-Long

تولید- توزیع یکپارچه در نظر گرفته اند. در مسأله مورد بررسی آن ها، مجموعه ای از سفارشات داده می شود و آنگاه کل این سفارشات باید با تعداد محدودی وسیله حمل به مشتریان تحویل داده شوند. الگوریتم هایی برای کمینه سازی حداکثر تأخیرات در تحویل سفارشات و کمینه سازی تعداد وسایل حمل برای تأمین سفارشات ارایه داده‌اند. وارتانان[1] و همکاران (۲۰۱۳)، یک مدل برنامه ریزی خطی عدد صحیح ترکیبیاتی چند دوره ای با چند محصول و چند تولید کننده مطرح کرده اند. اهداف مدل پیشنهادی آن ها، کاهش هزینه کل و کمینه سازی تغییر سطوح کار و زمان بیکاری است. برای حل مسائل سخت تولید- توزیع، یک روش AHP جدید برپایه الگوریتم ابتکاری بهینه سازی توده ذرات گسسته (DPSO) ارایه داده اند.

فهیم نیا[2] و همکاران (۲۰۱۳)، یک مرور جامع روی مسائل بهینه سازی و برنامه ریزی مدل های تولید توزیع پرداخته اند. در مقاله آن ها، مدل های تولید-توزیع با توجه به میزان پیچیدگی آن ها به هفت دسته تقسیم شده اند. مشخصات اصلی هر مدل در هر دسته را در قالب جدول هایی ارایه داده اند. در آخر، حوزه های بررسی نشده موضوع تولید-توزیع و تحقیقات آتی در این زمینه را پیشنهاد داده‌اند. لی و کیم[3] (۲۰۱۴)، یک مدل تولید-توزیع یکپارچه برای تعیین سیاست بهینه برای اقلام معیوب و روبه فساد تحت سیستم فروشنده واحد و خریدار واحد ارایه داده اند. هدف مدل پیشنهادی آن‌ها بیشینه‌سازی سود زنجیره تأمین با یافتن مقدار بهینه تحویل است. با مطرح کردن مثال های عددی و تحلیل حساسیت مدل پیشنهادی، به بررسی مدل پرداخته‌اند.

در بسیاری از سیستم‌ها، بدلیل عوامل مختلفی مانند بالا بودن هزینه های ثابت حمل و نقل، طولانی بودن زمان‌های آماده‌سازی برای تولید محصولات مختلف و محدودیت ظرفیت تولید کارخانجات، تأمین تقاضای مشتریان در برخی دوره ها ممکن است با تأخیر

[1] Varthanan
[2] Fahimnia
[3] Lee and Kim

مواجه شود. در این حالت، مواجه با کمبود در تأمین تقاضاها به مدل اضافه می شود. بسیاری از محققان، سیستم های تولید- توزیع را با فرض غیر مجاز بودن کمبود مدل سازی کرده‌اند.

هدف این مقاله ارایه یک سیستم تولید- توزیع یکپارچه دو هدفه با چند مرکز تولید و چند مرکز توزیع در حالت چند محصولی و چند دوره ای است. در این سیستم، مواجه با کمبود به صورت پس افت مجاز است. در این سیستم، مشتریان اولویت بندی می شوند، بطوری که در هر دوره ابتدا تقاضای مشتریان با اولویت بالاتر تأمین می شود. چند نوع سیستم حمل در نظر گرفته شده، بطوری که هر سیستم قابلیت اطمینان متفاوتی دارد و مسیرهای مختلف نیز دارای قابلیت اطمینان متفاوت هستند.

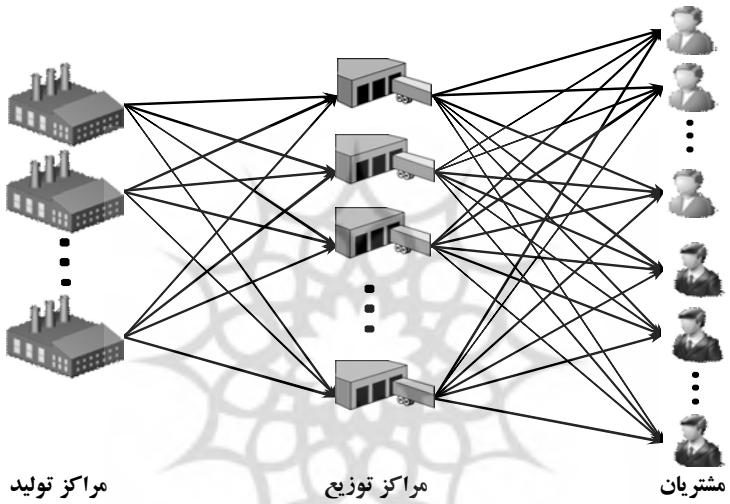
بیان مسأله

فرض کنید که چند کارخانه تولید کننده موجود است. هر کارخانه می تواند محصولات خود را به هر مرکز توزیع بفرستد. ظرفیت هر مرکز توزیع محدود فرض می شود. ظرفیت انبارهای مراکز توزیع با توجه به حجم محصولات، تخمین زده می شود. مشتریان به دو نوع تقسیم می شوند: مشتریان با اولویت اول و مشتریان با اولویت دوم. تقاضای مشتریان اولویت اول با سطح خدمت بالاتری نسبت به مشتریان اولویت دوم، برآورده می‌شود. همه تقاضاها در پایان دوره آخر باید برآورده شده باشند. برای برآورده‌سازی تقاضای مشتریان، محصولات از هر کارخانه به هر مرکز توزیع و همچنین از هر مرکز توزیع به هر مشتری ارسال می‌شوند.

چند نوع سیستم حمل وجود دارد. هر سیستم حمل، با توجه به سوابق آن از نظر عواملی چون زمان تحویل، میزان خسارت محصولات، تحویل محصولات در مکان صحیح و نوع بیمه، مورد ارزیابی قرار می گیرد و برای هر سیستم حمل، یک قابلیت اطمینان در نظر گرفته می شود. قابلیت اطمینان هر سیستم حمل، رابطه مستقیم با هزینه ثابت و متغیر آن سیستم حمل دارد. همچنین به هر مسیر با توجه به سوابق آن از لحاظ تعداد تصادفات، یک قابلیت اطمینان اختصاص می یابد. با ترکیب قابلیت اطمینان هر سیستم حمل و قابلیت اطمینان هر

مسیر، میزان قابلیت اطمینان هرسیستم حمل در هر مسیر بدست می آید. مدل بکارگرفته شده در این مقاله، توسعه یافته مدل ارایه شده پاخارل (۲۰۰۸)، است، به طوری که وی در مدل خود، یک سیستم تک دوره ای وتک محصولی با یک نوع سیستم حمل درنظرگرفته است. سیستم مطرح شده در این مقاله، یک نوع شبکه زنجیره تأمین دو مرحله‌ای است و شکل ۱ نمای کلی از این سیستم را نشان می‌دهد.

شکل ۱-شبکه زنجیره تأمین دو مرحله ای



فرض ها

- هزینه هر واحد کمبود با توجه به نوع مشتری متفاوت است.
- ظرفیت مراکز توزیع محدود است.
- در هر مسیر و در هر دوره باید از یک سیستم حمل ثابت استفاده شود.

اندیس ها

i: مراکز تولید $(i = ۱،۲،۳,\ldots,I)$

j: مراکز توزیع $(j = ۱،۲،۳،\ldots,J)$

k: مشتریان $(k = ۱،۲،۳,\ldots,K)$

p: محصولات $(p = ۱،۲،۳,\ldots,P)$

t: دوره ها $(t = ۱،۲،۳,\ldots,T)$

m: نوع وسایل حمل و نقل $(m = ۱،۲،۳,\ldots,M)$

پارامترها

PC_{pit}: هزینه تولید هر واحد محصول نوع p توسط کارخانه i در دوره t

AT_{pi}: زمان آماده سازی برای تولید محصول نوع p توسط کارخانه i

PT_{pi}: زمان تولید هر واحد محصول نوع p توسط کارخانه i

$Maxt_{it}$: کل زمان در دسترس کارخانه i در دوره t

$CTCX_{ij}^{m}$: هزینه ثابت حرکت کامیون نوع m از کارخانه i به مرکز توزیع j

$CTVX_{pij}^{m}$: هزینه حمل هر واحد محصول p با کامیون نوع m از کارخانه i به مرکز توزیع j

$CTCY_{jk}^{m}$:هزینه ثابت حرکت کامیون نوع m از مرکز توزیع j به مشتری k

$CTVY_{pjk}^{m}$:هزینه حمل هر واحد محصول p با کامیون نوع m از مرکز توزیع j به مشتری k

V_{p}: حجم هر واحد محصول نوع p

HY_{pj}:هزینه نگهداری پایان دوره هر واحد محصول p در مرکز توزیع j

dem_{pkt}:تقاضای مشتری k از محصول p در دوره t

AC_{pi}: هزینه آماده سازی برای تولید محصول p توسط کارخانه i

CS_{pk}:هزینه مواجه با هر واحد کمبود محصول p در تأمین تقاضای مشتری k

$CAPJ_{j}$: ظرفیت مرکز توزیع j ام

$CAPT$: ظرفیت هر کامیون بر حسب حجم محصولات

RAI_{ij}^{m}:قابلیت اطمینان سیستم حمل و نقل نوع m در مسیر i به j

RAJ_{jk}^{m} : قابلیت اطمینان سیستم حمل و نقل نوع m در مسیر j به k

R :یک عدد بزرگ

متغیر های تصمیم

PB_{pit} : تعداد تولید از محصول p توسط کارخانه i در دوره t

PX_{pijt}^{m} :تعداد محصول p ارسالی با سیستم نوع m از کارخانه i به مرکز توزیع j در دوره t

PY_{pjkt}^{m} :تعداد محصول p ارسالی با سیستم نوع m از مرکز توزیع j به مشتری k در دوره t

IY_{pjt} : میزان موجودی آخر دوره t از محصول p در مرکز توزیع j

Sh_{pkt}: میزان کمبود بصورت پس‌افت از محصول p برای مشتری k در دوره t

X_{pit} : اگر محصول p در کارخانه i در دوره t تولید شود، یک و در غیر این صورت صفر است.

ZX_{ijt}^{m} : تعداد دفعات حرکت کامیون سیستم نوع m در دوره t از کارخانه i به مرکز توزیع j

ZY_{jkt}^{m} : تعداد دفعات حرکت کامیونسیستم نوع m در دوره t از مرکز توزیع j به مشتری k

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

مدل پیشنهادی

$$Min\ Z_1 = \sum_{\forall p}\sum_{\forall i}\sum_{\forall t}\left(PC_{pit}\ .PB_{pit} + AC_{pi}\ .X_{pit}\right) + \sum_{\forall m}\sum_{\forall i}\sum_{\forall j}\sum_{\forall t}\left(CTCX_{ij}^{\ m}.ZX_{ijt}^{\ m}\right)$$

$$+\sum_{\forall p}\sum_{\forall j}\sum_{\forall t}\left(HY_{pj}.IY_{pjt}\right)$$
$$+\sum_{\forall m}\sum_{\forall p}\sum_{\forall i}\sum_{\forall j}\sum_{\forall t}\left(CTVX_{pij}^{m}.PX_{pijt}^{m}\right)$$
$$+\sum_{\forall m}\sum_{\forall j}\sum_{\forall k}\sum_{\forall t}\left(CTCY_{jk}^{m}.ZY_{jkt}^{m}\right) \quad (۱)$$
$$+\sum_{\forall m}\sum_{\forall p}\sum_{\forall j}\sum_{\forall k}\sum_{\forall t}\left(CTVY_{pjk}^{m}.PY_{pjkt}^{m}\right)$$
$$+\sum_{\forall p}\sum_{\forall k}\sum_{\forall t}\left(CS_{pk}.Sh_{pkt}\right)$$

$$Max\ Z_{۲}=\sum_{\forall m}\sum_{\forall p}\sum_{\forall i}\sum_{\forall j}\sum_{\forall t}\left(RAI_{ij}^{m}.PX_{pijt}^{m}\right)+\sum_{\forall m}\sum_{\forall p}\sum_{\forall j}\sum_{\forall k}\sum_{\forall t}\left(RAJ_{jk}^{m}.PY_{pjkt}^{m}\right) \quad (۲)$$

:Subject to

$$\sum_{\forall p}\left(AT_{pi}+PT_{pi}.PB_{pit}\right).X_{pit}\le Maxt_{it}\ ,\ \forall i,t \quad (۳)$$

$$\sum_{\forall m}\sum_{\forall j}PX_{pijt}^{m}=PB_{pit}\ ,\ \forall p,i,t \quad (۴)$$

$$IY_{pj(t-1)}+\sum_{\forall m}\sum_{\forall i}PX_{pijt}^{m}-IY_{pjt}-\sum_{\forall m}\sum_{\forall k}PY_{pjkt}^{m}=0\ ,\ \forall p,j,t \quad (۵)$$

$$\sum_{\forall p}IY_{pjt}.V_{p}\le CAPJ_{j}\ ,\ \forall j,t \quad (۶)$$

$$PB_{pit}\le R.X_{pit}\ ,\ \forall p,i,t \quad (۷)$$

$$\sum_{\forall p}\left(V_{p}.PX_{pijt}^{m}\right)\le CAPT.ZX_{ijt}^{m}\ ,\ \forall m,i,j,t \quad (۸)$$

$$\sum_{\forall p}\left(V_{p}.PY_{pjkt}^{m}\right)\le CAPT.ZY_{jkt}^{m}\ ,\forall m,j,k,t \quad (۹)$$

$$Sh_{pkt}-Sh_{pk(t-1)}-dem_{pkt}+\sum_{\forall m}\sum_{\forall j}\left(PY_{pjkt}^{m}\right)=0\ ,\ \forall p,k,t \quad (۱۰)$$

$$\sum_{\forall m}\sum_{\forall j}\left(PY_{pjkT}^{m}\right)-Sh_{pk(T-1)}=dem_{pkT}\ ,\ \forall p,k \quad (۱۱)$$

$$X_{pit}\in\{۰,۱\} \quad (۱۲)$$

تابع هدف (۱)، کمینه سازی هزینه کل است که شامل هزینه تولید، آماده سازی، نگهداری، حمل و کمبود است. تابع هدف (۲)، بیشینه سازی قابلیت اطمینان در حمل محصولات از هر کارخانه به هر مرکز توزیع و از هر مرکز توزیع به هر مشتری است.

محدودیت (۳) کنترل زمان تولید و آماده سازی در هر دوره نسبت به کل زمان در دسترس است. محدودیت (۴) نشان می دهد که هرکارخانه در هر دوره، همه محصولات تولیدی خود را به مراکز توزیع مختلف می فرستد. محدودیت (۵) معادله توازن موجودی هر مرکز توزیع است. محدودیت (۶) مقدار موجودی انتهای دوره هر مرکز توزیع را کنترل می کند. محدودیت (۷) مقدار تولید هر محصول توسط هر کارخانه را کنترل می کند. محدودیت های (۸) و (۹) مقدار ظرفیت هر سیستم حمل را کنترل می کنند.

محدودیت (۱۰) مقدار مواجه با کمبود هر مشتری ازهر محصول را نشان می دهد. محدودیت (۱۱) نشان می دهد که تمام تقاضاها باید در پایان دوره آخر برآورده شود. محدودیت (۱۲) نیز متغیر صفر و یک است.

روش حل

در مسائلی که برای مدل پیشنهادی در نظر گرفته می شود، با افزایش اندازه مسأله، زمان حل به شدت افزایش می یابد، به طوری که مسائل بزرگ در این مدل را نمی توان در زمان معقولی با استفاده از روش های دقیق به جواب رساند. ثابت شده است که این گونه مسائل NP-hard[1] هستند (پارک[2] و همکاران، ۲۰۰۷). معمولاً برای حل این گونه مسأله ها، از روش های فراابتکاری یا ابتکاری استفاده می‌شود. در این مقاله، یک الگوریتم ابتکاری پیشنهادی بر پایه الگوریتم ژنتیک ارایه نموده و با استفاده از آن به حل مدل می‌پردازیم.

[1] NP-hard: Non-deterministic Polynomial-time hard
[2] Park

روش LP- متریک

برای مسائل چند هدفه، تکنیک های مختلفی مانند لکسیکوگرافی[1]، وزن دهی[2] و LP- متریک[3] برای تک هدفه سازی وجود دارد. در این مقاله، ما روش LP- متریک را برای تک هدفه سازی مدل بکار می بریم، زیرا این روش یکی از روش های معروف و مناسب در بین روش های موجود است (مزده[4] و همکاران، ۲۰۱۰ و میرزاپور[5] و همکاران، ۲۰۱۱). روش LP- متریک روی کمینه سازی انحراف هر تابع هدف نسبت به مقدار بهینه آن تمرکز دارد. در این روش مقدار بهینه هر تابع هدف را بدست آورده و در معادله ۱۳ جایگذاری می کنیم.

$$LP = \left[\sum_{j=1}^{k} \gamma_j \left(\frac{f_j^* - f_j}{f_j^*} \right)^p \right]^{\frac{1}{p}} \qquad (۱۳)$$

f_j و γ_j به ترتیب مقدار و وزن تابع هدف jام هستند. p یک پارامتر کنترلی با مقدار صحیح بزرگتر از یک است (آپریکویچ و تی‌زنگ[6]، ۲۰۰۴). اگر $p = \infty$ باشد، آنگاه تابع هدف، کمینه بیشترین مقدار انحراف خواهد بود (معادله ۱۴).

$$LP = \min \left\{ \max \left\{ \gamma_1 \left(\frac{f_1^* - f_1}{f_1^*} \right), \gamma_2 \left(\frac{f_2^* - f_2}{f_2^*} \right), \ldots, \gamma_k \left(\frac{f_k^* - f_k}{f_k^*} \right) \right\} \right\} \qquad (۱۴)$$

در نتیجه مسأله بصورت زیر خواهد شد (معادله های ۱۵ و ۱۶).

$$Min z \qquad (۱۵)$$

$$s.t:$$

$$z \geq \gamma_j \left(\frac{f_j^* - f_j}{f_j^*} \right), \forall j \qquad (۱۶)$$

$$x \in X$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[1] lexicography
[2] weighting
[3] LP-metric
[4] Mazdeh
[5] Mirzapour
[6] Opricovic and Tzeng,

تابع جریمه

برای کنترل جواب های غیر موجه، یک تابع جریمه استفاده می کنیم که برای جواب های موجه مقدار صفر و برای جواب های غیر موجه یک مقدار مثبت می گیرد. تابع جریمه جواب x، با توجه به محدودیت $g(x) \le b$، $P(x)$ است و با استفاده از معادله ۱۷ محاسبه می شود (اینیای و انکر[1] ۲۰۰۵).

$$P(x) = R \times \max\left\{\frac{g(x)}{b} - ۱،۰\right\} \qquad (۱۷)$$

R یک عدد مثبت بزرگ است و مقدار جریمه به مقدار تابع هدف بدست آمده اضافه می شود. با فرض اینکه تابع هدف بدست آمده $f(x)$ باشد، با منظور کردن تابع جریمه، تابع هدف بصورت معادله (۱۸) خواهد بود:

$$Min\ Z = f(x) + P(x) \qquad (۱۸)$$

الگوریتم ژنتیک رتبه ای پیشنهادی

در مسائلی که برای این مدل پیشنهادی استفاده می‌کنیم، با افزایش تعداد متغیرهای مسأله، زمان حل آن به شدت افزایش می‌یابد، بطوریکه مسئله های در اندازه های بزرگ را نمی‌توان با استفاده از روش‌های دقیق در زمان قابل قبولی حل کرد.

در چنین شرایطی، هنگامی که روش‌های بهینه سازی دقیق، قادر به حل مسئله‌ای نباشند، از الگوریتم های فراابتکاری استفاده می‌شود. الگوریتم های فراابتکاری معمولاً جواب های مناسب و گاهی نزدیک به بهینه می‌دهند (هاپت-آر و هاپت-اس[2]، ۲۰۰۴). الگوریتم ژنتیک[3] (GA) یکی از الگوریتم‌های فراابتکاری و یک روش بهینه سازی بر مبنای جستجو است که بر پایه قوانین طبیعی ژنتیک ایجاد شده است. GA نخستین بار توسط هلند[4]،

[1] Yeniay and Ankare
[2] Haupt, R. and Haupt, S.
[3] Genetic Algorithm, (GA)
[4] Holland

(۱۹۷۵) مطرح شد. از جمله مزیت های این الگوریتم این است کـه هـم متغیرهـای گسسـته و هم پیوسته را پوشش می‌دهد، به طور همزمان سطح وسیعی از جواب هـای ممکـن را بررسـی می‌کند. در ادامه، الگوریتم پیشنهادی خود را که بر پایه GA است، ارایه کرده و تفاوت های آن را با GA کلاسیک نشان می‌دهیم.

الگوریتم ژنتیک رتبه ای[1](RGA) پیشنهادی در این مقاله به این صورت است که هـر ژن نشان دهنده یک مقدار از یک متغیر تصمیم است. یک کرومـوزوم از مجموعـه ای از ژن هـا تشکیل می شود و نشان گر یک جواب است. یک کروموزوم باید به گونه ای طراحـی شـود که بتواند دامنه وسیعی از جواب های ممکن را ایجاد کند و همچنین تـا حـد امکـان از ایجـاد جـواب هـای غیـر موجـه جلـوگیری شـود. RGA در تکرارهـای مختلـف، مجموعـه ای از جواب ها را در نظر گرفته و جمعیت جدید را ایجاد می‌کند. در هـر تکـرار برخـی از بهتـرین جواب های ایجاد شده در جمعیـت قبـل، مسـتقیماً بـه جمعیـت بعـد منتقـل مـی شـوند (نخبـه گرایی). با بکارگیری یک مکـانیزم انتخـاب، دو جـواب انتخـاب شـده و بـا اسـتفاده از یـک عملگر تقاطع به جواب های جدیدی می رسیم. سـایر جـواب هـا بـا اسـتفاده از یـک عملگـر جهش ایجاد می شوند. همین جریان تکرار شده تا شرط توقف برآورده شود.

ما یک استراتژی نخبگی را برای حفظ بهترین جواب ها از جمعیت های قبل استفاده مـی کنیم. با در نظر گرفتن یک نرخ نخبگی، تعـداد جـواب هـایی کـه مسـتقیماً بـه جمعیـت بعـد می روند را مشخص می کنیم (معادله ۱۹).

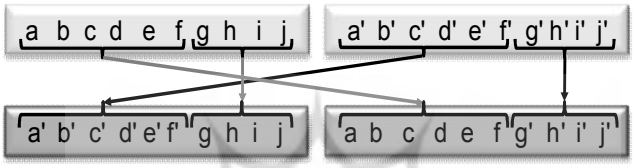
$$N_{popr} = N_{pop} \times P_{re} \qquad (۱۹)$$

N_{pop}، تعداد جـواب هـای هـر جمعیـت، N_{popr} تعـداد جـواب هـای بدسـت آمـده از استراتژی نخبه گرایی و P_{re} نرخ نخبگی است.

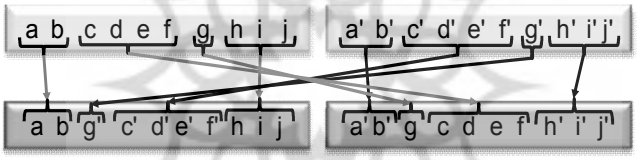
برای استفاده از عملگر تقاطع به یک مکانیزم انتخاب برای گزینش برخی کروموزوم های جمعیت جاری نیاز است. از آنجا که می خواهیم شانس انتخاب جـواب هـای بهتـر، بیشتر باشد، از مکانیزم چرخه رولتی[2] استفاده می کنـیم. تفـاوت بـارز ایـن روش بـا GA

[1] Ranking Genetic Algorithm, (RGA)
[2] Roulette wheel

کلاسیک در این است که در روش RGA پیشنهادی، چند نوع تقاطع، شامل تقاطع های تک نقطه ای (شکل۲-الف) و تقاطع های چند نقطه ای (شکل۲-ب) استفاده می کنیم. هر تقاطع با توجه به مقدار کیفیت جواب آن وزن دهی می شود و با در نظرگرفتن وزن هر تقاطع، رتبه بندی انجام می‌شود. در ایجاد جمعیت های بعدی تقاطع های با وزن بیشتر، با احتمال بیشتر انتخاب می‌شوند و تقاطع‌های با وزن پایین تر شانس کمتری خواهند داشت. بنابراین بهترین تقاطع جمعیت قبل، بیشترین کروموزوم جمعیت بعد را ایجاد خواهد کرد (معادله‌های ۲۰ و ۲۱).



شکل ۲-الف- نمونه ای از عملگر تقاطع تک نقطه ای



شکل ۲-ب- نمونه ای از عملگر تقاطع چند نقطه ای

$$N_{popci} = N_{pop} \times P_{cr} \times w_i \qquad (۲۰)$$

$$\sum_{\forall i} w_i = ۱ \qquad (۲۱)$$

N_{popci}، تعداد جواب های بدست آمده از عملگر تقاطع i ام، P_{cr}، نرخ تقاطع و w_i وزن تقاطع i ام.

بعد از بکارگیری نخبگی و عملگرهای تقاطع، باقیمانده جواب ها از طریق عملگر جهش ایجاد می‌شوند. در عملگر جهش در GA کلاسیک، ممکن است جواب هایی با تابع تناسب بدتر ایجاد شوند و در واقع یک جهش بد ایجاد شود. در روش پیشنهادی

برای عملگر جهش، از ایجاد چنین جواب هایی جلوگیری می‌شود و تنها جهش های خوب به جمعیت بعد منتقل می‌شوند. در این روش، ابتدا یک کروموزوم به طور تصادفی با استفاده از چرخه رولتی انتخاب می‌شود، آنگاه یکی از متغیرهای مستقل به طور تصادفی در نظر گرفته شده و مقادیر آن تغییر می‌کند. بعد از تعیین تابع تناسب کروموزوم جهش یافته، اگر مقدار آن از بدترین جواب بدست آمده در جمعیت اخیر بهتر بود، به جمعیت بعد انتقال می‌یابد، در غیر این صورت کروموزوم بدون تغییر باقی می‌ماند. نرخ عملگر جهش و تعداد کروموزوم‌هایی که باید با استفاده از عملگر جهش ایجاد شوند، به ترتیب با استفاده از معادله های ۲۲ و ۲۳ محاسبه می‌شوند.

$$P_{mu} + P_{re} + P_{cr} = ۱ \qquad (۲۲)$$

$$N_{popm} = N_{pop} \times P_{mu} \qquad (۲۳)$$

N_{popm}، تعداد جواب های بدست آمده از عملگر جهش و P_{mu} نرخ جهش است.

٤- تجزیه و تحلیل محاسبات

بعد از تک هدفه سازی مدل، ۷ نوع مسأله در سطح کوچک و ۷ نوع مسأله در سطح بزرگ مطرح شده است. مشخصات هر نوع مسأله به همراه تعداد متغیرهای هر یک، در جدول (۱) آورده شده است. برای تحلیل هر یک از مسائل، مثال های عددی در نظر گرفته می شود، بطوریکه مقادیر پارامترهای مثال های مختلف با توجه به دامنه تعریف شده برای آن ها انتخاب می‌شوند (جدول ۲).

مسائل کوچک برای مدل پیشنهادی با استفاده از نرم افزار لینگو ۱ نسخه ۸/۰ حل شده است. در این حالت در مدت زمان بین ۳۰۰ تا ۳۵۰ ثانیه، جواب بدست آمده است. ولی در سطح یک از مسائل بزرگ، پس از مدت زمان ۱۰۰۰ ثانیه، نرم افزار جواب موجهی ارایه نداده است. همان طور که می دانیم، شاخص زمان حل، یکی از مهم ترین شاخص ها در

[1] LINGO

حل مسائل بهینه سازی است، بنابراین برای حل مسائل بزرگ، بهتر است از روش های ابتکاری و فراابتکاری استفاده شود. در این مقاله نیز روش های GA و RGA برای حل این مسائل انتخاب شده است.

جدول ۱- مجموعه مسائل کوچک و بزرگ و تعداد متغیرهای هر مسأله

نمونه مسائل		مراکز تولید	مراکز توزیع	مشتریان	محصول	وسایل حمل	دوره زمانی	تعداد متغیرها
کوچک	۱	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۲۳٤
	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۳	۲٤۰
	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۳	۲۷۰
	٤	۳	۲	۳	۲	۲	۳	۲۸۲
	٥	۲	۳	۳	۲	۲	۳	۳۳۰
	٦	۳	۳	۲	۲	۲	۳	۳۳٦
	۷	۳	۳	۳	۲	۲	۳	۳۹٦
بزرگ	۱	٤	۳	٤	۳	۳	٥	۱٦٦٥
	۲	۳	٤	٥	۳	۳	٥	۲۱٤٥
	۳	٤	٥	٥	۳	۳	٦	۳٥٦٤
	٤	٥	٥	٦	٤	۳	٦	٥٤٥٤
	٥	٤	٥	۷	٤	۳	۷	٦۳۳٥
	٦	٦	٥	۷	٥	۳	۷	۹۰۳۰
	۷	٥	٦	۸	۳	٥	۸	۱۲۱۹۲

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۲- دامنه مقادیر پارامترها برای مثال های کوچک و بزرگ

پارامترها	دامنه هر پارامتر		توضیحات
	مسائل کوچک	مسائل بزرگ	
$PCpit$	U~[۳۰,۹۰]	U~[۵۰, ۱۵۰]	بصورت تصادفی تعیین می شوند.
$ATpi$	U~[۵,۲۰]	U~[۱۰,۳۰]	
$PTpi$	U~[۵,۱۵]	U~[۵,۲۰]	
$Maxt_{it}$	U~[۳۰۰۰,۳۵۰۰]	U~[۵۰۰۰,۵۵۰۰]	
VP	U~[۰/۵,۱/۵]	U~[۰/۳, ۲]	
$HYpj$	U~[۵,۱۵]	U~[۵, ۲۰]	
dem_{pkt}	U~[۴۰,۶۰]	U~[۳۰, ۵۰]	
$ACpi$	U~[۱۰,۱۵]	U~[۱۰, ۲۰]	
$CTCX_{ij}^{m}$	U~[۵۰, ۸۰]	U~[۳۰, ۱۷۰]	تعیین می با توجه به نوع وسیله حمل شوند.
$CTVX_{pij}^{m}$	U~[۵, ۱۰]	U~[۵, ۲۵]	
$CTCY_{jk}^{m}$	U~[۵۰, ۱۰۰]	U~[۲۰, ۱۵۵]	
$CTVY_{pjk}^{m}$	U~[۵, ۱۰]	U~[۵, ۲۵]	
$CSpk$	U~[۵,۱۰]	U~[۳, ۲۵]	با توجه به نوع مشتری تعیین می شوند.
$CAPJj$	U~[۱۰۰۰,۲۰۰۰]	U~[۱۵۰۰,۲۵۰۰]	بصورت تصادفی تعیین می شوند.
$CAPT$	U~[۱۰,۱۵]	U~[۱۰, ۲۰]	
RAI_{ij}^{m}	U~[۰/۶,۰/۹]	U~[۰/۵, ۰/۹۵]	با توجه به نوع هزینه های ثابت و متغیر و نوع وسیله حمل تعیین می شوند.
RAJ_{jk}^{m}	U~[۰/۷,۰/۹]	U~[۰/۶, ۰/۹۵]	

تنظیم پارامتر

قبل از حل مدل، باید پارامترهای هر الگوریتم تنظیم شوند. برای تنظیم پارامترها در مثال های کوچک و بزرگ از روش سطح پاسخ (RSM)[1] استفاده می کنیم. RSM برای الگوریتم هایی استفاده می شود که مقدار پارامترهای آن ها در جواب های آن الگوریتم ها تأثیر گذار است. با بکارگیری این روش، مقادیر مناسبی برای هر پارامتر

[1] Response Surface Methodology, (RSM)

بدست می آید (مونت‌گومری[1]، ۲۰۰۴). با توجه به مشخصات ۱۴ مسائل کوچک و بزرگ، مقادیر پارامترهای GA و RGA با استفاده از نرم افزار می نی تب[2] نسخه ۱۶/۱ بدست آمده اند که مقادیر بدست آمده همراه با زمان حل هر یک، در جدول ۳ ارایه شده است. بعد از محاسبه مقدار هر پارامتر، روش های GA و RGA در نرم افزار متلب[3] نسخه ۷/۱۰/۰/۴۹۹ در یک سیستم پنتیوم ۴ با پردازشگر ۲/۸ گیگا هرتز و حافظه ۴ گیگا بایت اجرا شده اند.

جدول ۳- مقادیر پارامترهای GA و RGA در مسائل کوچک و بزرگ (با استفاده از روش RSM)

اندازه مسأله		*GA*			*RGA*			زمان حل (ثانیه)
		Npop	*Pcr*	*Pmu*	*Npop*	*Pcr*	*Pmu*	
کوچک	۱	۱۰۰/۰۰	۰/۹۰	۰/۱۵	۷۲/۸۱	۰/۹۰	۰/۰۵	۵
	۲	۱۰۰/۰۰	۰/۹۰	۰/۱۵	۷۲/۷۳	۰/۵۰	۰/۱۵	۸
	۳	۵۰/۰۰	۰/۹۰	۰/۱۵	۷۱/۳۰	۰/۵۰	۰/۱۵	۱۰
	٤	۵۰/۰۰	۰/۹۰	۰/۱۵	۷۸/۷۹	۰/۵۰	۰/۱۵	۱۲
	۵	۹۵/٤۵	۰/۷٤	۰/۰۵	۷۸/۸۰	۰/۵۰	۰/۱۵	۱۵
	٦	۱۰۰/۰۰	۰/۷۰	۰/۰۵	۹۹/۵۰	۰/٦۳	۰/۱۱	۱۸
	۷	۱۰۰/۰۰	۰/۵۰	۰/۱۵	۱۰۰/۰۰	۰/٦۵	۰/۱۰	۲۰
بزرگ	۱	۱۵۰/۵۱	۰/۵۰	۰/۰۵	۱۰۰/۰۰	۰/۸۰	۰/۱٤	٤۰
	۲	۱۳٦/۳۷	۰/۷۸	۰/۱۵	۱۰٤/۰٤	۰/۷۳	۰/۱۵	۸۰
	۳	۱۸۲/۸۳	۰/۵۰	۰/۰۵	۱۰۰/۰۰	۰/٦٦	۰/۰۵	۱۳۰
	٤	۱۵۲/۵۳	۰/٦۰	۰/۰۵	۱۰۰/۰۰	۰/۷۰	۰/۰۵	۲۰۰
	۵	۱٦٤/٦۵	۰/٦۱	۰/۰۷	۱۰۰/۰۰	۰/٦۹	۰/۰۵	۲۳۰
	٦	۲۰۰/۰۰	۰/٦۷	۰/۱۱	۱۷۳/۷٤	۰/۸۵	۰/۰۵	۳۰۰
	۷	۲۰۰/۰۰	۰/٦۵	۰/۱۵	۲۰۰/۰۰	۰/۷۲	۰/۰۵	۳۵۰

[1] Montgomery
[2] MINITAB
[3] MATLAB

مقایسه الگوریتم های GA و RGA

در این مقاله، برای مقایسه نتایج بدست آمده از دو الگوریتم GA و RGA، از روش RPD استفاده شده است (نادری[1] و همکاران، ۲۰۰۹). معادله های ۲۴ و ۲۵ به ترتیب برای توابع کمینه‌سازی و بیشینه‌سازی است.

$$RPD = \frac{Alg - Min}{Min} \times ۱۰۰ \qquad (۲۴)$$

$$RPD = \frac{Max - Alg}{Max} \times ۱۰۰ \qquad (۲۵)$$

Min، بهترین جواب بدست آمده برای یک تابع هدف کمینه سازی در حالت تک هدفه، Alg، مقدار تابع هدف بدست آمده با استفاده از یک الگوریتم در حالت چند هدفه، Max، بهترین جواب بدست آمده برای یک تابع هدف بیشینه‌سازی در حالت تک هدفه.

مقدار میانگین جواب های بدست آمده به ازای بکارگیری الگوریتم های GA و RGA در مسائل کوچک و بزرگ به ترتیب در جداول ۴ و ۵ ارایه شده است. $Z_۱$ و $Z_۲$ به ترتیب، مقادیر بدست آمده از توابع کمینه‌سازی هزینه کل و بیشینه سازی قابلیت اطمینان به ازای هر مسأله است. برای مقایسه دو روش GA و RGA، مقادیر RPD بدست آمده از هر الگوریتم بازای ۱۰ نمونه گرفته شده برای هر یک از مسائل کوچک و بزرگ به ترتیب در شکل های ۳ و ۴ نمایش داده شده است.

پرتال جامع علوم انسانی

[1] Naderi

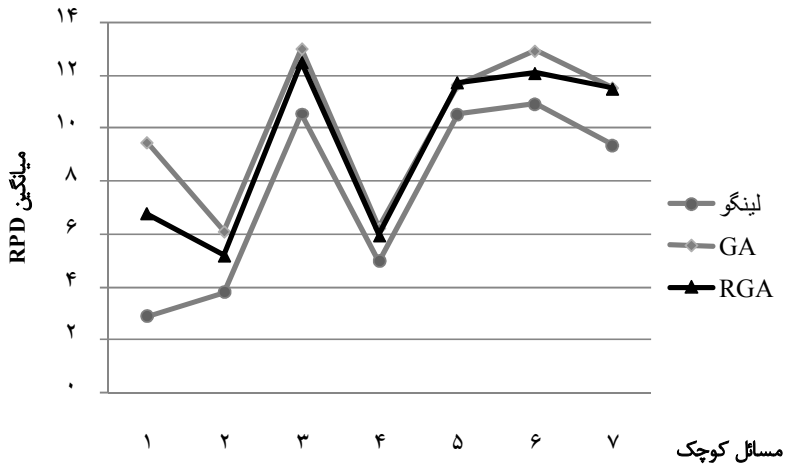
جدول ٤- نتایج جواب های بدست آمده بازای الگوریتم های GA و RGA برای مسائل کوچک

نمونه مسأله		لینگو		GA		RGA	
		Z_1	Z_2	Z_1	Z_2	Z_1	Z_2
کوچک	۱	۲۲٦٥۰/۰	۱۱٦٦/٤۰	۲٥۰٦٥/٦	۱۱۲۷/٥	۲۳۳۲۷/۲	۱۱۲۸/۱
	۲	۱۸۳۸٥/٤	۷۸۱/۷	۱۸۷٥٥/۷	۷٤٤/٥	۱۸۲۸۸/۰	۷٤٦/۱
	۳	۱۷۳٤۰/۲	۸۰۱/۷	۱۷۷۸۲/۱	۷۸٦/۲	۱۷٦٥۰/۳	۷۹۰/۱
	٤	۲۷۰۸٦/۹	۱۱٥٥/۱	۲۷٦۰٦/۷	۱۱٤۸/٥	۲۷٥۱٦/٦	۱۱٥۳/۱
	٥	۲۹۷۲۰/۷	۱۲۱۷/۱	۳۰۰٥۷/٤	۱۲۰۱/۰	۲۹٥۳۱/۱	۱۲۰۸/۱
	٦	۱۹۰٤۹/۷	۷۸٦/۲	۲۰۳۸٦/۲	۷۸۷/۹	۱۹۳۹٦/۰	۷۹۰/٤
	۷	۲٦۸۸٤/۰	۱۱٥۱/٤	۲۸۱۱٥/۱	۱۱٤٥/۰	۲۷۹۰٥/۸	۱۱٤۹/۰
میانگین		۲۳۰۱٦/۷	۱۰۰۸/٥۱	۲۳۹٦٦/۹	۹۹۱/٥	۲۳۳۷۳/٥	۹۹٥/۰

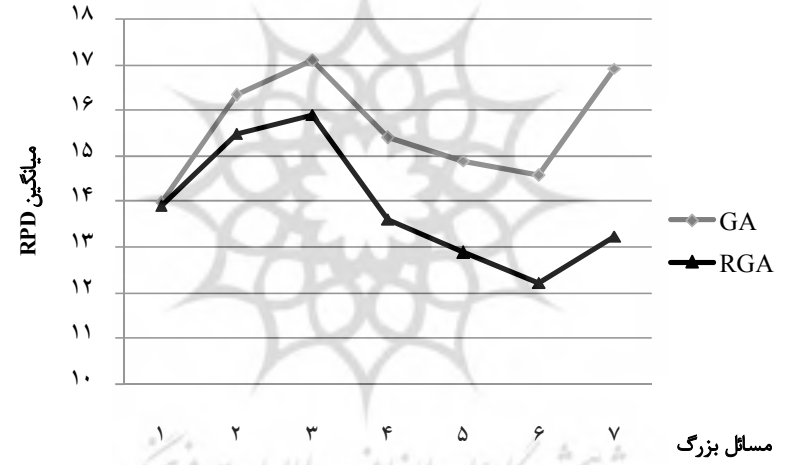
جدول ٥- نتایج جواب های بدست آمده بازای الگوریتم های GA و RGA برای مسائل بزرگ

نمونه مسأله		لینگو		GA		RGA	
		Z_1	Z_2	Z_1	Z_2	Z_1	Z_2
بزرگ	۱	-	-	٦٦٥۹٦/۲	۱۷۹۹/٤	٦٥۷۸۷/٦	۱۷۷۳/٤
	۲	-	-	۷۸۳٤۲/٦	۲۲۰۱/۰	۷۷٥٤٦/۸	۲۲۱۰/۸
	۳	-	-	۱۰۰٥۲۳/۰	۲٥۱۹/٤	۹۹۰۷۱/٦	۲٥۳۸/۲
	٤	-	-	۱۷۱٦۲۰/۲	٤۰٥۹/۸	۱٦٥۳٤۸/۲	٤۰٦٤/۸
	٥	-	-	۲۳۱٦۲۱/۰	٥٤٤۹/٤	۲۱٤٥۲۷/٤	٥٤۹۳/۸
	٦	-	-	۳۱۳۲٦٦/۸	٦۸۱۰/۲	۳۰۱٦۱۰/۸	٦۸۳٥/۰
	۷	-	-	٤۷۱۷٦۸/۱	۹۸۳۰/٦	٤٥۹٦۳۲/۰	۹۸٥٦/٦
میانگین		-	-	۲۰٤۸۱۹/۷	٤٦٦۷/۱	۱۹۷٦٤٦/۳	٤٦۸۱/۸

پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۳-مقایسه دو روش GA و RGA بر اساس میانگین RPD (مسائل کوچک)



شکل ٤-مقایسه دو روش GA و RGA بر اساس میانگین RPD (مسائل بزرگ)

با توجه به مقادیر بدست آمده در جدول ۴ و مقادیر میانگین RPD، در مسائل کوچک، الگوریتم RGA دارای برتری کمی نسبت به GA است و همین مطلب را می توان در شکل ۳ نیز مشاهده کرد. اما در مسائل بزرگ با توجه به جدول ۵ و همچنین شکل۴ به وضوح می توان

مشاهده کرد که با افزایش اندازه مسأله، برتری RGA نسبت به GA چشم گیرتر بوده است. برای اطمینان از معنادار بودن مقایسه این دو الگوریتم، از تحلیل واریانس استفاده می کنیم.

نتایج بدست آمده با استفاده از روش تحلیل واریانس (ANOVA)[1] با سطح اطمینان ۹۵٪ با نرم افزار می نی تب تحلیل شده اند. قبل از بکارگیری ANOVA، فرض های نرمال بودن و برابری واریانس ها بررسی شده است. نتایج آزمون، یک تفاوت معنادار بین مقادیر RPD بدست آمده از دو الگوریتم را نشان می دهد، به طوری که P-مقدار هم در مسائل کوچک و هم بزرگ نزدیک به صفر بوده است.

نتیجه گیری و پیشنهادات آتی

در این مقاله، یک سیستم تولید- توزیع دو هدفه با مراکز تولید و مراکز توزیع چندگانه در حالت چند محصولی و چند دوره ای ارایه شده است. در طراحی این سیستم، مشتریان با توجه به هزینه مواجه با کمبود آن ها، اولویت بندی می شوند، به طوری که ابتدا تقاضای مشتریان با اولویت بالاتر برآورده می شود. چند نوع سیستم حمل برای جابجایی محصولات فرض می شود، بطوری که سیستم های حمل با توجه به هزینه بکارگیری آن ها دارای قابلیت اطمینان متفاوتی هستند. برای این سیستم یک مدل چند هدفه عدد صحیح ترکیبیاتی ارایه شد.

برای نشان دادن کارایی مدل، مثال هایی در چهارده سطح (۷ نوع کوچک و ۷ نوع بزرگ) مطرح شده است. مثال های بزرگ در مدل پیشنهادی با استفاده از روش های قطعی در یک مدت زمان مناسب، قابل حل نیستند. به همین دلیل از الگوریتم های ابتکاری استفاده شده است. در این مقاله یک الگوریتم بر پایه ژنتیک با نام RGA پیشنهاد شد. این روش با بکارگیری مسائل متعدد در ابعاد گوناگون با روش GA مقایسه شد.

نتایج بدست آمده، نشان می دهند که روش RGA پیشنهادی نسبت به GA جواب های بهتری می دهد و این برتری در مثال های بزرگ چشم گیرتر از مثال های کوچک بوده است.

با توجه به مطالعاتی که در زمینه سیستم های تولید- توزیع انجام شده است، در مدل های چند هدفه در حالت چند تولید کننده، قابلیت اطمینان برای سیستم های حمل و نقل به

[1] Analysis of Variance, (ANOVA)

صورت یک تابع هدف و همچنین اولویت بندی مشتریان برای تأمین تقاضاهای آن ها کمتر مورد توجه بوده است که در مدل ارایه شده در این مقاله بیشتر بدان ها پرداخته شده است. ارایه یک الگوریتم ابتکاری و کارا در حل مسائل NP-hard بر پایه GA را می توان از دیگر جنبه های نوآوری این مقاله دانست.

مهم ترین کاربرد این مدل در سیستم هایی است که کالاهای حساس و آسیب پذیر تولید می کنند، به طوری که نوع سیستم حمل در انتقال محصولات از مراکز تولید به مراکز توزیع و همچنین از مراکز توزیع به مشتریان، تأثیر مستقیمی روی میزان خسارات و همچنین زمان تحویل محصولات دارد. با بکارگیری این مدل، با بیشینه سازی قابلیت اطمینان سیستم حمل، میزان خسارات ناشی از حمل و زمان تحویل محصولات نیز کمینه می شود. این مدل، در سیستم هایی که برای انتقال محصولات بین حلقه های زنجیره، تنها به یک سیستم حمل دسترسی دارند، مناسب نیست، زیرا یکی از شرایط مهم در پیاده سازی این مدل، چندگانه بودن سیستم های حمل محصولات است.

بکارگیری یک الگوریتم ابتکاری یا فرا ابتکاری دیگر برای حل مدل پیشنهادی و همچنین اضافه کردن حلقه تأمین کنندگان به شبکه تولید- توزیع ارایه شده، می تواند از تحقیقات آتی در این مقاله باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

Aliev, R.A., Fazlollahi, B., Guirimov, B.G., Aliev, R.R. (2007). "Fuzzy-genetic approach to aggregate production-distribution planning in supply chain management", International Journal of Information Sciences, 177, pp. 4241–4255.

Amorim, P., Gunther, H.O., Almada-Lobo, B. (2012). "Multi-objective integrated production and distribution planning of perishable products", International Journal of Production Economics, 138 (1), pp. 89-101 .

Archetti, C., Bertazzi, L., Paletta, G., Speranza, M.G. (2011). "Analysis of the maximum level policy in a production-distribution system", International Journal of Computers & Operations Research, 38, pp. 1731-1746.

Armentano, V.A., Shiguemoto, A.L., Lokketangen, A. (2011)."Tabu search with path relinking for an integrated production-distribution problem", international Journal of Computers and Operations Research, 38, pp. 1199–1209 .

Boudia, M., Prins, C. (2009). "A memetic algorithm with dynamic population management for an integrated production-distribution problem", European Journal of Operational Research, 195, pp.703–715.

Fahimnia, B., Zanjirani Farahani, R., Marian, R., Luong, L. (2013). "A review and critique on integrated production-distribution planning models and techniques", Journal of Manufacturing Systems, 32 (1), pp. 1-19 .

Haupt, R.L., Haupt, S.E. (2004). "Practical Genetic Algorithm (Second Edition)", A Wiley-Inter science publication.

Holland, J. H. (1975). "Adaptation in Natural and Artificial Systems". Ann Arbor: University of Michigan Press .

Jolai, F., Razmi, J., Rostami, N.K.M. (2010). "A fuzzy goal programming and meta heuristic algorithms for solving integrated production-distribution planning problem", CEJOR, (DOI: 10.1007/s10100-010-0144-9).

Kazemi, A., Fazel Zarandi, M.H., Moattar Husseini, S.M. (2009)."A multi-agent system to solve the production distribution planning problem for a supply chain: a genetic algorithm approach", International Journal of Manufacturing Technology, 44, pp. 180-193.

Keskin, B.B., Uster, H. (2007). "Meta-heuristic approaches with memory and evolution for a multi-product production-distribution system design problem", European Journal of Operational Research, 182, pp. 663–682.

Lee, S., Kim, D. (2014). “An optimal policy for a single-vendor single-buyer integrated production-distribution model with both deteriorating and defective items”, International Journal of Production Economics, 147, pp. 161-170 .

Leung, J.Y.T., Zhi.Long C. (2013). “Integrated production and distribution with fixed delivery departure dates”, Operations Research Letters, 41 (3), pp. 290-293.

LINGO, Release, 8.0., 1415 North Dayton street Chicago, America.

MATLAB, Version, 7.10.0.499, R 2010, a. Math work products, U.S.A.

Mazdeh, M., Zaerpour, F., Zareei, A., Hajinezhad, A. (2010). “Parallel machines scheduling to minimize job tardiness and machine deteriorating cost with deteriorating jobs”, Applied Mathematical Modeling, 34, pp. 1498–1510.

MINITAB, Release, 16.1.1., LEAD Technologies, Inc., America.

Mirzapour, S.M.J., Al-e-hashem, 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”, International Journal of Production Economics, CEJOR, (DOI: 10.1016/j.ijpe.2011.01.027.)

Montgomery, D.C. (2004). Response Surface Methodology, New York, Wiley.

Naderi, B., Zandieh, M., Khaleghi Ghoshe Balagh, A., Roshanaei, V. (2009). "An improved simulated annealing for hybrid flow shops with sequence-dependent setup and transportation times to minimize total completion time and total tardiness", Expert Systems with Applications, 36, pp. 9625–9633.

Opricovic, S., Tzeng, G.H. (2004). “Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS”, European Journal of Operational Research, 156, pp. 445–455.

Park, B., Choi, H., Kang, M. (2007). “Integration of production and distribution planning using a genetic algorithm in supply chain management”. In: Melin, P., Castillo, O., Ramirez, EG., Kacprzyk, J., Pedrycz, W., soft computing techniques. Berlin: Springer, pp. 416–426.

Pokharel, Sh. (2008). "A two objective model for decision making in a supply chain", International Journal of Production Economics, 111, pp. 378-388.

Sakall, U.S. (2010). A note on "fuzzy multi-objective production/distribution planning decisions with multi-product and multi-time period in a supply chain", International Journal of Computers and Industrial Engineering, 59, pp. 1010–1012.

Simchi-Levi, D., Kaminskt, P., Simchi-Levi, E. (2004). "Managing the Supply Chain", New York, McGraw-Hill.

Varthanan, P.A., Murugan, N., Mohan Kumar, G. (2013). "An AHP based heuristic DPSO algorithm for generating multi criteria production-distribution plan", Journal of Manufacturing Systems, 32 (4), pp. 632-647.

Yeniay, O., Ankare, B. (2005). "Penalty function methods for constrained optimization with genetic algorithms", Mathematical and computational application, 10, pp. 45-56.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی