



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

یک رویکرد ژنتیک برای بهینه سازی دوفازی برای زمانبندی زنجیره تامین

دینامیک

چکیده

در محیط رقابتی امروز، چابک و ناب بودن، به دو نگرانی استراتژیک حیاتی برای بسیاری از شرکت های تولیدی تبدیل شده اند که در حال تلاش برای گسترش اشتراک در بازار هستند. به تازگی، استراتژی تولید ساخت-برای-سفارش (BTO) در حال تبدیل شدن به یک استراتژی عملیاتی محبوب برای دستیابی به فرآیند سفارشی سازی در مقیاس انبوه است. سیستم BTO ترکیبی از ویژگی های استراتژی ساخت-برای-سفارش با یک استراتژی پیش بینی ساخت-برای-ذخیره هدایت شده است. به عنوان وسیله ای برای بهبود پاسخگویی به مشتری، محصولات سفارشی با توجه به سفارشات خاص مونتاژ می شوند در حالی که اجزای استاندارد بر اساس پیش بینی های کوتاه مدت از پیش ساخته می شوند. زمانبندی دو زیرسیستم که از روش دو مرحله ای پی در پی استفاده می کنند، انگیزه های عملیاتی و مدل سازی را ارائه می دهد. در این مقاله، ما یک مدل برنامه نویسی خطی دو مرحله ای ترکیبی عدد صحیح (MILP) را برای تهیه و تدارک مواد، ساخت اجزا، مونتاژ محصول و زمانبندی توزیع یک سیستم زنجیره تامین BTO تدوین و فرمولسازی می کنیم. در این روش ارائه شده، مسئله کلی، ابتدا به دو زیر سیستم تجزیه می شود و به طور متوالی ارزیابی می شود. مرحله اول با زمانبندی مونتاژ و توزیع محصولات قابل سفارشی شدن ارتباط دارد، در حالی که مرحله دوم به زمانبندی ساخت و تهیه و تدارک اجزا و مواد خام می پردازد. هدف از هر دو مدل، به حداقل رساندن هزینه های تجمعی مرتبط با هر زیرسیستم است، در حالی که الزامات خدمات مشتری را برآورده می سازد. فضای جستجو برای مرحله اول این مسئله شامل یک چشم انداز پیچیده ای با بسیاری از راه حل های داوطلب می شود. یک روند راه حل مبتنی بر الگوریتم ژنتیک برای این حل مسئله فرعی پیشنهاد شده است.

کلمات کلیدی: الگوریتم ژنتیک، ساخت-برای-سفارش، زمانبندی زنجیره تامین، ساخت سریع، برنامه نویسی عدد

صحیح ترکیبی

1. مقدمه

سیستم تولید ساخت-برای-سفارش (BTO) یک سیستم کشتی است که در آن مواد به پایین زنجیره تامین تحریک شده توسط سفارشات مشتریان کشیده می شوند. این سیستم، اساساً ویژگی های یک استراتژی تولید ناب و چابک را ادغام می کند. بر خلاف ساخت سنتی برای زنجیره تامین موجودی، استراتژی BT، وابستگی سیستم را به پیش بینی های تقاضا کاهش می دهد، از این رو نیاز به واسطه ها با موجودی بالا را در زنجیره تامین همانطور که توسط Gunasekaran و Ngai (2005) اشاره شده است، کاهش می یابد. سیستم های BTO، ویژگی های هر دو راهبردهای ساخت-برای-ذخیره (تحریک شده توسط پیش بینی) و ساخت-برای-سفارش (تحریک شده توسط تقاضا) را ترکیب می کنند. قطعات جزء استاندارد و مونتاژهای فرعی غیر قابل سفارشی سازی به دست می آیند و یا درون سازمان بر اساس پیش بینی های کوتاه مدت ساخته می شوند، در حالی که برنامه های زمانبندی برای چند قطعه قابل سفارش و مونتاژ نهایی اجرا می شوند، پس از اینکه مشخصات مفصل محصول از سفارشات رزرو شده مشتری گرفته می شوند. Demirli و Yimer (2008) را ببینید.

سفارشی سازی محصولات تنها در صورتی می تواند به دست آید که برخی از اشکال استراتژی به تعویق انداختن در حالت مونتاژ، حوزه مونتاژ، تحویل و یا در مرحله طراحی وجود داشته باشد. همانطور که توسط Cheng, Li. و Wang (2007) شرح داده شده است، به تعویق انداختن اشاره به تأخیر انداختن در برخی از تمایزات یا روند محصول تا زمانی می شود که زنجیره تامین مقرون به صرفه شود. ورودی مشتری در محیط تولید BTO شامل به تعویق انداختن در تصمیم گیری های پایین جریان (تجارت نزدیک تر به نقطه فروش نسبت به نقطه تولید یا ساخت) را با برخی از گمانه زنی ها در مورد تولید و تامین بالاجریان می شود. Tata, Prasad، و MAdan (2005) را ببینید. کارخانه های تولیدی عامل در زنجیره تامین BTO از یکی از سه فرم استراتژی به تعویق انداختن در وظایف خود استفاده می کنند: کالای به پایان رسیده، قطعات کار در فرآیند و اقلام خریداری شده و یا مواد خام همانطور که در LaPlaca (2005) و Wei، Krajewski، و Tang (2005) نشان داده شده است. Sharma و LaPlaca (2005) در مورد تاثیر بلندمدت اتخاذ یک سیستم تولید BTO در عملکرد بازاریابی مطالعه نموده اند و استراتژی های بازاریابی استفاده

شده توسط شرکت های موفق BTO را شناسایی نموده اند. استراتژی BTO به طور مثبت بر عملکرد بازار از طریق تاثیر آن در پایین جریان دانش برنامه زنجیره تامین با مشتریان تاثیر می گذارد، در حالی که یک استراتژی ال، کاربرد بالاجریان را با تامین کنندگان انجام می دهد. رجوع کنید به Germain، Christensen، و Birou (2005). اگر ما کسب و کار مبلمان خانه را در نظر بگیریم، این مورد توسط طیف گسترده ای از سبک های محصول و تقاضاهای متنوع مشتری مشخص می شود. انواع سبک های قاب پایه، پارچه، رنگ و دیگر گزینه های ویژه، طیف گسترده ای از محصولات سفارشی را ایجاد می کند. بنابراین، یک سیستم تولید ناب همراه با استراتژی سریع باید اجرا شود تا واحدها، حرکت خود را از طریق کارخانه و به مشتری به طور یکنواخت ادامه دهند، همانطور که در Lyons، Coronado Mondragon، و (2004) Kehoe Kehoe نشان داده شده است. در نتیجه، شرکت هایی مانند Pella، Herman Miller and N01walk به استراتژی تولید BTO روی می آورند و محصولات مختلف سفارشی شده را مونتاژ می کنند. Sharma and LaPlaca (2005). Yao and Gunasekaran and Ngai (2005). را ببینید.

فهرست واژه ها و اصطلاحات

مجموعه ها و اندیس ها

TarjomeFa.Com Ω_f
مجموعه کارخانه های تولید کننده جزء

Ω_m
مجموعه کارخانه های مونتاژ

Ω_d
مجموعه مراکز توزیع

Ω_r
مجموعه خرده فروشان محصول (معامله کنندگان)

$i = 1, 2, \dots, I$ شاخص نوع محصول

$j = 1, 2, \dots, J$ قطعه جزء یا شاخص مونتاژ فرعی

$l = 1, 2, \dots, L$ شاخص ماده خام

$t = 1, 2, \dots, T$ شاخص دوره

$k \in \Omega_k$ شاخص کارخانه تولید

$p \in \Omega_p$ شاخص کارخانه مونتاژ

$q \in \Omega_q$ شاخص مرکز توزیع

$r \in \Omega_r$ شاخص خرده فروش

پارامترهای ورودی

ψ_{kpi} 1 اگر k برای p ، جزء i را تامین کند؛ یا در غیراینصورت 0

χ_{pq} 1 اگر p بتواند محصولاتی را برای q تامین نماید؛ یا در غیراینصورت 0

χ_{qr} 1 اگر q بتواند محصولاتی را به r تحویل دهد؛ یا در غیراینصورت 0

ρ_{ki} هزینه حفظ ماده خام i توسط تولیدکننده k

s_{ki} هزینه تنظیم سفارش برای ماده خام i توسط تولیدکننده k

η_{ki} هزینه خرید واحد i توسط تولیدکننده k

σ_{kpi} هزینه ثابت p برای دستیابی به i از تولیدکننده k

θ_{kpi} هزینه متغیر واحد p برای تدارک i از k

λ_{pj} هزینه نگهداری کارخانه p در هر واحد قطعه j

c_{pi} هزینه سفارشی سازی واحد i در مونتاژ p توسط p

γ_{pi} هزینه ثابت کارخانه p برای مونتاژ i

هزینه مونتاژ زمان منظم واحد i در کارخانه p β_{pi}

هزینه مونتاژ زمان های بیش از حد واحد i در کارخانه p ω_{pi}

هزینه نگهداری موجودی در هر واحد i در توزیع کننده q h_{qi}

هزینه حمل و نقل واحد i از کارخانه p به توزیع کننده q τ_{pqi}

هزینه حمل و نقل واحد i از کارخانه q به معامله کننده r τ_{qri}

هزینه تنظیم معامله کننده r در هر سفارش محصول i α_{ri}

هزینه جریمه واحد r در هر واحد پیش سفارش i π_{ri}

نسبت $r.m.$ مورد نیاز در هر واحد قطعه j δ_{ij}

واحدهای j مورد نیاز در هر واحد محصول نوع i u_{ij}

زمان تدارک ماده خام مورد انتظار در k ℓ_k

زمان تدارک حمل و نقل از p به q ℓ_{pq}

زمان تدارک تحویل q به r ℓ_{qr}

زمان تدارک توزیع تولید مورد انتظار در r ℓ_r

T افق برنامه ریزی

عدد صحیح مثبت بسیار بزرگ M^{∞}

حجم تقاضای i در r در دوره t ؛ برابر با Ont اگر $t \leq \ell_r$ ؛ یا $\max(O_{rit}, F_{rit})$ در غیراینصورت D_{rit}

مینیمم الزامات سطح خدمات مشتری بر حسب تقاضای درصدی SL_{min}

ظرفیت k برای تامین جزء j برای p در هر دوره MDC_{kpj}

ظرفیت زمانی منظم برای p به منظور مونتاژ محصول i در هر دوره MRC_{pi}

ظرفیت اضافه کار برای p به منظور مونتاژ محصول i در هر دوره MOC_{di}

ظرفیت برای k برای موجودی $r.m.$ i در هر دوره MLC_{ki}

ظرفیت موجودی برای نیروگاه p برای حمل قطعه z MJC_{pj}

ظرفیت ذخیره برای q برای حمل i در هر دوره MIC_{qi}

ظرفیت p برای تحویل q با محصول i MTC_{pqi}

حد ظرفیت برای حمل و نقل i از q به r MTC_{qri}

ترجمه فا

متغیرهای تصمیم

حجم تقاضا $r.m.$ i توسط سازنده k در هر دوره t DM_{kit}

تقاضای جزء z توسط مونتاژکننده p در هر دوره t DC_{pjt}

TarjomeFa.Com

تقاضای پیش بینی شده برای z توسط p در دوره t F_{pjt}

سطح موجودی $r.m.$ i در انتهای دوره t L_{kit}

وضعیت موجودی z در آغاز دوره t J_{pjt}

در توازن دستی محصول i در q در دوره t I_{qit}

کمیت i تحویل داده شده برای q توسط تمام نیروگاه ها در دوره t Qin_{qit}

کمیت i حمل و نقل شده از q به تمام خرده فروشان در دوره t $Qout_{qit}$

دریافت زمانبندی $r.m.$ i توسط k در دوره t QL_{kit}

کمیت z تولید شده توسط p از k در دوره t QC_{kpit}

حجم مونتاژ زمان منظم آدر دوره t QR_{pit}

حجم مونتاژ شده اضافه کار در دوره t QO_{pit}

حجم کلی تولید i مونتاژ شده در دوره t QA_{pit}

حجم i حمل و نقل شده از p به q در دوره t QT_{pqit}

حجم i حمل و نقل شده از q به r در دوره t QT_{qrit}

سطح رضایت تقاضای i در خرده فروش r در دوره t SL_{rit}

کمیت i با سفارش پشتیبان توسط r در دوره t QN_{rit}

کمیت i تحویل داده شده به r در دوره t Q_{rit}

هزینه تجمعی ماده خام Z_{RM}

هزینه تجمعی ساخت اجزا Z_{CF}

هزینه تجمعی مونتاژ محصولات Z_{AS}

هزینه تجمعی توزیع Z_{DC}

هزینه تجمعی خرده فروشان Z_{RT}

هزینه کلی تولید و توزیع (فاز-1) Z_{PD}

هزینه کلی اجزا و مواد خام (فاز-2) Z_{CR}

1 اگر k سفارش را برای تدارک i در دوره t قرار دهد، در غیراینصورت 0 O_{kit}

1 اگر ϕ_{kpit} قطعه p را از k در دوره t قرار دهد، در غیراینصورت 0

1 اگر α_{pit} سفارش را برای تدارک a در دوره t قرار دهد، در غیراینصورت 0

1 اگر ϕ_{rit} سفارش را برای تدارک a در دوره t قرار دهد، در غیراینصورت 0

امکانات تولید چابک می تواند از عهده تغییرات در مورد نیازهای مشتری از جمله قیمت، کیفیت، سفارشی سازی، تاریخ تحویل وعده داده شده به صورت نشان داده شده توسط Christian و Zimmers(1999) برآید. در اغلب موارد، محصولات مبلمان، مقدار زیادی از فضا را در تولید، ذخیره سازی و حمل و نقل مصرف می کنند. بنابراین یک سیستم تولید ناب برای محدود کردن الزامات فضای بزرگ مهم است. یک سیستم تولید ناب مبلمان از نیروی کار ماهر و تجهیزات حمل و نقل قابل انعطاف برای حرکت سریع دسته ای کوچک از واحدهای مواد از یک ایستگاه کاری به بعدی استفاده می کند و در نتیجه WIP را به حداقل می رساند. برای ارتقای چابکی و ناب بودن، ساخت یک دسته توصیه شده از پارچه های موجود در سبک های مختلف و رنگ به محدود کردن درجه های سفارشی سازی کمک خواهد کرد.

اکثریت قریب به اتفاق نوشته ها در این حوزه از مدل سازی زنجیره تامین، استراتژی رضایت بخش برای تقاضای سنتی ساخت-برای-ذخیره را در نظر می گیرند. زمانبندی و برنامه ریزی تولید-توزیع یکی از موضوعات مهم در مدل سازی زنجیره تامین چند-کارخانه است. مدل های زمانبندی در زنجیره های تامین چند-مرحله ای معمولاً شامل سبک سنگین کردن در میان اهداف مختلف متناقض از جمله به حداقل رساندن هزینه های عملیاتی به طور کلی و سطح موجودی امن می شود، در حالی که عملکرد خدمات مشتری و سود مجموع را با توزیع عادلانه در میان همه شرکا به حداکثر می رساند، Aghezzaf, Raa, and Landeghem (2006), Ertogral, Darwish, and Ben-Daya (2006), Guillen, Badell and Puigjaner (2006), Neira and Pinto (2004), Steiner (2005 Selvarajah and را ببینید. مدل های LP برای به حداقل رساندن تاخیر کلی و یا کل هزینه های بهره برداری و توجه به محدودیت ظرفیت، دنباله ماشین های جایگزین، راه اندازی وابسته به توالی، و زودترین

موعد تحویل مجزا در (Ertogral et al. (2006), Liang (2006), Moon, Kim, and Hur (2002), Negenman (2005). Lakhal, Martel. Kectani, and Spitter, Hurkens, Kok, Lenstra, and Oral (2001) پیشنهاد شده است. (Perea-Lopez, Ydstie, and Grossmann (2003) یک مدل زمانبندی برنامه ریزی استراتژیک خطی عدد صحیح ترکیبی (MILP) را برای بهینه سازی موضوعات راهبردی شبکه بندی در زنجیره های تامین چند مرحله ای تدوین و فرمولسازی نموده اند. روش های چند هدفه برای طرح زمانبندی تولید-توزیع زمانی در شبکه های زنجیره تامین چند مرحله ای در Chen و Li نشان داده شده است. Sabri and Beamon (2000), Sakawa, Kato, and Nishizaki, یک مدل برنامه نویسی ریاضی چند-فازه را با ترکیبی از اندازه گیری های بهره وری چند-معیاری بر اساس مفاهیم نظریه بازی، و روش برنامه نویسی خطی ترکیبی عدد صحیح توسعه داده اند. (Amiri (2006), Ding, jayaraman and Prkul, Benyoucef, and Xle (2005), and Ross (2001) (2000) به برنامه ریزی عملکرد از طریق تخصیص منابع در شبکه های تامین با توسعه یک مدل به حداکثر رساندن سود برای برنامه ریزی توزیع در زنجیره های تامین سنتی ساخت-برای-ذخیره پرداخته اند. (Demirli and Yimer (2008) یک رویکرد برنامه نویسی فازی ترکیبی عدد صحیح (MIFP) را برای مسئله زمانبندی تولید-توزیع در زنجیره تامین تولید BTO با پارامترهای نامشخص هزینه پیشنهاد نموده اند. اثر انگیزه های قیمت روی خصوصیات تقاضا یا محصولات قابل تنظیم BTO به صورت مسئله برنامه نویسی پویای تصادفی در Weng و Parlar (2005) مدلسازی شده است. استفاده از مدولاریته در طراحی محصول BTO به عنوان یک راه حل برای سیاست بازگشت بهینه در بازاریابی اینترنتی در Mukhopadhyay و Setoputro (2005) ارائه شده است.

روش های مبتنی بر الگوریتم ژنتیک (GA) برای مسائل مختلف مربوط به تولید، توزیع و موجودی در عملیات زنجیره تامین اعمال شده اند. یک رویکرد بر اساس GA توسط Moon و همکاران (2002) برای تعیین زمانبندی بهینه تکالیف ماشین و توالی های عملیات در زنجیره تامین ساخت برای ذخیره پیشنهاد شده است، به طوری که تاخیر کلی به حداقل می رسد. در مدل زنجیره تامین خریداران فروشنده های متعدد تحت نحوه موجودی مدیریت

شده فروشنده (VMI) Nachiappan و (2007) Jawahar، یک مسئله برنامه نویسی غیرخطی عدد صحیح (NIP) را با اکتشاف بر اساس GA به منظور درک مقدار فروش مطلوب برای هر خریدار فرمولسازی نموده اند. یک روند راه حل الگوریتم ژنتیک برای یک مدل برنامه نویسی غیرخطی عدد صحیح ترکیبی برای یک شبکه توزیع یکپارچه دینامیک در تامین کنندگان لجستیک شخص ثالث (3PLs) در (2007) Ko and Evans بررسی شده است. (Naso, Surico, 2007, Turchiano, and Kaymak) یک الگوریتم زمانبندی را ارائه نموده اند که یک GA و مجموعه ای از ابتکارات ساختاری را برای تولید به موقع و تحویل سریع در مجموعه ای از مراکز تولید هماهنگ شده و توزیع شده ترکیب می کند. یک الگوریتم ژنتیک هیبریدی (HGA) در (Torabi, Ghomi, and Karimi) (2006) برای حل اندازه بندی سهم اقتصادی و مسئله زمانبندی تحویل در زنجیره تامین ساده پیاده سازی شده است که در آن سیستم تولید به عنوان یک خط جریان انعطاف پذیر در نظر گرفته می شود. Lee, jeong, and Moon (2002) یک ابتکار مبتنی الگوریتم ژنتیک را برای حل یک مدل برنامه ریزی و زمانبندی پیشرفته (APS) برای زنجیره تامین ساخت با الزامات برون سپاری و زودترین موعد تحویل پیشنهاد نموده اند.

در این مقاله، زنجیره تامین چند محصولی و چند کارخانه ای BTO با تامین کانال های توزیع چندتایی برای تجزیه و تحلیل در نظر گرفته شده است. ما یک مدل دو فاز MILP را برای خرید، تولید و توزیع محصولات سفارشی در سیستم ساخت BTO پیشنهاد می دهیم. در مقابل فرمولسازی مسئله به عنوان یک مدل کاملاً یکپارچه واحد، این روش دو فازه متوالی به توسعه یک روند راه حل قوی با تجزیه این عملیات ساخت سفارشی شده از روند ساخت مولفه های استاندارد کمک می کند. ماهیت این مدل سازی پیشنهاد شده، جامع است، زمانی که محدودیت های عمل گرای حیاتی حاصل از محدودیت های ظرفیت، معادلات جریان مواد، سفارشی سازی محصول و الزامات خدمات مشتری را می گنجاند. بقیه این مقاله به شرح زیر سازماندهی شده است. شرح مختصری از مسئله در نظر گرفته شده برای تجزیه و تحلیل و فرمول های ریاضی در بخش 2 ارائه شده است. در بخش 3، ما یک روند راه حل الگوریتم ژنتیکی را در حل مسئله اتخاذ می کنیم. نتایج: آزمایشات عددی مورد استفاده قرار گرفته برای نشان دادن رویکرد پیشنهادی در بخش 4 نشان داده شده است. خلاصه و نتیجه گیری اظهارات در بخش 5 ارائه می شود. در

نهایت، فهرستی از نمادهای مورد استفاده قرار گرفته برای تدوین و فرمولسازی مدل های ریاضی در بخش نامگذاری تنظیم شده است.

2. توضیحات و فرمولاسیون مسئله

به طور کلی، زنجیره تامین ساخت-برای-سفرارش به عنوان یک سیستم کشتش تحریک شده توسط سفارشات مشتری در انتهای پایین جریان شبکه عمل می کند. محصولات پایان یافته تولید شده از طریق کانال های سیستم توزیع توسط کارخانه های مونتاژ به مصرف کنندگان کاربر نهایی می رسند. در نتیجه، سیستم های تامین و توزیع کارآمد، مقوله هایی ضروری برای شرکت های تولید برای پاسخگویی به تقاضای مشتریان برای محصولات با کیفیت خوب در هزینه منطقی کم هستند. زنجیره تامین BTO اساساً ترکیبی از استراتژی های ساخت-برای-سفرارش (MTO) و مونتاژ-برای-سفرارش (ATO) است. اجزای استاندارد و مونتاژهای فرعی درون سازمان با توجه به پیش بینی کوتاه مدت به دست می آیند و تولید می شوند، در حالی که برنامه های زمانبندی برای اجزای سفارشی شده و مونتاژ نهایی محصولات تازمانی که مشخصات جزئیات محصول از سفارشات رزرو شده مشتری گرفته نشود اجرا نمی شوند. (Sen, Pokharcl. and Yulei (2004) را ببینید. به عنوان یک راهبرد، هدف BTO فراهم نمودن محصولات ساخته شده از سفرارش در مقیاس انبوه است. بنابراین، نقطه تجزیه سفرارش مشتری (CODP) درسیستم BTO بین سیستم های CODP در MTO و ATO قرار می گیرد.

همانطور که در شکل 1 نمایش داده شده است، شبکه زنجیره تامین BTO شامل دو زیرسیستم اصلی می شود: یک زیرسیستم تولید و زیرسیستم توزیع. زیرسیستم تولید شامل تامین کنندگان مواد خام، تولیدکنندگان جزء و مونتاژکنندگان محصول می شوند. زیرسیستم توزیع، شامل انبارهای محصول نهایی، مراکز توزیع میانی (DCها)، مشتریان و مشتریان جریان پایین می شود. بنابراین، مسئله زمانبندی زنجیره تامین می تواند به طور منطقی به دو مسئله فرعی تجزیه شود:

(i) فاز-1: توسعه مدلی دینامیکی برای برنامه ریزی مونتاژ و توزیع محصولات نهایی در هر مشخصات سفرارش

مشتری و

(ii) فاز-2: فرمولسازی یک مدل برنامه ریزی برای تولید اجزا و تهیه و تدارک مواد خام، مبتنی خروجی های مدل قبلی.

درخواست مواد، مسئله برنامه ریزی و زمانبندی تولید و توزیع باید به روشی منسجم مورد بررسی قرار گیرد. این دو مسئله فرعی با یکدیگر مرتبط هستند و باید به طور ترتیبی به آنها پرداخته شود. موضوع رویکرد منسجم در برنامه ریزی و زمانبندی زنجیره تامین BTO توسط (Demirli and Vi mer (2008 بررسی شده است. با این حال، تقسیم مسئله به دو فاز، یک مزیت دوبرابر را ارائه می دهد: هم مدلسازی و هم عملیاتی. از دیدگاه مدیریت عملیاتی، این رویکرد، برنامه ریزی و کنترل درخواست مواد، فرآوری و توزیع محصولات را ساده می کند. از دیدگاه مدلسازی، این روش دوفازی، فرصتی را برای توسعه تکنیک های راه حل کارآمدتر بدون نقض با بهینگی مسئله منسجم کامل ارائه می دهد.

برنامه توزیع-تولید کلی برای میسر نمودن تغییرات در دوره های بعدی زمانی که برنامه ریزی های جدید ساخته می شوند، عمل می کند. یک برنامه برای تمام دوره ها در این افق ترسیم می شود، اما تنها دوره های اول که در زمان تدارک تحویل کنونی قرار می گیرند واقعاً پیاده سازی خواهند شد. زمانی که برنامه ریزی برای دوره اول منجمد می شود، برنامه جدید برای دوره هایی از دومی تا آخرین دوره به علاوه 1 دوباره انجام می شود. به علت آخرین اطلاعات عرضه شده در اجرای جدید، برنامه به روز شده، نتایج دقیق تری را در کوتاه مدت افشا می کند. مدل های ریاضی ترتیبی پیشنهاد شده در دو زیربخش بعدی معرفی می شوند. لیست نمادهای استفاده شده در توسعه مدل ها در واژه نامه ارائه شده اند.

2.1 فاز-1: برنامه توزیع و مونتاژ برای محصولات (مدل-1)

زمانبندی توزیع-تولید در سیستم های BTO توسط سفارشات واقعی دریافت شده از مشتریان هدایت می شود. مشتریان، سبک های محصول ارجح خود را از کاتالوگ خرده فروش برمی دارند و درخواست های سفارش را امضا می کنند. خرده فروشان، روزه های بازار هستند که از آن محصولات نهایی به مشتریان تحویل داده می شوند در حالیکه سفارشات جدید به مونتاژکاران داده می شوند. آنها سفارشات کار را برای کارخانه های مونتاژ برای تولید پیش بینی

شده و زمان تدارک تحویل انبار می کنند و می سازند. بنابراین، کانال ارتباطی کارآمد بین معامله کنندگان و مونتاژکاران محصول به پایان رسیده، یک عامل حیاتی برای اطمینان از در دسترس بودن محصول و بهبود سطح خدمات مشتری است. مراکز توزیع، عوامل میانی هستند که محصولات تمام شده را دریافت می کنند و به طور موقت انبار می کنند تا زمانی که به خرده فروشان تحویل داده شود. موجودی های محصولات نهایی در مراکز توزیع برای تجزیه نمودن نرخ نابرابر جریان در محصولات پرداخت شده ورودی و خروجی استفاده می شوند. کارخانه های مونتاژ، که در محیط ساخت-برای-سفارش (BTO) عمل می کنند، درخواست های سفارش خاص توسط خرده فروشان پایین جریان را در خانواده ها مازول های محصولات طبقه بندی می کنند و متعهد می شوند که منابع برای برآورده سازی تقاضا در تواریخ موعد تحویل مشخص شده تامین شود.

با توجه به حجم تقاضا برای سبک های مختلف محصولات در هر دوره، هدف، پیشنهاد نمودن یک برنامه ریزی اقتصادی عملی ظرفیت و منبع برای مونتاژ و توزیع محصولات در یک افق برنامه ریزی است که هزینه عملیاتی کلی را مینیمم می کند در حالیکه سطوح خدمات مطلوب مشتری را حفظ می کنند. با اتخاذ حجم سفارشات کار مونتاژ در صف بندی و در نظر گرفتن محدودیت های ظرفیت، دو گزینه برای زمان منظم-برنامه زمانبندی مونتاژ و اضافه کار برای هر دوره ترسیم می شوند. تابع هدف هزینه و مجموعه ای از محدودیت های گنجانده شده در معادلات (1) - (19) تنظیم شده اند.

مینیمم نمودن:

$$Z_{PD} = Z_{AS} + Z_{DC} + Z_{RT} \quad (1)$$

تحت:

$$Z_{AS} = \sum_{t=1}^T \sum_{p \in \Omega_a} \sum_{i=1}^l \left\{ \gamma_{pi} \cdot \alpha_{pit} + \omega_{pi} \cdot QO_{pit} + \beta_{pi} \cdot QR_{pit} + \sum_{j=1}^l c_{pij} \cdot u_{ij} (QO_{pit} + QR_{pit}) \right\} \quad (2)$$

$$Z_{DC} = \sum_{t=1}^T \sum_{q \in \Omega_d} \sum_{i=1}^l \left\{ h_{qi} \cdot I_{qit} + \sum_{p \in \Omega_a} \tau_{pqi} \cdot QT_{pqit} \right\} \quad (3)$$

$$Z_{RT} = \sum_{t=1}^T \sum_{r \in \Omega_r} \sum_{i=1}^l \left\{ a_{ri} \cdot \varphi_{rit} + \pi_{ri} \cdot QN_{rit} + \sum_{q \in \Omega_d} \tau_{qri} \cdot QT_{qrit} \right\} \quad (4)$$

$$QN_{rit} = (1 - SL_{rit}) \cdot D_{rit} \quad \forall r \in \Omega_r \quad (5)$$

$$QN_{rit} = QN_{ri,t-1} + D_{rit} - Q_{rit} \quad \forall r \in \Omega_r \quad (6)$$

$$Q_{rit} = \sum_{q \in \Omega_d} QT_{qri,t-\ell_{qr}} \quad \forall r \in \Omega_r, t > \ell_{qr} \quad (7)$$

$$I_{qit} = I_{qi,t-1} + \sum_{p \in \Omega_a} QT_{pqi,t-\ell_{pq}} - \sum_{r \in \Omega_r} QT_{qrit} \quad \forall q \in \Omega_d \quad (8)$$

$$\sum_{q \in \Omega_d} QT_{pqit} = (QR_{pit} + QO_{pit}) \quad \forall p \in \Omega_a \quad (9)$$

$$SL_{rit} \geq SL_{min} \quad \forall r \in \Omega_r \quad (10)$$

$$QT_{qrit} \leq \chi_{qr} \cdot MTC_{qri} \quad \forall q \in \Omega_d, \quad \forall r \in \Omega_r \quad (11)$$

$$QT_{pqit} \leq \chi_{pq} \cdot MTC_{pqi} \quad \forall p \in \Omega_a, \quad \forall q \in \Omega_d \quad (12)$$

$$I_{qit} \leq MIC_{qi} \quad \forall q \in \Omega_d \quad (13)$$

$$QR_{pit} \leq MRC_{pi} \quad \forall p \in \Omega_a \quad (14)$$

$$QO_{pit} \leq MOC_{pi} \quad \forall p \in \Omega_a \quad (15)$$

$$QR_{pit} \leq \alpha_{pit} \cdot M^\infty \quad \forall p \in \Omega_a \quad (16)$$

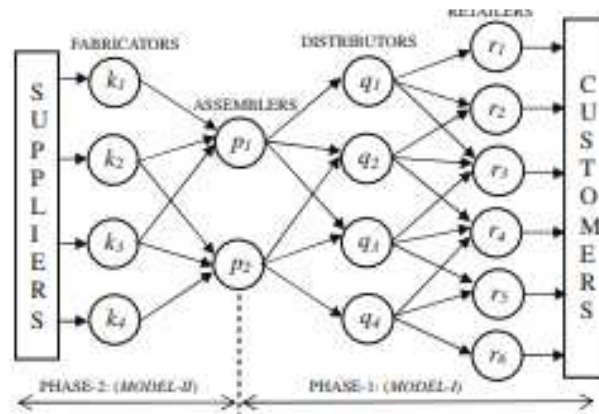
$$D_{rit} \leq \varphi_{ri,t-\ell_r} \cdot M^\infty \quad \forall r \in \Omega_r, t \geq \ell_r \quad (17)$$

$$QR_{pit}, QO_{pit}, QN_{rit}, Q_{rit}, QT_{pqit}, QT_{qrit} \in \mathbf{N} \quad (18)$$

$$\alpha_{pit}, \varphi_{rit} \in \{0, 1\} \quad (19)$$

where, $\forall p \in \Omega_a, \quad \forall q \in \Omega_d, \quad \forall r \in \Omega_r, \quad i = 1, \dots, l, \quad \text{and } \forall t$

(1) تابع هدف این مدل است. که به معادله هزینه کلی برای مونتاژ محصولات و زیرسیستم های توزیع اشاره می کند. معادلات (2)-(19)، فهرست محدودیت های عرضه شده در مدل را به عنوان یک نتیجه از محدودیت های ظرفیت، معادلات ماده و الزامات سطح خدمات معرفی می شوند.



شکل 1. یک ساختار شبکه زنجیره تامین BTO

- (2) هزینه تجمعی محصولات مونتاژ را توسط تمام کارخانه ها توصیف می کند. شامل هزینه های سربار و راه اندازی، مونتاژ زمانی منظم و اضافه کار و دیگر هزینه های متحمل شده ناشی از سفارشی سازی می شود.
- (3) هزینه های موجودی کلی و حمل و نقل محصولات را توسط تمام مراکز توزیع تعریف می کند.
- (4) هزینه های تنظیم سفارش تجمعی، حمل و نقل و جریمه کمبود برای معامله کنندگان خرده فروش را تعیین می کند.
- (5) و (6) کمیت سفارشات پشتیبان را برای محصولات i در هر دوره t تعریف می کند.
- (7) اجازه می دهد که تمام محصولات حمل و نقل شده از مراکز توزیع برای هر گره خرده فروش r به مشتریان کاربر نهایی در همان دوره t به منظور بهبود پاسخدهی تحویل داده شود.
- (8) توازن وضعیت موجودی محصول i را در مرکز توزیع q به عنوان مجموع توازن موجودی دوره قبلی و کمیت تدارک دیده شده در دوره جاری منهای حجم محصول حمل و نقل شده برای مشتریان بالاجریان فراهم می کند.
- (9) اطمینان حاصل می کند که محصولات کلی مونتاژ شده توسط کارخانه p برای توزیع کنندگان در همان دوره t برای حذف موجودی محصولات تمام شده در کارخانه های مونتاژ تحویل داده می شوند.
- (10) سطح خدمات مشتری را در هر خرده فروش r در دوره t که بالاتر از الزام مینیمم مجاز است، محدود می کند.
- (11) و (12) محدودیت های ظرفیت حمل و نقل را از کارخانه مونتاژ p به توزیع کننده q و از توزیع کننده q به معامله کننده r به ترتیب تعریف می کند.

- (13) محدودیت ظرفیت موجودی را برای محصول i در هر مرکز توزیع q توصیف می کند.
- (14) و (15) حجم محصولات مونتاژ شده زمان منظم و اضافه کار را که باید تحت ظرفیت های تولید مجاز باشد محدود می کند.
- (16) مقدار α_{pit} را در 1 تنظیم می کند اگر محصول i توسط p در هر دوره t تولید شود یا در غیراینصورت 0 است.
- (17) مقدار φ_{pit} را در 1 تنظیم می نماید، اگر معامله کنندگان یک سفارش مونتاژ را در دوره t قرار دهند و در غیراینصورت 0 است.
- (18)-(19) مقادیر متغیرهای تصمیم مشخص شده را که باید اعداد صحیح غیرمنفی باشند و اعداد دودویی را به ترتیب محدود می کند.

2.2 ساخت اجزا و تدارک مواد خام (مدل-II)

هر شغل مونتاژ نیاز به اجزای مختلف و واحدهای مونتاژ شده فرعی دارد که باید درون سازمان ساخته شوند یا از منابع خارجی خریده می شوند. زمانی که کمیت محصولات که باید مونتاژ شود در هر دوره از مدل-I شناخته شده باشد، مرحله بعدی، تعیین کننده حجم قطعات اجزا و مواد خام مورد نیاز برای برآورده سازی برنامه تولید است. با اتخاذ ساختار درخت مونتاژ نشان داده شده در شکل 2، تقاضا برای جزء j به صورت ماکزیمم مقدار پیش بینی شده یا تقاضای واقعی تعیین شده از صورتحساب کمیت ها (BDQ) ارائه می شود:

$$DC_{pjt} = \text{Max} \left(F_{pjt}, \sum_{i=1}^I u_{ij} (QR_{pit} + QO_{pit}) \right) \\ \forall p \in \Omega_a, \quad \forall t, \text{ and } j = 1, \dots, J \quad (20)$$

که در آن کمیت های مونتاژ اضافه کار و منظم، QR_{pit} و QO_{pit} از نتایج اولین مسئله فرعی فاز به دست می آیند (مدل-I)

تقاضا برای جز J می تواند از موجودی یا با ایجاد یک سفارش جایگزین بعد از تولیدکنندگان جز بالاجریان برآورده شود. بنابراین، تاریخ موعد تحویل برای هر شغل مونتاژ مبتنی بر حجم مشاغل انتظاری و کمیت اجزای مورد نیاز در دست تصمیم گیری می شود. با توجه به حجم تقاضای اجزا در هر دوره، هدف از این مورد، به دست آوردن یک ظرفیت و تولید برنامه عملی اقتصادی عملی منبع برای اجزا و درخواست مواد است. هزینه متغیر واحد مرتبط با هر قطعه جز، نشاندهنده هزینه کار و مواد در هر آیتم است در صورتی که درون سازمان ساخته شود یا قیمت واحد و هزینه انتقال در صورتی که از منبع خارجی خریداری شود. فهرست کامل مدل ریاضی برای این مسئله فرعی به صورت زیر سازماندهی می شود:

مینیمم نمودن

$$Z_{CM} = Z_{CF} + Z_{RM} \quad (21)$$

$$Z_{CF} = \sum_{t=1}^T \sum_{p \in \Omega_a} \sum_{j=1}^J \left\{ \lambda_{pj} \cdot J_{pj} + \sum_{k \in \Omega_f} (\sigma_{kpj} \cdot \phi_{kpj} + \vartheta_{kpj} \cdot QC_{kpj}) \right\} \quad (22)$$

$$Z_{RM} = \sum_{t=1}^T \sum_{k \in \Omega_f} \sum_{l=1}^L \left\{ \rho_{kl} \cdot L_{klt} + S_{kl} \cdot \theta_{klt} + \eta_{kl} \cdot QL_{klt} \right\} \quad (23)$$

$$DM_{klt} = \sum_{p \in \Omega_a} \sum_{j=1}^J \delta_{ij} \cdot QC_{kpj} \quad \forall k \in \Omega_f \quad (24)$$

$$J_{pj} = J_{pj,t-1} + \sum_{k \in \Omega_f} QC_{kpj} - DC_{pj} \quad \forall p \in \Omega_a \quad (25)$$

$$L_{klt} = L_{k,t-1} + QL_{klt} - DM_{klt} \quad \forall k \in \Omega_f \quad (26)$$

$$QC_{kpj} \leq \psi_{kpj} \cdot MDC_{kpj} \quad \forall k \in \Omega_f, \quad \forall p \in \Omega_a \quad (27)$$

$$J_{pj} \leq MJC_{pj} \quad \forall p \in \Omega_a \quad (28)$$

$$L_{klt} \leq MLC_{kl} \quad \forall k \in \Omega_f \quad (29)$$

$$QC_{kpj} \leq \phi_{kpj} \cdot M^\infty \quad \forall k \in \Omega_f, \quad \forall p \in \Omega_a \quad (30)$$

$$QL_{klt} \leq \theta_{klt} \cdot M^\infty \quad \forall k \in \Omega_f \quad (31)$$

$$J_{pj}, QC_{kpj} \in \mathbb{N} \quad \forall k \in \Omega_f, \quad \forall p \in \Omega_a \quad (32)$$

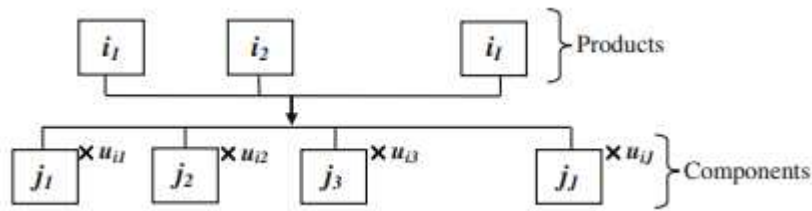
$$L_{klt}, QL_{klt} \geq 0 \quad \forall k \in \Omega_f \quad (33)$$

$$\phi_{kpj}, \theta_{klt} \in \{0, 1\} \quad \forall k \in \Omega_f, \quad \forall p \in \Omega_a \quad (34)$$

where, $j = 1, \dots, J$, $l = 1, \dots, L$, and $\forall t$

موضوع:

- (21) تابع هدف برای مدل کنونی است. این نشاندهنده معادله هزینه کلی برای ساخت اجزا و زیرسیستم جایگزینی مواد خام است. معادلات (22)-(34) نشاندهنده محدودیت های مختلف تعادل ظرفیت و مواد این مدل است.
- (22) هزینه تجمعی تدارک اجزا و حفظ موجودی را توسط تمام نیروگاه های مونتاژ تعیین می کند.
- (23) هزینه تجمعی جایگزینی و انبار نمودن مواد خام را توسط کارخانه های تولید توصیف می کند.
- (24) حجم ماده خام a که باید توسط تولیدکننده k در هر دوره t مصرف شود را محاسبه می کند.
- (25) و (26) نشاندهنده سطح موجودی جز z در کارخانه مونتاژ p و مواد خام a در کارخانه ساخت k در هر دوره t است. تعادل وضعیت موجودی به صورت مجموع تعادل موجودی دوره قبلی و کمیت تدارک دیده شده در دوره کنونی منهای کمیت استفاده شده در دوره t محاسبه می شود.
- (27) کمیت جز z تدارک دیده شده توسط کارخانه p را از k در دوره t که باید در ظرفیت تحویل تولیدکننده باشد، محدود می کند.
- (28) و (29) محدودیت های ظرفیت موجودی اجزا در هر کارخانه مونتاژ p و مواد خام در هر کارخانه تولید k به ترتیب تعریف می کند.
- (30) مقدار ϕ_{kpt} را در 1 تنظیم می کند اگر p جز z را از تولیدکننده k در دوره t تنظیم نماید یا در غیراینصورت 0 است.
- (31) مقدار θ_{kte} را در 1 تنظیم می کند اگر k یک سفارش را برای خرید ماده خام a در دوره t تنظیم نماید یا در غیراینصورت 0 است.
- (32)-(34) مقادیر متغیرهای تصمیم خاص را که باید غیرمنفی پیوسته، اعداد صحیح کلی یا اعداد صحیح دودویی به ترتیب باشد محدود می کند.



شکل 2. ساختار درخت مونتاژ

3. یک رویه راه حل مبتنی بر الگوریتم ژنتیک

مدل توزیع و مونتاژ محصول فرمولسازی شده در فاز 1 شامل یک شکل پیچیده از فضای جستجو با بسیاری از راه حل های کاندید می شود. زمانی که فضای راه حل زمینه ای دارای یک چشم انداز پیچیده است، روش های جستجوی کلی مانند الگوریتم ژنتیک (GA) برای کاوش سریع قابل کاربرد هستند. اپراتورهای مختلف ژنتیک و مکانیزم های انتخاب می توانند برای حفاظت GA از در دام افتادن در حوزه بهینه محلی پیاده سازی شود. در این بخش، یک روند راه حل مبتنی بر GA توسعه یافته برای حل مسئله فاز اول به طور مناسب بررسی خواهد شد.

با معرفی (Holland (1992)، الگوریتم های ژنتیک (GAها) متعلق به کلاسی از تکنیک های جستجوی تصادفی هوشمند، از اصل بقای تناسب در تکامل و ژنتیک کلی الهام گرفت. GAها برای فضای جستجوی بزرگ بدون نیاز به اطلاعات اضافی (مانند برجستگی، یا قابلیت تمایز) در مورد تابع هدف که باید بهینه سازی شود، شناخته می شوند. در نتیجه، در آخرین دهه، GAها به طور موفقیت آمیز برای انواع گسترده از مسائل بهینه سازی ترکیبی برای یافتن راه حل های بهینه (یا نزدیک به بهینه) اعمال می شوند. الگوریتم های ژنتیک به طور تکراری روی جمعیت راه حل های کاندید مسئله کار می کنند (کروموزم ها)، که یک جستجوی هدایت شده توسط اپراتورهای ژنتیک (انتخاب، عبور و تقابل) را مبتنی بر مقدار تناسب منسوب شده به هر فرد مطابق با تابع هدف خاص مسئله انجام می دهند. GA با افزایش تناسب به بررسی راه حل ها می پردازند، یعنی با تناسب بالاتر، به احتمال زیاد، ژن های کروموزوم به نسل های بعدی انتشار می یابند. (Torabi et al., 2006, Naso et al., 2007).

3.1 کدگذاری کروموزومی راه حل

قبل از کاربرد GA، تعریف راهبرد کدگذاری برای تبدیل یک راه حل ژنتیک مسئله به یک رشته از نمادهای مناسب برای کاربرد اپراتورها مهم است. در نوشته های GA، یک راه حل کدگذاری شده به طور کلی به عنوان یک کروموزوم اشاره می شود، و یک پارامتر تک برای بردار راه حل، ژن نامیده می شود. طراحی یک نمایش کروموزومی مناسب تر برای راه حل، یک موضوع کلیدی برای پیاده سازی موفقیت آمیز GA است (Naso et al., 2007, Ko & Evans, 2007). برای مسئله تحت مطالعه، ساختار کروموزوم نشان داده شده در شکل 3 انتخاب می شود.

اولین عضو، $ID \in \{1, \dots, I\}$ اشاره به عدد شاخص یک محصول در نظر گرفته شده در حلقه کنونی برای کاربرد GA دارد. عضو دوم Q_{pt} ، حجم کلی محصول مونتاژ شده توسط کارخانه p در دوره t برای زمان منظم و اضافه کار است. عضو سوم l_{qt} ، سطح موجودی همان محصول در دوره t در مرکز توزیع q است. با توجه به کمیت محصولات ارائه شده برای q در دوره t ، عضو چهارم $K_{pqt} \in (0, 1)$ ، نسبت آن موارد مونتاژ شده توسط کارخانه p است. به طور مشابه، با توجه به حجم محصولات به دست آمده در خرده فروشی r در دوره t ، عضو پنجم $\eta_{qrt} \in (0, 1)$ اشاره به کسری دارد که از توزیع کننده q می آید. سطح رضایت مشتری (نسبت حجم تحویل واقعی به قول داده شده) در خرده فروشی r در دوره t توسط عضو ششم SL_{rr} ارائه می شود. دومین عضو از آخرین، f ، نشاندهنده مقدار تناسب منسوب به کروموزوم خاص مبتنی بر هزینه توزیع-تولید تجمعی-مقدار هدف آن است. آخرین عضو ساختار راه حل، $\in \{0, 1\}$ وضعیت، یک متغیر دودویی نمایش دهنده عملی بودن کروموزوم است. زمانی که راه حل به فضای فنوتیپ آن کدگشایی می شود، اگر یک کروموزوم فردی، تمام محدودیت ها را برآورده سازد، آنگاه وضعیت = 1؛ یا در غیراینصورت = 0. توجه کنید که ساختار راه حل ارائه شده از ترکیبی از عدد صحیح دودویی و اعضای نوع شناور تشکیل شده است.

3.2. کدگشایی و ارزیابی تناسب

کدگشایی کروموزوم، فرآیند تبدیل یک نمایش راه حل ژنوتیپ به نسخه فنوتیپ متناظر آن است که راه حلی داوطلب را برای مجموعه ای از متغیرهای تصمیم و مقدار تابع هدف مرتبط تولید می کند. در مورد ما، اجزای تابع

هدف اصلی شامل هزینه های تجمعی مونتاژ، توزیع و خرده فروشی یک محصول خاص در تمام گره های زنجیره تامین می شوند.

با توجه به ارائه ژنوتیپی یک راه حل فردی:

، $[ID|Q_{pt}|I_{qt}|\kappa_{pqt}|\eta_{qrt}|SL_{rt}|f|status]$ ، مقادیر متناظر با متغیرهای فنوتیپ در مسئله اصلی به صورت زیر تعیین می شوند:

گام-1: سطح رضایت تقاضا، کمیت سفارش پشتیبان و کمیت تحویل داده شده به خرده فروش در دوره t ابتدائاً توسط موارد زیر تعیین می شوند

$$SL_{rit} = SL_{rt} \quad \forall r \in \Omega_r, \forall t \text{ and } i = ID \quad (35)$$

$$QN_{rit} = \text{round}\{(1 - SL_{rt}) \cdot D_{rit}\} \quad \forall r \in \Omega_r, \forall t \text{ and } i = ID \quad (36)$$

$$Q_{rit} = D_{rit} + QN_{rit-1} - QN_{rit} \quad \forall r \in \Omega_r, \forall t \text{ and } i = ID \quad (37)$$

$$\varphi_{rit} = 1 \text{ if } (D_{rit} > 0); \text{ or } 0 \text{ otherwise, } \forall r \in \Omega_r, \forall t, \text{ and } i = ID \quad (38)$$

گام-2: شکل 4 نشاندهنده جریان محصول، از طریق و خارج از یک گره توزیع q است.

بنابراین، پارامترهای انتقال کمیت و موجودی در توزیع کننده q در دوره t به صورت زیر ارائه می شود

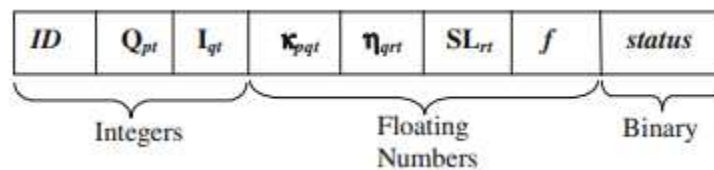
$$I_{qit} = I_{qt} \quad \forall q \in \Omega_d, \forall t \text{ and } i = ID \quad (39)$$

$$QT_{qrit} = \text{round}(Q_{rit} \cdot \eta_{qrt}) \quad \forall q \in \Omega_d, \forall t \text{ and } i = ID \quad (40)$$

$$Qout_{qit} = \sum_{r \in \Omega_r} QT_{qrit} \quad \forall q \in \Omega_d, \forall t \text{ and } i = ID \quad (41)$$

$$Qin_{qit} = Qout_{qit} + I_{qit} - I_{qit-1} \quad \forall q \in \Omega_d, \forall t \text{ and } i = ID \quad (42)$$

$$QT_{pqit} = \text{round}(Qin_{qit} \cdot \kappa_{pqt}) \quad \forall q \in \Omega_d, \forall t \text{ and } i = ID \quad (43)$$



شکل 3. نمایش کروموزومی راه حل

گام-3: حجم یک محصول مونتاژ شده توسط کارخانه p در دوره t روی زمانی منظم و مبنای اضافه کار به صورت

زیر ارائه می شود

$$QA_{pit} = \mathbf{Q}_{pt} = \sum_{q \in \Omega_d} QT_{pqit} \quad \forall p \in \Omega_a, \forall t \text{ and } i = ID \quad (44)$$

$$QR_{pit} = \min\{\mathbf{Q}_{pt}, MRC_{pi}\} \quad \forall p \in \Omega_a, \forall t \text{ and } i = ID \quad (45)$$

$$QO_{pit} = \max\{0, \mathbf{Q}_{pt} - MRC_{pi}\} \quad \forall p \in \Omega_a, \forall t \text{ and } i = ID \quad (46)$$

$$\alpha_{pit} = 1 \text{ if } (\mathbf{Q}_{pt} > 0); \text{ or } 0 \text{ otherwise, } \forall p \in \Omega_a, \forall t \text{ and } i = ID \quad (47)$$

گام-4 نهایتاً، تولید تجمعی و هزینه توزیع برای محصول خاص ($i=ID$) می تواند به صورت زیر تعیین شود:

$$\begin{aligned} Z_{PD,i} = & \sum_{t=1}^T \sum_{p \in \Omega_a} \left\{ \gamma_{pi} \cdot \alpha_{pit} + \omega_{pi} \cdot QO_{pit} + \beta_{pi} \cdot QR_{pit} \right. \\ & + \left. \sum_{j=1}^J c_{pij} \cdot u_{ij} (QO_{pit} + QR_{pit}) \right\} + \sum_{t=1}^T \sum_{q \in \Omega_d} \left\{ h_{qi} \cdot I_{qit} \right. \\ & + \left. \sum_{p \in \Omega_a} \tau_{pqi} \cdot QT_{pqit} \right\} + \sum_{t=1}^T \sum_{r \in \Omega_r} \left\{ a_{ri} \cdot \varphi_{rit} + \pi_{ri} \cdot QN_{rit} \right. \\ & + \left. \sum_{q \in \Omega_d} \tau_{qri} \cdot QT_{qrit} \right\}, \quad (48) \end{aligned}$$

اگر یک راه حل نماینده غیرعملی باشد (یعنی موفق به برآورده سازی تمام محدودیت های مدل نشود)، بنابراین توسط ابتکار تعمیر به صورت نشان داده شده در شکل 5 مورد رسیدگی قرار می گیرد. ابتکار تعمیر کروموزوم، جستجوی حول مرزها را بین نواحی عملی و غیرعملی تسهیل می کند. اگر عملیات تعمیر موفق به درمان داوطلب غیرعملی نشود، یک عبارت جریمه برای مقدار هدف آن به منظور در نظر گرفتن فرصت آن برای باقی ماندن در نسل های بعدی عرضه می شود. مقدار جریمه به طور قابل توجهی بزرگتر از هر مقدار هدف ممکن متناظر با جمعیت کنونی برای افراد به صورت توصیف شده در (Ko and Evans 2007) است.

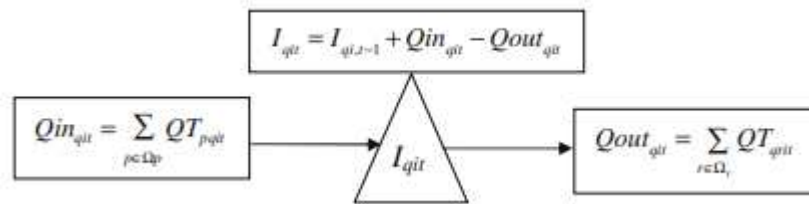
مقدار تناسب، اندازه ای از خوب بودن راه حل با توجه به تابع هدف اصلی و درجه غیرعملی بودن است. برای مسئله مینیمم نمودن هزینه، ما راه حل های نماینده را با هزینه های کمتر در نظر می گیریم که راه حل های بهتر را نشان می دهند و بالعکس (Torabi et al., 2006). بنابراین، برای هر کروموزوم i ، مقدار تناسب آن، fi می تواند توسط

اتخاذ یک عامل تناسبی Kf برابر معکوس مقدار تابع هدف $Z_{PD,i}$ ارزیابی شود

$$f_i = \frac{K_f}{Z_{PD,i}} \text{ for } i = 1, \dots, N \text{ and } K_f = \text{constant} \quad (49)$$

3.3 جمعیت اولیه

کیفیت و اندازه جمعیت اولیه به طور عمده می تواند روی بازده یک الگوریتم ژنتیک موثر باشد. در نتیجه، یک ابتکار ماهرانه برای تولید کروموزم ها تصادفی سرعت راه حل محدود شده نیاز می شود.



شکل 4: جریان محصول، در، از طریق و خارج گره q

اندازه جمعیت (N) توسط اندازه گیری زمان همگرایی GA از طریق رویکرد سعی و خطا انتخاب می شود. شکل 6 نشاندهنده فلوچارت یک ابتکار ساختاری است که برای تولید تصادفی کروموزوم های جدید استفاده می شود که به آسانی بسیاری از محدودیت ها را برآورده می سازد. این گام ها می توانند به صورت زیر خلاصه شوند:

(i) مقادیر تصادفی اکتساب سطح خدمات (SLrr) را در هر گره r در دوره t در گستره های مجاز تولید کنید. کمیت های تحویل داده شده (Qrit) و سفارش پشتیبان (QNrit) می تواند به آسانی از مقادیر معین به صورت نشان داده شده در فلوچارت کدگشایی شود.

(ii) برای یک گره معین r، قوس هایی را شناسایی کنید که به سمت توزیع کننده های بالاجریان (تجارت نزدیک تر به

تولید یا ساخت نسبت به نقطه فروش) شناسایی نمایید و مجموعه ای از اعداد تصادفی را تولید کنید. این مقادیر را روی q جمع کنید و نسبت هر عدد تصادفی را برای جمع نمودن به عنوان مقدار ژنوتیپ ماتریس تناسب η_{qrit} را

منسوب کنید. کمیت های حمل و نقل شده از گره q به r در هر دوره (QT_{qrit}) و حجم محصول حمل و نقل

شده از هر توزیع کننده $(Qout_{qit})$ به صورت توضیح داده شده کدگشایی می شوند.

(iii) مقادیر تصادفی سطح موجودی را در گره q در هر دوره (lqt) در مرزهای مجاز همانطور که نمایش داده شده تولید

کنید. متغیر فنوتیپ را برای کمیت محصولات وارد شونده به هر توزیع کننده (Qin_{qir}) به صورت نشان داده شده در فلوجارت کدگشایی کنید.

(iv) با در نظر گرفتن لینک ها از گره های بالاجریان به هر گره q ، مجموعه اعداد تصادفی را تولید کنید و مجموع آنها را

روی p بگیرید. نسبت هر عدد تصادفی را به مجموع به صورت مقدار ژنوتیپی ماتریس نسبت K_{pqir} بگیرید. کمیت محصولات حمل و نقل شده از هر گره p به q بنابراین کدگذاری شده نشان داده می شوند.

(v) مقادیر فنوتیپ $QTpiqt$ را روی q برای رسیدن به مقادیر ژنوتیپ برای کمیت های محصولات مونتاژ شده در هر

دوره (Qpt)

(vi) تابع هدف و مقدار f تناسب را از راه حل فنوتیپ را محاسبه کنید. تمام مقادیر را در فضای فنوتیپ در مقابل

محدودیت ها کنترل کنید. اگر تمام محدودیت ها برآورده شوند، مقدار 1 به وضعیت عضو ژنوتیپ یا در غیر این صورت 0 را منسوب نمایید.

BEGIN

$$IF \left(Q_{ri} > \sum_{m \in \Omega_r} MTC_{qm} \right) \quad \forall r, \forall t, \text{ and } i = ID$$

$$Q_{ri} = \sum_{m \in \Omega_r} MTC_{qm}$$

$$QN_{ri} = D_{ri} + QN_{ri,t-1} - Q_{ri}$$

$$SL_{ri} = 1 - \frac{QN_{ri}}{Q_{ri}} \quad \{\text{genotype variable}\}$$

$$\eta_{qm} = \frac{MTC_{qm}}{Q_{ri}} \quad \{\text{genotype variable}\}$$

END IF

$$IF \left(Qin_{qir} > \sum_{m \in \Omega_q} MTC_{pm} \right) \quad \forall q, \forall t, \text{ and } i = ID$$

$$Qin_{qir} = \sum_{m \in \Omega_q} MTC_{pm}$$

$$I_{qi} = I_{qi,t-1} + Qin_{qir} - Qout_{qi} \quad \{\text{genotype variable}\}$$

$$K_{pm} = \frac{MTC_{pm}}{Qin_{qir}} \quad \{\text{genotype variable}\}$$

END IF

END

شکل 5. ابتکار تعمیر کروموزوم

3.4 جمعیت فرزند

مجموعه ای از اپراتورهای ژنتیک معمولاً برای آشفتن افراد حاضر استفاده می شوند و کروموزوم های جدید را از موارد پیرتر خلق می کنند. در فضای فنوتیپ متناظر، این معادل جستجوی برای راه حل داوطلب جدید (Eiben & Smith, 2003). افراد تولید شده جدید در تولید کنونی شامل جمعیت فرزند می شود. مجموعه ای از اپراتورهای متغیر خاص مسئله در GA پیشنهاد شده پیاده سازی می شود. اپراتورهای ژنتیک تطبیق شده در زیربخش های بعدی توصیف می شوند.

3.4.1 اپراتورهای متقاطع

هدف اصلی از عملیات متقاطع، فرزندهای بهتر را توسط ترکیب ژنهای ناهمسان مجاور ژنتیک دو والدین انتخاب شده تصادفی از جفت گیری تولید می کنند. یک احتمال متقاطع PC نشان می دهد که چند بار تقاطع انجام خواهد شد. این پارامتر توسط یک رویکرد سعی و خطا تنظیم می شود. در پیاده سازی ما از GA، سه نوع اپراتورهای متقاطع خاص مسئله اعمال می شوند:

(i) تقاطع متوسط گیری (AVEXO): همانطور که در شکل 7 نشان داده شده است، این اپراتور، متوسط برخی ژن ها در

دو والدین می گیرد و نتیجه را برای فرزند جدید کپی می کند. در انتهای فرآیند ترکیب دوباره، تنها یک فرزند تولید می شود. عملیات ان می تواند به صورت زیر خلاصه شود:

(ii) دو کروموزوم های والدین را از سرشماری جفتگیری انتخاب کنید.

(iii) اطلاعات ژنتیک محصول ID را از هر دوی والدین در فرزند منتقل نمایید.

(iv) مقادیر متوسط ساده I_{qt} , κ_{pqt} , η_{qrt} and SL_{rt} را برای دو والدین محاسبه کنید.

(v) نتایج را به ژنهای ناهمسان مجاور فرزند کپی نمایید.

$$\text{Offspring} := \begin{cases} I_{qt}^{av} = \frac{1}{2}(I_{qt}^{p1} + I_{qt}^{p2}), & \forall q \in \Omega_d, \forall t \\ \kappa_{pqt}^{av} = \frac{1}{2}(\kappa_{pqt}^{p1} + \kappa_{pqt}^{p2}), & \forall p \in \Omega_a, \forall q \in \Omega_d, \forall t \\ \eta_{qrt}^{av} = \frac{1}{2}(\eta_{qrt}^{p1} + \eta_{qrt}^{p2}), & \forall q \in \Omega_d, \forall r \in \Omega_r, \forall t \\ SL_{rt}^{av} = \frac{1}{2}(SL_{rt}^{p1} + SL_{rt}^{p2}), & \forall r \in \Omega_r, \forall t \end{cases}$$

(vi) مقادیر ژنتیک را کدگشایی نمایید و اطلاعات باقیمانده را برای f, Q_{pt} و وضعیت در کروموزوم فرزند به روزسازی نمایید.

(vii) تقاطع محدب (CONXO): این اپراتور دارای یک پارامتر تصادفی α به نام فاکتور وزندهی است. همانطور که در شکل 8 نشان داده شده است، ترکیبات برجسته برخی ژن ها در دو والدین را محاسبه می کند و نتایج را در ژنهای ناهمسان مجاور متناظر برای فرزندهای جدید قرار می دهد. عملیات آن می تواند به صورت زیر خلاصه شود:

(i) مراحل (i) و (ii) برای AVEXO تکرار کنید.

(ii) به طور تصادفی یک مقدار پارامتر α را انتخاب کنید، که در آن α به طور یکنواخت روی $(0.05, 0.45)$ توزیع می شود

(iii) با ارائه وزن بیشتر برای والدین دوم، متوسط وزندهی شده $I_{qt}, \kappa_{pqt}, \eta_{qrt}$ and SL_{rt} را برای دو پارامترها محاسبه کنید و نتایج را به ژنهای ناهمسان مجاور فرزند-1 کپی کنید.

$$\text{Offspring-1} := \begin{cases} I_{qt}^{c1} = \alpha \cdot I_{qt}^{p1} + (1 - \alpha) \cdot I_{qt}^{p2} & \forall q \in \Omega_d, \forall t \\ \kappa_{pqt}^{c1} = \alpha \cdot \kappa_{pqt}^{p1} + (1 - \alpha) \cdot \kappa_{pqt}^{p2} & \forall p \in \Omega_a, \forall q \in \Omega_d, \forall t \\ \eta_{qrt}^{c1} = \alpha \cdot \eta_{qrt}^{p1} + (1 - \alpha) \cdot \eta_{qrt}^{p2} & \forall q \in \Omega_d, \forall r \in \Omega_r, \forall t \\ SL_{rt}^{c1} = \alpha \cdot SL_{rt}^{p1} + (1 - \alpha) \cdot SL_{rt}^{p2} & \forall r \in \Omega_r, \forall t \end{cases}$$

(iv) مقادیر ژنتیک f, Q_{pt} و وضعیت را در فرزند-1 به روزسازی و کدگشایی نمایید.

(v) برای تعریف فرزند-2، مراحل (1) تا (4) توسط معکوس نمودن نقش های دو والدین تکرار نمایید.

$$\text{Offspring-2} := \begin{cases} I_{qt}^{c2} = (1 - \alpha) \cdot I_{qt}^{p1} + \alpha \cdot I_{qt}^{p2} & \forall q \in \Omega_d, \forall t \\ \kappa_{pqt}^{c2} = (1 - \alpha) \cdot \kappa_{pqt}^{p1} + \alpha \cdot \kappa_{pqt}^{p2} & \forall p \in \Omega_a, \forall q \in \Omega_d, \forall t \\ \eta_{qrt}^{c2} = (1 - \alpha) \cdot \eta_{qrt}^{p1} + \alpha \cdot \eta_{qrt}^{p2} & \forall q \in \Omega_d, \forall r \in \Omega_r, \forall t \\ SL_{rt}^{c2} = (1 - \alpha) \cdot SL_{rt}^{p1} + \alpha \cdot SL_{rt}^{p2} & \forall r \in \Omega_r, \forall t \end{cases}$$

(iii) تقاطع یکنواخت (UNIXO): این اپراتور به طور اساسی، اطلاعات ژنتیک جزئی را از دو والدین به دو نوزاد بدون

ایجاد هر گونه تغییر کپی می کند. رویه کپی نمودن وابسته به دو نتیجه ممکن یک آزمایش پرتاب سکه تصادفی است. عملیات کلی آن در شکل 9 نمایش داده شده است و به صورت زیر خلاصه می شود:

(i) مراحل (i) و (ii) را در AVEXO تکرار کنید

(ii) آزمایش پرتاب سکه را انجام دهید و نتیجه را ثبت نمایید (یعنی $Toss = RANDOM\{0, 1\}$)

(iii) کپی هایی از ژن ها مطابق با قاعده زیر بسازید

IF (Toss = 1)

Offspring-1 : Offspring-2 :

$$I_{qt}^{c1} = I_{qt}^{p2} \quad I_{qt}^{c2} = I_{qt}^{p1} \quad \forall q \in \Omega_d, \forall t$$

$$SL_{rt}^{c1} = SL_{rt}^{p2} \quad SL_{rt}^{c2} = SL_{rt}^{p1} \quad \forall r \in \Omega_r, \forall t$$

$$K_{pqt}^{c1} = K_{pqt}^{p1} \quad K_{pqt}^{c2} = K_{pqt}^{p2} \quad \forall p \in \Omega_a, \forall q \in \Omega_d, \forall t$$

$$\eta_{qrt}^{c1} = \eta_{qrt}^{p1} \quad \eta_{qrt}^{c2} = \eta_{qrt}^{p2} \quad \forall q \in \Omega_d, \forall r \in \Omega_r, \forall t$$

ELSE {Toss = 0}

Offspring-1 : Offspring-2 :

$$I_{qt}^{c1} = I_{qt}^{p1} \quad I_{qt}^{c2} = I_{qt}^{p2} \quad \forall q \in \Omega_d, \forall t$$

$$SL_{rt}^{c1} = SL_{rt}^{p1} \quad SL_{rt}^{c2} = SL_{rt}^{p2} \quad \forall r \in \Omega_r, \forall t$$

$$K_{pqt}^{c1} = K_{pqt}^{p2} \quad K_{pqt}^{c2} = K_{pqt}^{p1} \quad \forall p \in \Omega_a, \forall q \in \Omega_d, \forall t$$

$$\eta_{qrt}^{c1} = \eta_{qrt}^{p2} \quad \eta_{qrt}^{c2} = \eta_{qrt}^{p1} \quad \forall q \in \Omega_d, \forall r \in \Omega_r, \forall t$$

END IF

(iv) ژنهای باقیمانده را درون دو کروموزوم نوزاد کدگشایی و به روز سازی نمایید.

3.4.2 اپراتورهای تغییر TarjomeFa.Com

تغییر به طور مختصر، ترکیب ژنتیک کروموزوم تصادفی انتخاب شده را عوض می کند. هدف در اینجا، فراهم نمودن میزان کمی از تصادفی بودن و جلوگیری از به دام افتادن راه حل ها در نقطه بهینه محلی است. تغییر با برخی احتمالات pm کمتر از احتمال تقاطع رخ می دهد. وابسته به سطح کدگذاری مسئله، اپراتورهای تغییر مختلف می تواند استفاده شود. در کاربرد GA ما برای مسئله تحت مطالعه، پنج اپراتور تغییر خاص مسئله پیاده سازی می شوند.

(i) تغییر FLIP: این اپراتور ابتدائاً یک کروموزوم والدین انتخاب شده تصادفی را به یک کروموزوم نوزاد جدید تولید مثل می نمایند. سپس شاخص های هدف (q^*, r^*, t^*) توسط انتخاب تصادفی تنظیم می شوند که در آن $q^* \in \Omega_q, r^* \in \Omega_r, \text{ and } t^* \in \{1, \dots, T\}$. بر اساس نتیجه یک آزمایش پرتاب سکه تصادفی، قاعده زیر را

برای ژنهای ناهمسان مجاور برای کروموزوم نوزاد تولیدمثل شده اعمال نمایید.

$$\begin{aligned}
 & \text{IF } (Toss = 1) \\
 & SL_{r,t}^c = \begin{cases} SL_{r,T-t^*+t}^p & \text{if } t \leq t^* \\ SL_{r,t-t^*}^p & \text{otherwise} \end{cases} \\
 & \text{ELSE } \{Toss = 0\} \\
 & I_{q^*,t}^c = \begin{cases} I_{q^*,T-t^*+t}^p & \text{if } t \leq t^* \\ I_{q^*,t-t^*}^p & \text{otherwise} \end{cases} \\
 & \text{END IF}
 \end{aligned}$$

(ii) تغییر SWAP: به طور مشابه، این اپراتور، یک کروموزوم والدین را به یک کروموزوم نوزاد تولیدمثل می کند. شاخص های هدف (q^*, r^*, t_1^*, t_2^*) اغلب از حوزه مورد نظر آنها به طور تصادفی انتخاب می شوند. با مشاهده نتیجه آزمایش پرتاب سکه تصادفی، ژنهای ناهمسان مجاور نمایش گذاری شده توسط t_1^* and t_2^* به یکدیگر مطابق با قاعده زیر سویچ می شوند:

$$\begin{aligned}
 & \text{IF } (Toss = 1) \\
 & \begin{cases} SL_{r,t_1}^c = SL_{r,t_2}^p \\ SL_{r,t_2}^c = SL_{r,t_1}^p \end{cases} \\
 & \text{ELSE } \{Toss = 0\} \\
 & \begin{cases} I_{q^*,t_1}^c = I_{q^*,t_2}^p \\ I_{q^*,t_2}^c = I_{q^*,t_1}^p \end{cases} \\
 & \text{END IF}
 \end{aligned}$$

(iii) تغییر COMBINE: در این اپراتور نیز، ما همان اصل را برای تثبیت شاخص های هدف (q^*, r^*, t_1^*, t_2^*) اعمال می

کنیم. یک فاکتور وزندهی $\alpha \in (0.05, 0.45)$ ابتدائاً به طور تصادفی انتخاب می شود. با انجام برخی از آزمایشات پرتاب سکه تصادفی، برخی از ژنهای ناهمسان مجاور برای کروموزوم تولید مثل کرده، توسط اتخاذ ترکیبات محدب مقادیر نشان داده شده توسط t_1^* and t_2^* تغییر می یابند.

$$\begin{aligned}
 & \text{IF } (Toss_1 = 1) \\
 & \quad \begin{cases} SL_{r^*, t_1}^c = \alpha \cdot SL_{r^*, t_1}^p + (1 - \alpha) \cdot SL_{r^*, t_2}^p \\ SL_{r^*, t_2}^c = \alpha \cdot SL_{r^*, t_2}^p + (1 - \alpha) \cdot SL_{r^*, t_1}^p \end{cases} \\
 & \text{ELSE } \{Toss_1 = 0\} \\
 & \quad \begin{cases} I_{q^*, t_1}^c = \alpha \cdot I_{q^*, t_1}^p + (1 - \alpha) \cdot I_{q^*, t_2}^p \\ I_{q^*, t_2}^c = \alpha \cdot I_{q^*, t_2}^p + (1 - \alpha) \cdot I_{q^*, t_1}^p \end{cases} \\
 & \text{END IF}
 \end{aligned}$$

(iv) با تکرار آزمایش پرتاب سکه یک بار بیشتر، دیگر ژن ها درون کروموزوم جدید نیز بر اساس قاعده زیر اصلاح می شوند:

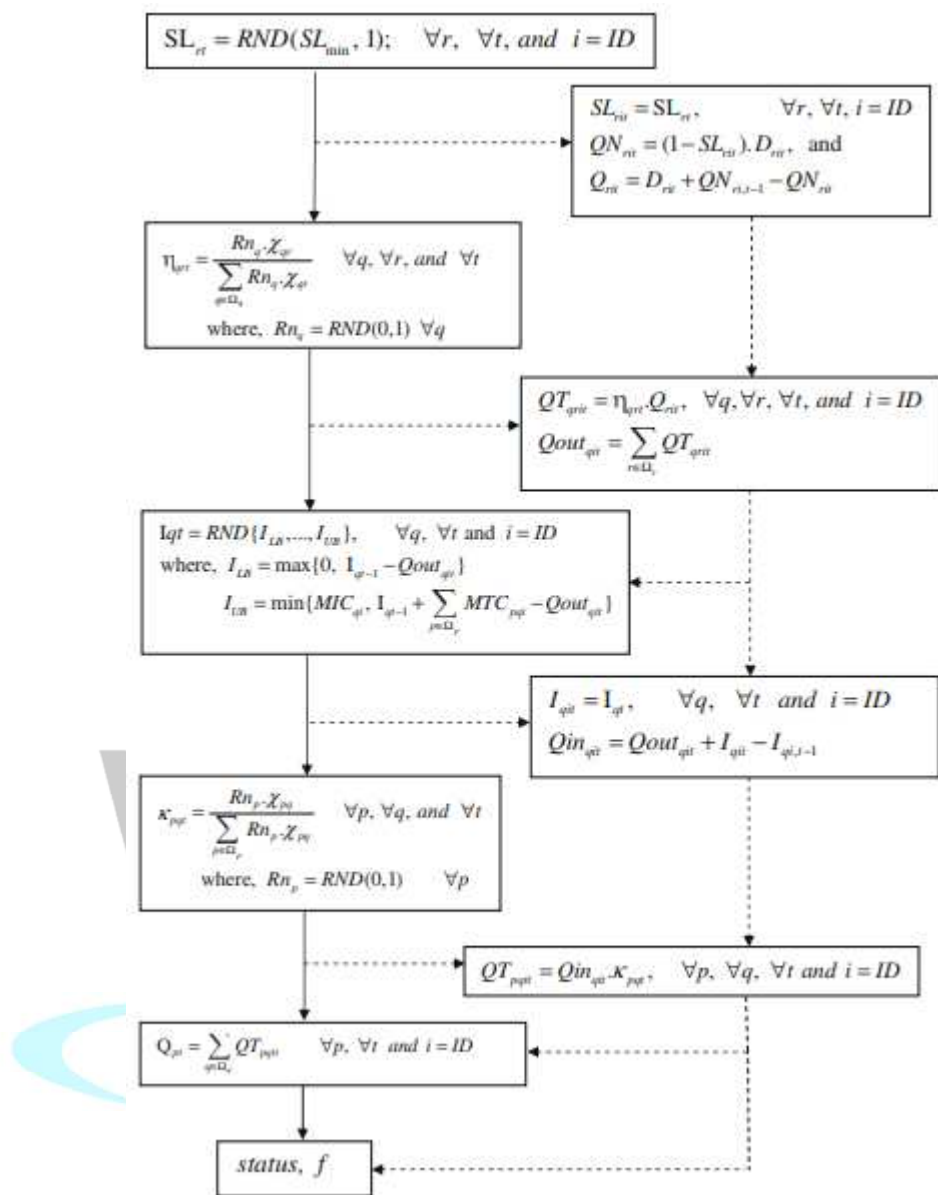
$$\begin{aligned}
 & \text{IF } (Toss_2 = 1) \\
 & \quad \begin{cases} \eta_{q^*, t_1}^c = \alpha \cdot \eta_{q^*, t_1}^p + (1 - \alpha) \cdot \eta_{q^*, t_2}^p, \quad \forall q \in \Omega_d \\ \eta_{q^*, t_2}^c = \alpha \cdot \eta_{q^*, t_2}^p + (1 - \alpha) \cdot \eta_{q^*, t_1}^p, \quad \forall q \in \Omega_d \end{cases} \\
 & \text{ELSE } \{Toss_2 = 0\} \\
 & \quad \begin{cases} \kappa_{pq^*, t_1}^c = \alpha \cdot \kappa_{pq^*, t_1}^p + (1 - \alpha) \cdot \kappa_{pq^*, t_2}^p, \quad \forall p \in \Omega_a \\ \kappa_{pq^*, t_2}^c = \alpha \cdot \kappa_{pq^*, t_2}^p + (1 - \alpha) \cdot \kappa_{pq^*, t_1}^p, \quad \forall p \in \Omega_a \end{cases} \\
 & \text{END IF}
 \end{aligned}$$

(v) تغییر BORDERVAL: این اپراتور اساساً به جهت گیری فرآیند جستجوی ژنتیک حول خط مرزی بین نواحی عملی و غیرعملی فضای راه حل کمک می کند. مقادیر برخی از ژنهای ناهمسان مجاور نشان داده شده توسط شاخص های انتخاب شده تصادفی (q^*, r^*, t^*) را برای مقادیر کرانی بالایی و پایینی آنها عوض می کند. بعد از انجام اولین آزمایش پرتاب سکه، مقادیر عضو ژنوتیپ SL_{r^*, t^*} در کروموزوم نوزاد تولید مثل یافته به صورت زیر تنظیم می شوند:

$$SL_{r^*, t^*}^c = \begin{cases} SL_{min}, & \text{If } (Toss_1 = 1) \\ 1.0, & \text{If } (Toss_1 = 0) \end{cases}$$

با تکرار یک دفعه بیشتر تمرین پرتاب، مقادیر عضو I_{q^*, t^*} نیز در همان حالت اصلاح می شود:

$$I_{q^*, t^*}^c = \begin{cases} I_{min}^* = \max\{0, I_{q^*, t^*, i-1}^p - Qin_{q^*, i, t^*}\}, i = ID & \text{If } (Toss_2 = 1) \\ I_{max}^* = \min\{MIC_{q^*, i}, \sum_p MTC_{pq^*, i} - Qout_{q^*, t^*}\}, & \text{If } (Toss_2 = 0) \end{cases}$$



شکل 6. فلوچارت ابتکار تولید کروموزوم تصادفی

(vi) تغییر RANDOMVAL: این اپراتور تمایل به عرضه مقادیر جدید برخی ژن ها درون یک کروموزوم تولید مثل شده

از جمعیت کنونی دارد. برخی از ژنهای ناهمسان مجاور نشان داده شده توسط شاخص های هدف (q^*, r^*, t^*) با

مقادیر جدید در گستره های مجاز خود جایگزین می شوند. قاعده زیر برای ایجاد اصلاحات ضروری در برخی اعضای

فرد تولیدمثل شده اعمال می شود.

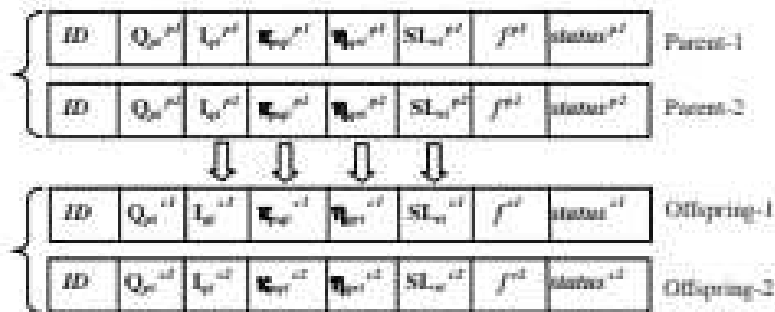


شکل 7. عملیات متوسط گیری متقاطع

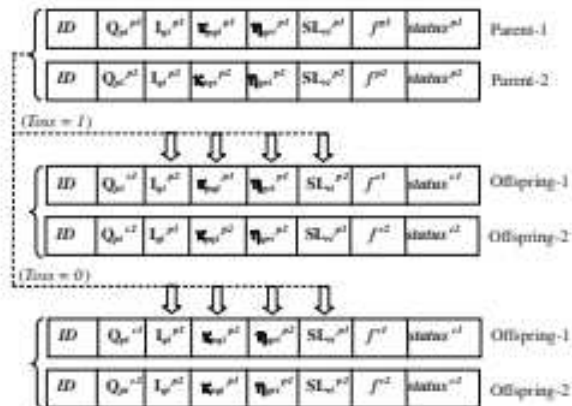
```

IF (Toss = 1)
   $SL_{pr}^c = \text{RANDOM}(SL_{min}, 1.0)$ 
ELSE {Toss = 0}
   $I_{qr}^c = \text{RANDOM}\{I_{min}^*, \dots, I_{max}^*\}$ 
END IF

```



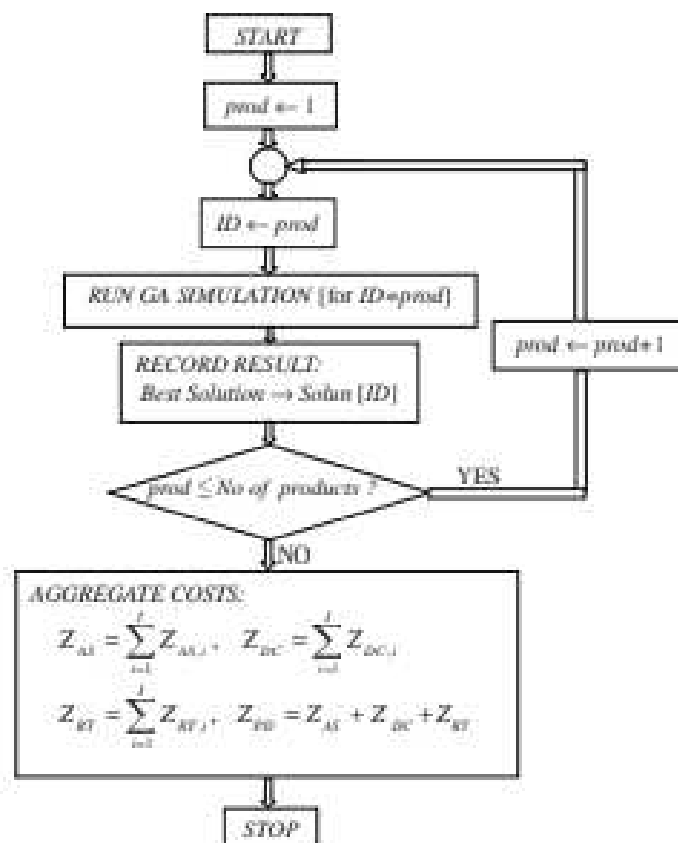
شکل 8. عملیات محب متقاطع



شکل 9. عملیات یکنواخت متقاطع

3.5. انتخاب والدین

در الگوریتم ژنتیک، اپراتور انتخاب برای هدایت فرآیند جستجو به سمت نواحی نویدبخش تر در فضای جستجو استفاده می شود. چندین روش انتخاب مانند انتخاب چرخ قمار، انتخاب تورنمنت، انتخاب رتبه بندی، انتخاب نخبه ترین در (Michalewicz (1996 and Eiben and Smith (2003) بررسی شده است. در رویکرد GA پیشنهادی، ترکیبی از چرخ قمار و نخبه گرایی با نقطه آستانه در $P_E\%$ اعمال می شود. در این راهبرد، $P_E\%$ جمعیت در تولید جدید توسط مکانیزم نخبه تری انتخاب می شود در حالیکه بقیه توسط میانگین های تناسب انتخاب می شوند. درجه نخبه گرایی، $P_E\%$ توسط اجرای مکرر این الگوریتم برای اندازه ای مشخص از مسئله انتخاب می شود.



شکل 10. اجرای GA در یک حلقه

3.6 معیار خاتمه و حلقه بندی

در رویه راه حل GA پیشنهادی، برای یک ID ثابت محصول، این الگوریتم تا زمانی اجرا می شود که به راه حلی لازم مطابق با معیارهای توقف از پیش تنظیم شده همگرا شود. این الگوریتم زمانی خاتمه می یابد که حداقل یکی از شرایط زیر برآورده شوند:

(i) با شروع از بهبود آخر، اگر GA موفق به فراهم نمودن راه حلی بهتر بعد از تولیدات اضافی بازه ماکزیمم نشود

(ii) اگر تولید ماکزیمم به مقدار از پیش تنظیم شده Max-Gen نرسد.

بهترین راه حل به دست آمده قبل از اینکه این الگوریتم دوباره خود را با ID محصول بعدی اجرا نماید، ثبت می شود. این حلقه تا زمانی ادامه می یابد که تمام شاخص های محصولات در تحلیل در نظر گرفته شوند. فلوجارت نشان داده شده در شکل 10 نشاندهنده چارچوب کلی برای عملیات GA پیشنهادی در حلقه است.

ترجمه فا

4 نتایج عددی

نمونه اولیه الگوریتم GA پیشنهادی در پلت فرم برنامه نویسی C++ یافته و روی Pentium(R)-4 300 MHz PC with 1GB of RAM اجرا شده است. برای نمایش این رویکرد، یک ساختار زنجیر تامین متشکل از چهار سازنده جزء، دو کارخانه مونتاژ، چهار توزیع کننده محصول و شش خرده فروش در نظر گرفته می شوند (مرجع شکل 1). هر کدام از کارخانه های ساخت جزء، مواد خام مورد نیاز را از منابع مختلف تدارک می بیند. کارخانه های k1 و k4 می توانند تمام انواع اجزا را تولید نمایند و برای مونتاژ کننده پایین جریان p1 یا p2 تامین نمایند. کارخانه k2، اجزای نمایش داده شده توسط شاخص های فرد را تنها در حالی تولید می کند که k3 آن موارد نمایش داده شده توسط شاخص های زوج را تولید می کند: و هر دو می توانند برای p1 و p2 در یک زمان تامین شوند. کارخانه های مونتاژ در عوض، قطعات جزء را انبار می کنند و سبک های مختلف محصول را مطابق با مشخصات سفارش مونتاژ می نمایند. زمانی که اتمام سفارشی شده انجام می شود، محصولات نهایی به مراکز توزیع پایین

جریان منتقل می شوند. تنها سه خروجی خرده فروشی توسط هر مرکز توزیع q به صورت نشان داده شده در شکل 1 به کار گرفته می شود.

الگوریتم پیشنهادی برای نمونه های مختلف مسئله با تغییر پیچیدگی و اندازه آزمایش می شود. مینیمم سطح خدمات هدف در هر نقطه خرده فروشی در 75٪ تقاضا در هر دوره t تنظیم می شود. مقادیر ورودی برای پارامترهای منبع و هزینه مدل ها به طور تصادفی از توزیع کنندگان یکنواخت روی گستره ای معین از بازه ها تولید می شوند. گستره بازه های انتخاب شده برای هر پارامتر ورودی در جدول 1 نشان داده شده است.

برای عملکرد بهتر این الگوریتم، پارامترهای GA از طریق آزمایش عددی انتخاب می شوند. در حلقه کامل شبیه سازی GA، اندازه جمعیت 25 است در حالیکه درجه نخبه گرایی PE 75٪ جمعیت است. ماکزیمم تولیدات کلی و

تولیدات بازه مجاز برای بهبود قبل از خاتمه در 10^4 and 10^3 به ترتیب تنظیم می شود. ضریب تناسب

برای ارزیابی تناسب $K = 10^8$ و فاکتور جریمه برای راه حل غیرعملی $K_D = 10^{14}$ است.

مقادیر احتمال برای اپراتورهای تغییر و متقاطع در 0.1 و 0.05 تنظیم می شود. جدول 2، نتایج مدل زمانبندی تولید-توزیع (مدل 1-1) به دست آمده توسط اجرای مکرر GA برای نمونه های مختلف مسئله خلاصه نموده است.

اجرای GA پیشنهادی برای ساده ترین نمونه مسئله (P1) با تنها یک آیتم محصول، نمایش دهنده سابقه همگرایی نشان داده شده در شکل 11 است. نتیجه شبیه سازی نشان می دهد که این راه حل به سرعت در 100 تولید اول به مرز پایینی میل می کند و به کندی در تولیدات بالاتر بهبود می یابد.

همین مجموعه از نمونه های مسئله با نرم افزار عددی به نام LINGO 8.0 حل می شوند. این نرم افزار راه حل هیا

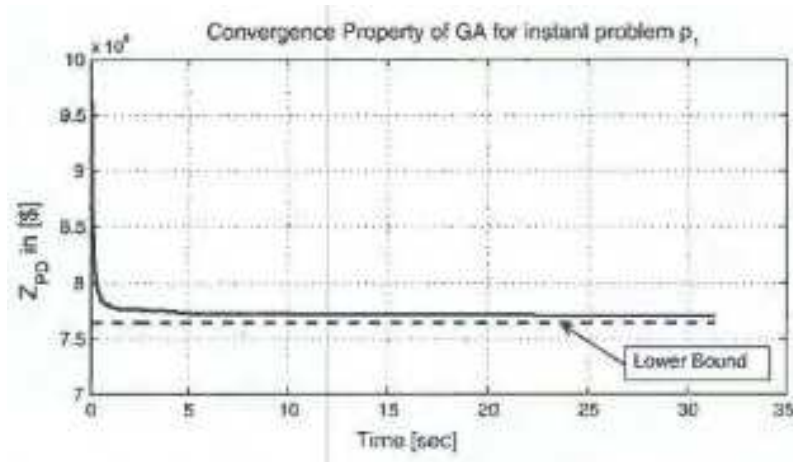
دقیقی را برای سه نمونه مسئله اول (P1-P3) ارائه می دهد. برای نمونه های بالاتر مسئله (P4-P9)، نمی تواند به

یک راه حل بهینه در 48 ساعت اول همگرا شود، اما یک راه حل مرزی پایینی را برای آرامش LP به همراه می آورد.

برای دو مسئله آخر (P10 و P11)، تعداد محدودیت ها و متغیرهای عدد صحیح مرتبط از حدود مجاز نرم افزار برای

تولید هر راه حل عملی تجاوز نمی کند. با مقایسه نتایج به دست آمده توسط GA با نتایج مرز پایینی از LINGO

برای نمونه مسئله مشخص، فاکتور نرخ بندی نزدیکی به صورت زیر محاسبه می شود.



شکل 11. همگرایی GA برای مسئله آزمون p1.

5. نتیجه گیری

این مقاله به برنامه زمانبندی دینامیک جایگزینی مواد، تولید جزء، مونتاژ سفارشی شده و توزیع محصولات در یک سیستم تولید زنجیره تامین BTO چندمرحله ای می پردازد. به منظور عملکرد مدلسازی کارآمد، مسئله کلی ابتدا به دو مسئله فرعی تجزیه می شود: مونتاژ محصول و برنامه ریزی توزیع و تولید جزء و برنامه ریزی درخواست مواد. سپس مسائل فرعی به صورت مدل های برنامه نویسی خطی عد صحیح ترکیبی (MILP) با هدف مینیمم نمودن هزینه های تجمعی مرتبط فرمول نویسی می شوند در حالیکه رضایت مشتری را بهبود می بخشند. یک رویکرد راه حل ابتکاری مبتنی بر الگوریتم ژنتیک برای مسئله فرعی برنامه ریزی توزی-تولید پیشنهاد می شود. با استفاده از برخی نمونه های مسائل آزمون، بهترین راه حل به دست آمده از GA با مرزهای پایینی به دست آمده از LINGO مقایسه می شوند. نتایج GA نشان می دهد که گستره فواصل خالی با توجه به کیفیت راه حل در مرتبه 99.17-99.92% از مرزهای پایینی آن قرار دارد. به علاوه، رویکرد GA پیشنهادی، تمام مسائل آزمون را در دوره ای بسیار کوتاه از زمان محاسبات، تقریباً کمتر از 3 ساعت حل می کند. هرچند، رویکرد راه حل دقیق که از LINGO استفاده می کند نمی تواند راه حلی را برای مسائل آزمون بزرگتر در دو روز فراهم نماید که این به علت پیچیدگی ساختار مسئله است.

References

- Aghezzaf, E., Raa, B., & Landeghem, H. (2006). Modeling inventory routing problems in supply chains of high consumption products. *European Journal of Operational Research*, 169, 1048–1063.
- Amiri, A. (2006). Designing a distribution network in a supply chain system: Formulation and efficient solution procedure. *European Journal of Operational Research*, 171, 567–576.
- Chen, C., & Lee, W. (2004). Multi-objective optimization of multi-echelon supply chain networks with uncertain product demands and prices. *Computers and Chemical Engineering*, 28, 1131–1144.
- Christensen, W., Germain, R., & Birou, L. (2005). Build-to-order and just-in-time as predictors of applied supply chain knowledge and market performance. *Journal of Operations Management*, 23, 470–481.
- Christian, P., & Zimmers, E. Jr., (1999). Age of agile manufacturing puts quality to the test. *Quality Progress*, 32(5).
- Demirli, K., & Yimer, A. (2008). Fuzzy scheduling of a build-to-order supply chain. *International Journal of Production Research*, 46(14), 3931–3958.
- Ding, H., Benyoucef, L., Xie, X. (2005). A simulation-based multi-objective genetic algorithm approach for networked enterprises optimization. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*.
- Eiben, A., & Smith, J. (2003). *Introduction to evolutionary computing* (1st ed.). Amsterdam: Springer.
- Ertogral, K., Darwish, M., & Ben-Daya, M. (2006). Production and shipment lot sizing in a vendor-buyer supply chain with transportation cost. *European Journal of operations Research*.
- Guillen, G., Badell, M. E. A., & Puigjaner, L. (2006). Simultaneous optimization of process operations and financial decisions to enhance the integrated planning/scheduling of chemical supply chains. *Computers and Chemical Engineering*, 30, 421–436.
- Gunasekaran, A., & Ngai, E. (2005). Build-to-order supply chain management: A literature review and framework for development. *Journal of Operations Management*, 23, 423–451.
- Holland, J. (1992). *Adaptation in natural and artificial systems* (2nd ed.). University of Michigan: MIT Press.
- Jayaraman, V., & Prkul, H. (2001). Planning and coordination of production and distribution facilities for multiple commodities. *European Journal of operations Research*, 133, 394–408.
- Ko, H., & Evans, G. (2007). A genetic algorithm-based heuristic for the dynamic integrated forward/reverse logistics network for 3pls. *Computers and Operations Research*, 34, 346–366.
- Krajewski, L., Wei, J., & Tang, L. (2005). Responding to schedule changes in build-to-order supply chains. *Journal of Operations Management*, 23, 452–469.
- Lakhal, S., Martel, A., Kettani, O., & Oral, M. (2001). On the optimization of supply chain networking decisions. *European Journal of Operational Research*, 129, 259–270.
- Lee, Y., Jeong, C., & Moon, C. (2002). Advanced planning and scheduling with outsourcing in manufacturing supply chain. *Computers and Industrial Engineering*, 43, 351–374.
- Li, J., Cheng, T., & Wang, S. (2007). Analysis of postponement strategy for perishable items by eqq-based models. *International Journal of Production Economics*, 107, 31–38.
- Liang, T. (2006). Distribution planning decisions using interactive fuzzy multi-objective linear programming. *Fuzzy Sets and Systems*.
- Lyons, A., Coronado-Mondragon, A., & Kehoe, D. (2004). Factors influencing the design of build-to-order supply chains. *IEEE International Engineering Management Conference*, 1269–1272.
- Michalewicz, Z. (1996). *Genetic algorithms + data structures = evolution programs*. 3rd ed. Berlin: Springer-Verlag.
- Moon, C., Kim, J., & Hur, S. (2002). Integrated process planning and scheduling with minimizing total tardiness in multi-plants supply chain. *Computers and Industrial Engineering*, 43, 331–349.
- Mukhopadhyay, S., & Setoputro, R. (2005). Optimal return policy and modular design for build-to-order products. *Journal of Operations Management*, 23, 496–506.
- Nachiappan, S., & Jawahar, N. (2007). A genetic algorithm for optimal operating parameters of vmi system in a two-echelon supply chain. *European Journal of Operational Research*.
- Naso, D., Surico, M., Turchiano, B., & Kaymak, U. (2007). Genetic algorithms for supply-chain scheduling: A case study in the distribution of ready-mixed concrete. *European Journal of Operational Research*, 177, 2069–2099.
- Neiro, S., & Pinto, J. (2004). A general modeling framework for the operational planning of petroleum supply chains. *Computers and Chemical Engineering*, 28, 871–896.
- Perea-López, E., Ydstie, B., & Grossmann, I. (2003). A model predictive control strategy for supply chain optimization. *Computers and Chemical Engineering*, 27, 1201–1218.
- Prasad, S., Tata, J., & Madan, M. (2005). Build to order supply chains in developed and developing countries. *Journal of Operations Management*, 23, 551–568.
- Ross, A. D. (2000). Performance-based strategic resource allocation in supply networks. *International Journal of Production Economics*, 63, 255–266.
- Sabri, E., & Beamon, B. (2000). A multi-objective approach to simultaneous strategic and operational planning in supply chain design. *International Journal of Management Science, Omega*, 28, 581–598.
- Sakawa, M., Kato, K., & Nishizaki, I. (2003). An interactive fuzzy satisfying method for multi-objective stochastic linear programming problems through an expectation model. *European Journal of Operations Research*, 145, 665–672.
- Selvarajah, E., & Steiner, G. (2005). Batch scheduling in a two-level supply chain: A focus on the supplier. *European Journal of Operations Research*.
- Sen, W., Pokharel, S., & Yulei, W. (2004). Supply chain positioning strategy integration, evaluation, simulation, and optimization. *Computers and Industrial Engineering*, 46, 781–792.
- Sharma, A., & LaPlaca, P. (2005). Marketing in the emerging era of build-to-order manufacturing. *Industrial Marketing Management*, 34, 476–486.
- Spitter, J., Hurkens, C., Kok, A., Lenstra, J., & Negenman, E. (2005). Linear programming models with planned lead times for supply chain operations planning. *European Journal of Operational Research*, 163, 706–720.
- Talluri, S., & Baker, R. (2002). A multi-phase mathematical programming approach for effective supply chain design. *European Journal of Operational Research*, 141, 544–558.
- Torabi, S., Ghomi, S., & Karimi, B. (2006). A hybrid genetic algorithm for the finite horizon economic lot and delivery scheduling in supply chains. *European Journal of Operational Research*, 173, 173–189.
- Weng, Z., & Parlar, M. (2005). Managing build-to-order short life-cycle products: Benefits of pre-season price incentives with standardization. *Journal of Operations Management*, 23, 482–495.
- Yao, A., & Carlson, J. (2003). Agility and mixed-model furniture production. *International Journal of Production Economics*, 81(82), 95–102.

برای خرید فرمت ورد این ترجمه، بدون واتر مارک، اینجا کلیک نمایید.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی