فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج – سال چهاردهم/ شماره ۴۹ / پاییز ۱۳۹۸

طراحی مدل زنجیره تأمین حلقه بسته در شرایط قطعیت با در نظر گرفتن انبارهای واسطه‌ای (بررسی موردی: شرکت خودرنگ)

لیلا عرب
کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، موسسه غیر انتفاعی امین، فولاد شهر، اصفهان
Email: Smrdavoodi@ut.ac.ir
سید محمدرضا داودی(نویسنده مسؤول)
استادیار، گروه مدیریت، واحد دهاقان، دانشگاه آزاد اسلامی، دهاقان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۵/۰۷ * تاریخ پذیرش ۹۸/۰۸/۱۵

چکیده
مدیریت‌زنجیره‌تامین، فرآیند برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل کارآمد جریان مواد اولیه، موجودی‌های در جریان ساخت، محصولات نهایی و همچنین جریان اطلاعات مرتبط با آن از تأمین مواد اولیه تا تحویل به مصرف‌کننده نهایی می‌باشد. بر این اساس در این تحقیق به بررسی و طراحی مدل بهینه‌سازی برای زنجیره تأمین حلقه بسته با در نظر گرفتن شرایط اطمینان در شرکت خودرنگ پرداخته‌شده است. بنابراین به کمک متخصصان مدل بازبینی و بر اساس داده‌هایی که از دوره‌های قبل گردآوری‌شده‌اند آزمون انجام‌گرفته است. در این تحقیق زمان‌های جابجایی به‌صورت احتمالی در نظر گرفته‌شده‌اند که برای تولید اعداد تصادفی از نرم‌افزار متلب استفاده‌شده است، بدین‌صورت که ابتدا مدلی برای حل مسئله زمان‌بندی در مسئله موردنظر پیشنهادشده است که شامل دو هدف حداقل کردن هزینه و زمان است، سپس پارامترهای میزان تقاضا و برگشت محصول با توجه به داده‌های بیست دوره قبل و با استفاده از شبکه‌های عصبی پیش‌بینی‌شده و به همراه سایر پارامترها به‌عنوان پارامترهای ورودی در نرم‌افزار گمز کدگذاری شده‌اند که برای حل مدل از روش MIP استفاده‌شده است. نتایج این پژوهش در یک محیط بسته و بدون دخالت متغیرهای خارج از مدل، در شرکت خودرنگ نشان می‌دهد مدیران این شرکت توانسته‌اند با پیاده‌سازی معیارهای مربوط به زنجیره تأمین حلقه بسته و پیش‌بینی میزان تقاضا و برگشت محصول، رضایت مشتریان و تأمین‌کنندگان عمده خود را فراهم سازند.

کلمات کلیدی: زنجیره تأمین حلقه بسته، شبکه عصبی، قطعیت، لجستیک.

۱- مقدمه

فشارهای محیطی در سال‌های اخیر باعث شده است زنجیره تأمین و مدیریت مناسب آن،عامل مهمی برای حضور موفق در بازارهای رقابتی مطرح شود و یک مزیت رقابتی برای شرکت‌ها به شمار برود (Saberi et al., 2014). زنجیره‌های تأمین شبکه‌ای متشکل از مؤسساتی هستند که توانایی‌ها و منابع خود را به‌منظور ارائه ارزش به مشتری نهایی به کار می‌گیرند (Hasanzadeh & Jafariyan, 2010). مدیریت زنجیره تأمین به دنبال کاهش ریسک در زنجیره تأمین بوده، از این طریق، اهدافی چون بهبود سطح رضایت مشتریان، بهینه‌سازی و مدیریت موجودی‌ها و سوددهی بیشتر را دنبال می‌کند. در راستای این اهداف، تأمین‌کنندگان و مدیریت آن‌ها نقش مهمی را بر عهده‌دارند (Hasanzadeh & Paryab, 2013).

به‌طورکلی دو نوع زنجیره تأمین وجود دارد؛ زنجیره تأمین مستقیم و زنجیره تأمین معکوس زنجیره تأمین مستقیم شامل تمام فعالیت‌هایی است که به‌واسطه‌ی آن‌ها مواد اولیه به محصولات نهایی تبدیل می‌شوند. مدیران سعی دارند عملکرد زنجیره‌های تأمین مستقیم را درزمینهٔ‌هایی چون مدیریت تقاضا، تدارکات و تهیه و تکمیل سفارش بهبود بخشند(Abdolla et al., 2012). زنجیره تأمین معکوس به فعالیت‌هایی چون جمع‌آوری و بازیافت محصولات برگشت داده‌شده اطلاق می‌شود. جنبه‌های اقتصادی، قوانین دولتی و فشارهای مصرف‌کنندگان سه بعد مهم لجستیک معکوس به شمار می‌آیند(Melo et al., 2009). ترکیب یک زنجیره تأمین مستقیم[1] (FSC) و یک زنجیره تأمین معکوس[2] (RSC) به شکل‌گیری یک زنجیره تأمین حلقه‌ی بسته[3] (CLSC) منجر می‌شود(Guid et al., 2009).

مدیریت لجستیک معکوس و زنجیره‌های تأمین حلقه بسته یکی از جنبه‌های مهم و حیاتی هر کسب‌وکاری بوده و متضمن ساخت، توزیع و پخش خدمات و پشتیبانی از هر نوع محصولی است. که در آن، محصولات از سطوح پائینی زنجیره تأمین به سطوح بالاتر عودت داده می‌شوند. در عصر کنونی که چرخه عمر محصولات هرروز کوتاه‌تر می‌شود، مدیران سطوح بالای امور لجستیک و فرایندهای زنجیره تأمین را وادار می‌سازد تا توجه بیشتری به فرایند مدیریت زنجیره تأمین حلقه بسته داشته باشند(Fathollah, 2012).

درگذشته چرخه عمر محصول شامل فرآیندهایی از فاز طراحی تا مصرف بوده است. درحالی‌که با رویکرد مدیریت زیست‌محیطی، شامل فرآیندهای تهیه مواد اولیه، طراحی، ساخت، استفاده و بازیافت، مصرف مجدد و تشکیل یک حلقه بسته از جریان مواد برای کاهش مصرف منابع و کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی است. مدیریت زنجیره تأمین سبز[4] به دنبال تغییر مدل زنجیره خطی سنتی از تأمین‌کنندگان به کاربر است. اگر شرکت از زنجیره تأمین حلقه بسته استفاده نماید، علاوه بر حل مشکلات محیط‌زیست به پیروزی نسبی در مزیت رقابتی نیز دست خواهد یافت.

صنعت خودرنگ، پلیمر، ریف یکی از صنایع زیرمجموعه پتروشیمی می‌باشد که محصولات خود را به بازارهای مختلف توزیع می‌کند و محصولات بین بازارها و انبارها در گردش هستند، در این صنعت می‌توان درزمینهٔ مسائلی چون هزینه‌های حمل‌ونقل، تمایز و تنوع محصول، محصولات برگشتی، شبکه‌های توزیع‌کننده و هزینه‌های نگهداری، پرسنل، و بهره‌وری، چرخه مالی و تحویل به‌موقع را از طریق پیاده‌سازی مدیریت زنجیر تأمین حلقه بسته مناسب تا حد امکان بهبود داد. نوع فعالیت شرکت تجاری است و محصولات و خدمات آن شامل: تولید انواع رزین‌های رنگ‌سازی[5] و پلی‌استر[6]،انواع رنگ‌های ساختمانی، صنعتی، دریایی، چوب، اتومبیل، ترافیک، خمیر و بیگمنت‌های چاپ[7] می‌باشد. در این تحقیق، از طریق بررسی یک مدل زنجیره تأمین حلقه بسته در شرایط قطعیت بران شدیم تا پارامترهایی چون، هزینه و تقاضای خرده‌فروش،ظرفیت تأمین‌کنندگان و توزیع‌کنندگان،هزینه

[1] Forward Supply Chain
[2] Reverse Supply Chain
[3] Closed-loop Supply Chain
[4] Green Supply Chain Management
[5] Coloring resins
[6] Polyester
[7] Printing Banners

نگهداری و حمل‌ونقل و میزان برگشت محصول به گونه‌ایی عملیاتی شونده زمان جابه‌جایی بین تأمین‌کننده و توزیع‌کننده و همچنین توزیع‌کننده و خرده‌فروش حداقل شود و درعین‌حال با توجه به محدودیت‌ها که همان زمان، ظرفیت انبارها، و ظرفیت تولیدکننده است، سود شرکت حداکثر شود.

در این پژوهش به طراحی یک مدل زنجیره تأمین حلقه بسته با درنظرگرفتن شرایط اطمینان و قطعیت در تقاضا و برگشت محصول همچنین بهره‌گیری از تکنیک‌های متفاوت مانند تکنیک برنامه‌ریزی غیرخطی و فن شبکه‌های عصبی جهت شبیه‌سازی مسئله ضمن پژوهش حاضر در شرکت خودرنگ بررسی‌شده است. اطلاعات از شرکت خودرنگ و بر اساس پیش‌بینی‌های سال قبل جمع‌آوری‌شده که از طریق شبکه‌های هوش مصنوعی میزان تقاضا و برگشت محصول پیش‌بینی‌شده است. هدف اول حداقل کردن هزینه و هدف دوم حداقل کردن زمان در شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته است. در این پژوهش چگونگی یک مدل بهینه‌سازی شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته با درنظرگرفتن شرایط اطمینان در مجتمع صنایع شیمیایی خودرنگ در قسمت‌های انبار، حمل‌ونقل و بخش توزیع موردبررسی قرارگرفته است.

۲- روش‌شناسی پژوهش

۲-۱ پیشینه نظری: هدف طراحی زنجیره تأمین به دست آوردن یک شبکه است که اهداف تصمیم‌گیرنده را به بهترین نحو ممکن برآورده سازد (Taherhkani & Tavakolimoghadam, 2017) همچنین کاهش هزینه یا کاهش موجودی‌ها، افزایش مسئولیت‌پذیری در برابر مشتریان، بهبود ارتباط زنجیره تأمین، کاهش زمان چرخه تولید و بهبود هماهنگی را در برمی‌گیرد. در جدول شماره (۱) به برخی تحولات مراحل مدیریت زنجیره تأمین اشاره‌شده است.

جدول شمار(۱): تحولات مراحل مدیریت زنجیره تأمین (Feyzabadi, 2011)

مرحله (مدیریت زنجیره تأمین)	تأکید مدیریت
مرحله اول تا سال ۱۹۶۰انبارداری و حمل‌ونقل	عملکرد عملیات/حمایت فروش و بازاریابی،حمل‌ونقل/ انبارداری/ کنترل موجودی
مرحله دوم تا سال ۱۹۸۰مدیریت هزینه جامع	متمرکز سازی لجستیک /مدیریت هزینه جامع /بهینه‌سازی عملیات /خدمت به مشتری/لجستیک رقابتی
مرحله سوم تا ۱۹۹۰مدیریت پشتیبانی یکپارچه	برنامه‌ریزی لجستیک / زنجیرتامین / یکپارچگی بنگاه و کارکرد عملیات کانال
مرحله چهارم تا سال ۲۰۰۰مدیریت زنجیرتامین	نگرش استراتژیک زنجیره تأمین / استفاده از فناوری اکسترانت /رشد هم تکاملی اتحاد کانال / تشریک‌مساعی برای تقویت کردن شایستگی کانال
مرحله پنجم سال ۲۰۰۰ به بعد مدیریت زنجیره تأمین	به کارگری اینترنت برای مفهوم زنجیره تأمین / به اشتراک گذاشتن داده با هزینه پایین پایگاه داده /اطلاعات الکترونیکی /هم‌زمان کردن زنجیره تأمین

الف) پیشینه تجربی: در جدول (۲) خلاصه‌ای از پژوهش‌های انجام‌شده آورده شده است

جدول شماره(۲): خلاصه‌ای از پژوهش‌های انجام‌گرفته

موضوع	منبع
برنامه‌ریزی تصادفی دومرحله‌ای مبتنی بر روش تقریب میانگین نمونه و الگوریتم تجزیه بندرز شتاب‌یافته برای طراحی شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته تحت عدم قطعیت	Hasani, (2017)
ارائه مدل دوسطحی طراحی شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته در شرایط عدم قطعیت و رقابت بین زنجیره‌ای: حل با رویکرد تجزیه بندرز	Fallah et al, (2017)
توسعهٔ یک مدل زنجیرهٔتأمین چهار سطحی دوهدفه و حل با استفاده از روش STEM"،یک مدل زنجیرهٔ-تأمین چهار سطحی شامل تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان و خرده‌فروشان	Taherkhani & Tavakoli Moghadam,(2017)

Azar et al, (2016)	طراحی مدل ریاضی یکپارچه برای زنجیره تأمین با حلقه بسته
Ghomi et al, (2017)	طراحی شبکه زنجیره تأمین انعطاف‌پذیر حلقه بسته برای انتقالات جانبی
Yi et al, (2016)	طراحی شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته خرده‌فروشان برای استفاده مجدد محصولاتی که عمر آن‌ها به پایان رسیده است
Simon et al, (2016).	بررسی تأثیر چرخه عمر سیستم‌های بسته‌بندی نوشیدنی : تمرکز بر روی بطری های مصرفی
Giri & Sharma, (2015)	بهینه‌سازی یک زنجیره تأمین حلقه بسته با در نظر گرفتن تولیدات معیوب و نرخ بازگشت کیفیت
Mahmoudzadeh et al, (2013).	رویکرد بهینه‌سازی استوار باسیاست قیمت‌گذاری و تولید پویا در یک سیستم ترکیبی تولیدی و بازتولیدی تحت شرایط عدم قطعیت در تقاضا و نرخ بازگشت به‌منظور دستیابی به یک سیستم حلقه بسته سودآور تعیین کردند
Hasani et al, (2012).	طراحی شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته استوار برای محصولات فسادپذیر در سیستم تولید چابک تحت شرایط عدم قطعیت

ب) مدل تحقیق: این پژوهش ازنظر هدف کاربردی است و روش گردآوری داده‌ها از نوع مطالعات کتابخانه‌ای و تحقیقات میدانی می‌باشد.در این مسئله زمان‌های جابجایی به‌صورت احتمالی در نظر گرفته‌شده‌اند که برای تولید اعداد تصادفی از نرم‌افزار متلب استفاده گردید بدین‌صورت که ابتدا مدلی برای حل مسئله زمان‌بندی در مسئله موردنظر پیشنهادشده است که شامل دو هدف حداقل کردن هزینه و زمان می‌باشد، سپس پارامترهای میزان تقاضا و برگشت محصول با توجه به داده‌های بیست دوره قبل و با استفاده از شبکه‌های عصبی پیش‌بینی‌شده و به همراه سایر پارامترها به‌عنوان پارامترهای ورودی در نرم‌افزار گمز وارد گردید که برای حل مدل از روش MIP استفاده‌شده است. شبکه‌های عصبی باید آموزش ببینند تا بتوانند میزان تقاضا و برگشت محصول را پیش‌بینی کنند و برای این آموزش از داده‌های گذشته که نشان‌دهنده رابطه میان میزان تقاضا و هزینه‌های بارگیری و تخلیه و همچنین رابطه‌ی میان میزان برگشت محصول و پنجره زمانی مجاز تحویل محصول، می‌توان استفاده کرد که در این مسئله به علت تعدد هزینه‌ها تنها از هزینه‌های تخلیه در محل خرده‌فروش و اطلاعات پنجره زمانی مجاز در بیست دوره قبل استفاده‌شده است. هزینه‌های جدید تخلیه در محل خرده‌فروش و اطلاعات پنجره زمانی جدید به شبکه‌ی عصبی آموزش‌دیده، ارائه‌شده‌اند سپس میزان تقاضا و برگشت محصول پیش‌بینی‌شده است. پس از بدست‌اوردن پارامترها با استفاده از شبکه‌های عصبی کلیه این داده‌ها وارد نرم‌افزار گمز و با فن برنامه‌سازی غیرخطی مسئله حل گردید. پژوهش حاضر به لحاظ استفاده از قطعیت در تقاضا و برگشت محصول همچنین بهره‌گیری از فن‌های متفاوت مانند فن برنامه‌ریزی غیرخطی و فن شبکه‌های عصبی جهت شبیه-سازی مسئله، نسبت به تحقیقات پیشین متمایز می‌باشد.

قیود و مفروضات در نظر گرفته‌شده در این مدل می‌توان به‌صورت زیر است:

- هر خرده‌فروش پنجره‌ی زمانی خاص خود را دارد یعنی درخواست خرده‌فروش باید در یک بازه زمانی مشخص برآورد شود.
- وسایل حمل ناوگان همگن
- فرض می‌شوند و ظرفیت آن‌ها مشخص و ثابت است
- مکان هر یک از خرده‌فروشان و انبارهای واسطه‌ایی مشخص است
- تعداد خرده‌فروشان و تقاضای آن‌ها معلوم و مشخص است
- حداکثر تعداد وسایل حمل ثابت و مشخص است
- هر تأمین‌کننده یک محصول ارائه می‌دهد
- با توجه به اینکه در مراکز تأمین‌کننده فقط عمل بارگیری و در مراکز خرده‌فروش فقط عمل تخلیه انجام می‌شود فرایند تثبیت محصولات با توجه به مقصد و تقاضای خرده‌فروش طی عمل تخلیه و بارگیری در انبار واسطه انجام شود
- هر وسیله حمل، تور خود را از انبار آغاز کرده و پس از سرویس‌دهی،به انبار برمی‌گردد
- تقاضای هر تور نباید از ظرفیت وسیله حمل تجاوز کند

- هر خرده‌فروش فقط می‌تواند در یک تور قرار بگیرد
- طول افق برنامه‌ریزی،محدود و برای یک دوره زمانی است(تک دوره‌ای)
- تعداد محصولات در هر انبار، محدود و مستقل بوده که بین مشتریان با تقاضاهای متفاوت برای هر محصول توزیع می‌شود.
- در جدول شماره (۳) اندیس‌های مدل پیشنهادی بیان‌شده است.

جدول شماره(۳): اندیس‌های مدل

$i \quad j$	اندیس مربوط به نقاط تأمین‌کننده و خرده‌فروش
K	اندیس مربوط به‌وسیله نقلیه در نقاط برداشت و تحویل
S	اندیس مربوط به انبارهای واسطه‌ایی
E	اندیس مربوط به نوع محصول
R	مجموعه خرده‌فروشان
V	مجموعه تأمین‌کنندگان

در جدول‌های (۴) و(۵) پارامترها و متغیرهای مدل پیشنهادی آورده شده است

جدول شماره (۴): پارامترهای مدل پیشنهادی

d_{ie}	تقاضای مشتریi برای محصول نوع e
Cap_k	ظرفیت وسیله نقلیهk
Cap_s	ظرفیت مربوط به واسطه‌ایی s
cx_{ij}	هزینه مسافت یال بین iوj
po_{kse}	هزینه عملیاتی تخلیه محصول نوع e , توسط وسیله نقلیه k در انبار s
pu_{ike}	هزینه عملیاتی بارگیری محصول نوع e توسط وسیله نقلیه k در محل تأمین‌کننده i
pz_{kse}	هزینه عملیاتی بارگیری محصول نوع eتوسط وسیله نقلیه kدر انبارs
pd_{ie}	هزینه مربوط به براوردتقاضا در محل خرده‌فروش I هزینه تخلیه مقدار واحد محصول نوع e در محل خرده‌فروش i
f_{ks}	هزینه ثابت مربوط به استفاده از وسیله نقلیه kتوسط انبار s
$\hat{t}_{i,j}$	زمان سفر بین گره‌های خرده‌فروشان (غیرقطعی و احتمالی) $i, j \in R$
$t_{i,j}$	زمان سفر بین گره‌های تأمین‌کنندگان $i, j \in V$
tu_{ei}	زمان بارگیری یک واحد محصول e از تأمین‌کننده i
to_{es}	مدت‌زمان تخلیه محصول e در انبار sصرف می‌کند
tz_{es}	مدت‌زمان لازم بارگیری برای محصول نوع eدر انبار s
td_{es}	مدت‌زمان لازم برای تخلیه مقدار موردتقاضا در محل خرده‌فروش
α_i	حد پایین پنجره زمانی برای خرده‌فروشi
β_i	حد بالای پنجره زمانی برای خرده‌فروش i

جدول شماره(۵): .متغیرهای مدل پیشنهادی

$x_{ijk} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$	اگر وسیله k از یال (i,j)عبور کند در غیر این صورت
$w_{ksi} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$	اگر وسیله k از انبار sبه خرده‌فروشiسرویس دهد در غیر این صورت
$y_{ks} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$	اگر انبار s از وسیله نقلیه k استفاده کند در غیر این صورت

$\tau_{is} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$	اگر انبار s از تأمین‌کننده iام سرویس بگیرد در غیر این صورت
u_{ike}	مقدار بارگیری محصول eتوسط وسیله نقلیه k از تأمین‌کننده i
o_{kse}	مقدار تخلیه‌شده از محصول نوع eتوسط وسیله نقلیه k در انبار s
z_{kse}	مقدار بارگیری شده محصول e توسط وسیله نقلیه k در انبار s
t_{ik}	زمان شروع سرویس‌دهی به خرده‌فروش iتوسط وسیله نقلیه k

با توجه به مباحث بالا مدل به‌صورت زیر ارائه می‌گردد:

تابع هدف

(۱)

$$\min \sum_i \sum_k \sum_e pu_{ike} u_{ike} + \sum_k \sum_s \sum_e pz_{kse} \cdot z_{kse} + \sum_k \sum_s \sum_e po_{kse} \cdot O_{kse} + \sum_i \sum_e \sum_s W_{ksi} pd_{ies} \cdot d_{ies} + \sum_k \sum_s f_{ks} \cdot y_{ks} + \sum_i \sum_j \sum_k cx_{ij} \cdot x_{ijk}$$

محدودیت‌ها

(۲) $\sum_k \sum_{i \in v} X_{ijk} = 1 \quad \forall_{j \in v}$

(۳) $\sum_k \sum_{j \in V} x_{jik} \ 1 \quad \forall_{j \in v}$

(۴) $\sum \boldsymbol{X_{ijk}} - \sum \boldsymbol{x_{jik}} = \boldsymbol{0} \quad \forall \boldsymbol{K}, \boldsymbol{i} \in \boldsymbol{V}$

(۵) $\sum_{\boldsymbol{k}} \sum_{\boldsymbol{i}} \boldsymbol{x_{jik}} = \boldsymbol{1} \quad \forall \boldsymbol{j} \ \boldsymbol{i} \in \boldsymbol{R}$

(۶) $\sum_k \sum_i x_{jik} = 1 \quad \forall i \in R$

(۷) $\sum_{\cdot} X_{ijk} - \sum_{\cdot} x_{jik} = 0 \quad \forall K, i \in R$

(۸) $\sum_s Y_{ks} \leq 1 \quad \forall K$

(۹) $Y_{ks} \leq \sum_{j \in V} x_{sjk} \quad \forall \mathrm{K}, \mathrm{S}$

(۱۰) $Y_{ks} \leq \sum x_{sjk} \quad \forall \mathrm{K}, \mathrm{S}$

(۱۱) $\sum_{\cdot} x_{sjk} \leq 1 \quad \forall K, S$

(۱۲) $\sum_{j \in V} x_{jsk} \leq 1 \quad \forall K, S$

$$Y_{ks} \leq \sum_{j \in R} x_{jsk} \qquad \forall K, S \qquad (۱۴)$$

$$\sum_{i \in R} X_{sjk} \leq 1 \qquad \forall K, S \qquad (۱۵)$$

$$\sum_{j \in R} X_{sjk} \leq 1 \qquad \forall K, S \qquad (۱۶)$$

$$\sum_{s} \sum_{k} W_{ksi} = 1 \qquad \forall_i \in R \qquad (۱۷)$$

$$X_{ijk} \leq \sum \tau_{js} \qquad \forall_i, j \in V, K \qquad (۱۸)$$

$$u_{ike} \leq M \tau_{is} \qquad i \in V \; \forall K \qquad (۱۹)$$

$$\sum_{e} z_{kse} \leq \left(\sum_{e} O_{kse}\right) + \left(Cap_k - \sum_{s} \sum_{i \in V} u_{ike}\right) \qquad \forall K, s \qquad (۲۰)$$

$$O_{kse} \leq \sum_{i \in V} u_{ike} \qquad \forall K, S, e \qquad (۲۱)$$

$$\sum_{e} \sum_{s} z_{kse} + \sum_{e} \sum_{i \in v} u_{ike} - \sum_{e} \sum_{s} O_{kse} \geq \sum_{e} \sum_{i \in R} d_{ie} \sum_{s} W_{ksi} \qquad \forall K \qquad (۲۲)$$

$$\sum_{e} \sum_{s} Z_{kse} + \sum_{e} \sum_{i \in v} u_{ike} - \sum_{e} \sum_{s} O_{kse} \geq \sum_{e} \sum_{i \in R} d_{ie} \sum_{s} w_{ksi} \qquad \forall K \qquad (۲۳)$$

$$\sum \sum Z_{kse} \leq cap_s \qquad \forall K \qquad (۲۴)$$

$$t_{ik} + \hat{t}_{ij} + \sum_e td_{kie} \cdot d_{ie} - M\left(1 - x_{ijk}\right) \leq t_{jk} \qquad i, j \in R \qquad (۲۵)$$

$$t_{ik} + \hat{t}_{ij} + \sum_e tu_{ei} \cdot u_{ike} - M\left(1 - X_{ijk}\right) \leq t_{jk} \qquad i \in v, j \in v \cup s \qquad (۲۶)$$

$$t_{sk} + \hat{t}_{si} + \sum_e to_{kse} \cdot O_{kse} + \sum_e tz_{kse} \cdot Z_{kse} - M(1 - X_{sik}) \leq t_{ik} \qquad i \in R, s \in S \qquad (۲۷)$$

$$X_{iik}, W_{ksi}, Y_{ks}, \tau_{is} \in \{1, 0\} \qquad (۲۸)$$

$$u_{ike}, z_{kse}, t_{ik}, at_i, bt_i, o_{kse} \in Z$$

تابع هدف(۱) شامل یک تابع هدف شش‌بخشی که شامل:(pu_{kse}) هزینه عملیات بارگیری با توجه به مقدار بارگیری شده (u_{ike}) (در محل تأمین‌کننده، هزینه عملیات بارگیری (pz_{kse}) به مقدار بارگیری شده در انبار(z_{kes})، محاسبه هزینه تخلیه در انبار برابر با هزینه عملیاتی تخلیه (po_{kse}) در مقدار تخلیه(O_{kse})،برآورد هزینه تخلیه در محل خرده‌فروش برابر با هزینه

عملیاتی تخلیه ($^{pd_{ie}}$)در مقدار تقاضای خرده‌فروش($^{d_{je}}$)،محاسبه هزینه استفاده از ماشین در انبار و محاسبه هزینه مسافت طی شده در مسیر می‌باشد که برابر با هزینه مسافت یال‌ها($^{px_{ij}}$) در یال‌های طی شده است.

محدودیت‌های(۲) و (۳) که درواقع جز محدودیت‌های عمومی مسائل VRP[8] (مسیریابی وسیله نقلیه) نیز می‌باشند که هر گره تنها یک‌بار توسط یک وسیله نقلیه ملاقات شوند و محدودیت(۴) نیز شرط اینکه هر وسیله نقلیه باید به همان گره‌ای که وارد می‌شود از آن خارج گردد . محدودیت‌های (۵) و (۶) نیز که جز محدودیت‌های عمومی مسائل VRP می‌باشند به ترتیب شرایطی را در مدل حاکم کرده که هر گره تنها و تنها یک‌بار توسط یک وسیله نقلیه ملاقات شوند و محدودیت (۷) نیز شرط اینکه هر وسیله نقلیه باید به گره‌ای که وارد می‌شود از آن خارج گردد را برآورده می‌سازد(مشتری).در این مدل چون بحث چند انباره مطرح هست محدودیت(۸) نشان می‌دهد هر وسیله نقلیه توسط یک مرکز s استفاده شود. محدودیت‌های(۹) (۱۰) (۱۱) (۱۲) نشان‌دهنده حرکت از یک انبار واسطه‌ایی به تأمین‌کنندگان و برگشت به همان انبار می‌باشند محدودیت‌های(۱۳) (۱۴) (۱۵) (۱۶) نشان‌دهنده عبور از یک انبار مبدأ و رفتن به نقاط مشتری و برگشت به همان انبار مبدأ می‌باشد. محدودیت (۱۷) نشان می-دهد خرده‌فروشiام توسط یک مرکز s و یک وسیله از نوع k سرویس داده می‌شود. محدودیت (۱۸) نشان می‌دهد از رأس iمی-توان به رأس j توسط یک ماشین k رفت اگر رأس j بخواهد به یک انبار s سرویس دهد. محدودیت (۱۹) نشان می‌دهد ماشین k که توسط انبار s راه‌اندازی شده است می‌تواند از مبادی تأمینی که مجاز به سرویس دادن هستند سرویس بگیرد. محدودیت (۲۰) مقدار بارگیری در انبار واسطه‌هایی برابر ظرفیت ماشین منهای مقدار بارگیری که در مبادی تأمین انجام‌گرفته است به‌علاوه فضای آزادشده که در انبار تخلیه‌شده است. محدودیت (۲۱) نشان می‌دهد مقدار تخلیه در انبارها حداکثر به‌اندازه ظرفیتی است که ماشین بارگیری کرده است .محدودیت (۲۲) نشان می‌دهد مقدار تقاضای خرده‌فروش‌ها در یک تور حداکثر به‌اندازه مقدار بارگیری از تأمین‌کننده منهای مقدار تخلیه در انبار به‌علاوه بارگیری مجددان در انبار باشد و یک مشتری می‌تواند از وسیله‌ای سرویس بگیرد که تنها دریک انبار بارگیری کرده باشد. محدودیت (۲۳) بیان می‌کند یک وسیله نقلیه زمانی می‌تواند از رأس (i,j) عبور کند که حداقل یک مرکز s از آن وسیله نقلیه برای سرویس‌دهی به رأس j استفاده کند.محدودیت (۲۴) نشان می‌دهد کل مقدار بارگیری‌های انجام‌شده در یک انبار حداکثر به‌اندازه ظرفیت انبار مربوط می‌باشد. محدودیت (۲۵) مربوط به رابطه زمانی بین خرده‌فروشان .مدت‌زمانی که وسیله نقلیه به رأس iمیاید برابر است با مدت‌زمانی که در رأس j بوده بعلاوه زمانی که در رأس i صرف تخلیه انجام‌شده بعلاوه زمان عبور از یال و در صورتی $^{t_{jk}}$ مقدار می‌گیرد که وسیله نقلیه یال ij را طی کند برای محاسبه،محدودیت (۲۶)مربوط به تأمین‌کنندگان و انبار و شبیه محدودیت قبلی می‌باشد با این تفاوت که راسی که وارد می‌شود ممکن است پایان مسیر و انبار باشد به همین دلیل $^{j \in s}$ نیز در قید مطرح می‌شود. محدودیت (۲۷) رابطه زمانی بین انبارها و خرده‌فروشان می‌باشد و زمان را از انبار تا ورود به رأس خرده‌فروش محاسبه می‌کند و چون زمان بین خرده‌فروشان به‌صورت غیرقطعی در نظر گرفته می‌شود زمانی که از انبار به اولین خرده‌فروش مسیر وارد می‌شود نیز به‌صورت غیرقطعی در قید واردشده است.

۳- نتایج و بحث

الف)مفروضات شبیه‌سازی: برای تعیین میزان تقاضا و برگشت محصول از شبکه‌های عصبی با پنج نرون در لایه پنهان استفاده‌شده است، به این صورت که ابتدا این شبکه‌های عصبی آموزش‌دیده‌اند و میزان تقاضا پیش‌بینی، و اطلاعات پنجره زمانی جدید به شبکه عصبی داده‌شده است و میزان برگشت محصول پیش‌بینی می‌شود.

مفروضات در نظر گرفته‌شده در شبیه‌سازی:

- هر انبار واسطه‌ایی تنها از یک وسیله حمل استفاده می‌کند.
- هر خرده‌فروش تنها از یک انبار واسطه‌ایی سرویس می‌گیرد.
- میزان تخلیه بار در انبار واسطه‌ایی با میزان بارگیری از آن یکسان است.

[8] Vehivle Routing Problem

- هر خرده‌فروش تنها توسط یک وسیله‌ی حمل به تنها یک انبار واسطه‌ایی مرتبط است.
- هر تأمین‌کننده توانایی تأمین همه محصولات را متناسب با ظرفیت خود دارد.
- بارگیری و تخلیه محصولات به‌صورت متوالی است و به صوت هم‌زمان صورت نمی‌گیرد.

علت در نظر گرفتن این مفروضات کوچک‌تر کردن فضای مسئله برای حصول جواب می‌باشد.

- هزینه‌ی تخلیه در محل خرده‌فروش(جدید):

هزینه تخلیه در محل خرده‌فروش(جدید) در جدول ۶ به شرح زیر می‌باشد.

جدول شماره(۶): هزینه تخلیه در محل خرده‌فروش(جدید)

P6	P5	P4	P3	P2	P1	
۵	۶	۳	۲	۵	۶	R1
۴	۷	۹	۳	۲	۲	R2
۳	۹	۵	۴	۳	۳	R3
۲	۱۰	۶	۴	۶	۵	R4
۳	۸	۱۰	۹	۷	۳	R5
۵	۱۰	۸	۶	۸	۵	R6

خرده‌فروش$r۴$ از محصول $p۵$ وخرده‌فروش $r۵$ از محصول$p۴$ و خرده‌فروش$r۶$ ازمحصول$p۵$ بالاترین هزینه رامتحمل می‌شوند و خرده‌فروش$r۲$ از محصول $p۱$و محصول$p۲$ همچنین خرده‌فروش$r۱$ ازمحصول$p۲$وخرده‌فروش$r۴$ از محصول ۶ pکمترین هزینه را متحمل می‌شوند.

- میزان تقاضای خرده‌فروش r برای محصول p (پیش‌بینی‌شده):(تعداد موردنیاز)

میزان تقاضای خرده‌فروش r برای محصول p(پیش‌بینی‌شده) در جدول شماره ۷ به شرح زیر است.

جدول شماره(۷): میزان تقاضای خرده‌فروش r برای محصول p (پیش‌بینی‌شده)

P6	P5	P4	P3	P2	P1	
۳	۵	۵	۲	۸	۶	R1
۷	۶	۵	۳	۲	۶	R2
۲	۳	۱۰	۲	۹	۷	R3
۶	۵	۲	۳	۸	۲	R4
۱۰	۹	۵	۷	۲	۵	R5
۶	۱۲	۸	۹	۱۰	۸	R6

خرده‌فروش $r۶$ از محصول $p۴$ بالاترین تقاضا و خرده‌فروش$r۱$ از محصول $p۲$ و خرده‌فروش $r۳$ از محصول $p۶$ و خرده‌فروش $r۴$ از محصول $p۴$ کمترین مقدار را تقاضا داشتند.

- پنجره زمانی در دوره جدید (واحد ساعت)

alfa(r) /r1: 1، r2: 1، r3: 1، r4: 1، r5 :1، r6 :3

حد پائین خرده‌فروش $r۱$ و$r۲$ و۳ و $r۴$و $r۵$ که ۱ ساعت زمان را می‌طلبد.

beta(r) /r1: 1600، r2: 1560، r3: 1900، r4: 1650، r5 :1700، r6: 1900

حد بالای خرده‌فروش $r۳$ و$r۶$ هم بالاترین ساعت را می‌طلبد.

- میزان برگشت محصول نوع p به انبار w (پیش‌بینی‌شده) برحسب تعداد محصول.

میزان برگشت محصول نوع p به انبار w (پیش‌بینی‌شده) برحسب تعداد محصول در جدول شماره ۸ بیان‌شده است.

جدول شماره(۸): میزان برگشت محصول نوع p به انبار w (پیش‌بینی‌شده)

P6	P5	P4	P3	P2	P1	
۷	۳	۲	۴	۶	۸	W1
۵	۶	۸	۵	۳	۵	W2
۶	۶	۵	۷	۵	۴	W3
۶	۱۰	۳	۲	۶	۵	W4
۳	۸	۱۰	۹	۷	۲	W5
۸	۷	۴	۵	۱۱	۶	W6

انبار۴w ازمحصول۵p و انبار۶w از محصول p۵ ازمحصول۵p بالاترین میزان برگشت محصول را داشته‌اند. و انبر w۱ ازمحصول۳p و انبار۲w از محصول p۲ و انبار۳w از محصول p۱ کمترین میزان برگشت محصول را داشته‌اند.درنهایت پارامترهای مسئله به صورتی که در ادامه می‌آید، به‌دست‌آمده‌اند و به نرم‌افزار گمز داده‌شده‌اند.

- ظرفیت هر وسیله حمل c: (برحسب واحد هر محصول)

محصولات دارای ابعاد مشابه درنظرگرفته‌شده‌اندمثلا" حامل c۱می‌تواند ۱۰واحد محصول حمل کند.

capc(c) /C۱:۱۰ ،C۲ :۴ ،C۳:۵ ،C۴: ۲ ،C۵:۱۰ ،C۶ : ۱۲

ظرفیت ماشین c۶ بالاترین مقدار و ماشین c۴ کمترین مقدار حمل را داشته‌اند.

ظرفیت هر انبار,واسطه‌ایی w:

capw(w) /W۱ :۲۰ ، W۲:۲۸ ، W۳ :۲۰ ، W۴:۳۵ ، W۵ :۲۵ ، W۶:۲۳

ظرفیت انبار واسطه‌ایی w۴با بالاترین مقدار و انبار w۳کمترین مقدار را نشان می‌دهد.

حد پایین پنجره زمانی برای هر خرده‌فروش(واحد : ساعت)

alfa(r) /r۱:۱ ، r۲ :۱ ، r۳ :۱ ، r۴ :۱ ، r۵ :۱ ، r۶ :۳

پایین‌ترین حد زمانی برای خرده‌فروش r۱ وr۲ و r۳ وr۴ و r۵ با ۱ ساعت می‌باشد.

حد بالای زمانی برای هر خرده‌فروش(واحد: ساعت)

beta(r) /r۱:۱۶۰۰ ، r۲:۱۵۶۰ ، r۳:۱۹۰۰ ، r۴ :،۱۶۵۰ r۵ :۱۷۰۰ ، r۶:۱۹۰۰

بالاترین حد زمانی برای خرده‌فروش r۶ و r۳ است

پارامتر rc(r,c) با اجرای کد calculate_rc_yy.gm جداگانه به‌دست‌آمده و در کد calculate_all.gms استفاده‌شده است. و مشخص می‌کند که آیا خرده‌فروش r از وسیله حمل c استفاده کرده است یا نه.

استفاده خرده‌فروش r از وسیله c در جدول شماره ۹بیان‌شده است.

جدول شماره (۹): استفاده خرده‌فروشr از وسیله c

C6	C5	C4	C3	C2	C1	
۰	۰	۰	۱	۰	۰	R1
۰	۱	۰	۰	۰	۰	R2
۰	۰	۰	۰	۰	۱	R3
۰	۰	۱	۰	۰	۰	R4
۱	۰	۰	۰	۰	۰	R5
۰	۰	۰	۰	۱	۰	R6

خرده‌فروش r۱ از وسیله حمل c۳ خرده‌فروش r۲ از وسیله حمل c۵ وخرده‌فروش r۳ از وسیله حمل c۱ خرده‌فروش r۴ از وسیله حمل۴c و خرده‌فروش r۵ از وسیله حمل c۶ خرده‌فروش r۵ از وسیله حمل c۲ استفاده می‌کنند.

- ظرفیت هر تأمین‌کننده s در تأمین محصول p:

ظرفیت هر تأمین‌کننده s در تأمین محصول p در جدول شماره ۱۰ بیان‌شده است.

جدول شماره(۱۰): ظرفیت هر تأمین‌کننده s در تأمین محصول p

P6	P5	P4	P3	P2	P1	
۲۸	۲۰	۱۸	۱۹	۱۲	۱	S1
۱۲	۲۳	۱۹	۲۳	۲۰	۲۰	S2
۲۵	۱۹	۱۷	۱۲	۱۷	۲۳	S3
۲۲	۱۳	۱۵	۱۹	۲۷	۲۱	S4
۲۳	۱۰	۲۲	۲۴	۲۵	۲۳	S5
۱۸	۱۲	۱۸	۲۲	۱۷	۱۶	S6

این جدول نشان می‌دهد که هرتامین‌کننده ازهرمحصول چه مقدارمی‌تواند تأمین کند. تامین‌کنند s۱ از محصول p۱ کمترین مقدار را تأمین می‌کند.تأمین‌کننده s۱ از محصول p۱ بالاترین مقدار را تأمین می‌کند

- هزینه‌های جابجایی بین تأمین‌کنندگان s و انبارهای واسطه‌ایی w:

هزینه‌های جابجایی بین تأمین‌کنندگان s و انبارهای واسطه‌ایی w در جدول شماره ۱۱ بیان‌شده است.

جدول شماره(۱۱): هزینه‌های جابجایی بین تأمین‌کنندگان s و انبارهای عبوری w

W6	W5	W4	W3	W2	W1	
۷	۵	۶	۵	۸	۵	S1
۸	۷	۸	۴	۵	۲	S2
۵	۴	۵	۹	۷	۴	S3
۴	۶	۷	۸	۵	۴	S4
۶	۹	۸	۷	۶	۵	S5
۵	۸	۶	۵	۷	۶	S6

تأمین‌کننده s۳ از انبارw۳ و تأمین‌کننده s۵ از انبارw۵ بالاترین هزینه جابه‌جایی را با ۹ واحد متحمل می‌شوند.
تأمین‌کننده s۲ از انبار w۱ کمترین مقدار هزینه جابه‌جایی ۲ واحدی را متحمل می‌شود.

- هزینه‌های بین انبارهای عبوری wو خرده‌فروشان r:

هزینه‌های بین انبارهای عبوری w و خرده‌فروشان r در جدول شماره ۱۲ به شرح زیر بیان‌شده است.

جدول شماره (۱۲): هزینه‌های بین انبارهای واسطه‌ایی wو خرده‌فروشان r (هزینه برحسب نفر ساعت:راننده)

R6	R5	R4	R3	R2	R1	
۹	۷	۶	۷	۵	۴	W1
۵	۸	۷	۱	۷	۶	W2
۶	۹	۸	۶	۷	۲	W3
۸	۶	۵	۶	۵	۷	W4
۸	۷	۶	۸	۷	۵	W5
۸	۹	۸	۶	۸	۷	W6

انبارw۲ از خرده‌فروش r۳ کمترین مقدار هزینه انبارواسطه‌ایی را با۱ واحد متحمل می‌شود. و انبار w۳ از خرده‌فروش r ۵ و انبار w ۶ از خرده‌فروش r۵ بالاترین هزینه ۹ واحدی را متحمل می‌شود.

- هزینه‌های تخلیه محصول pدر محل خرده‌فروش r توسط وسیله‌ی c: (هزینه برحسب نفر ساعت)

هزینه‌های تخلیه محصول p در محل خرده‌فروش r توسط وسیله‌ی c در جدول شماره ۱۳ به شرح زیر بیان‌شده است.

جدول شماره(۱۳): هزینه‌های تخلیه محصول p در محل خرده‌فروش r توسط وسیله‌ی c

P6	P5	P4	P3	P2	P1	
۵	۶	۳	۲	۵	۶	R1
۴	۷	۹	۳	۲	۲	R2
۳	۹	۵	۴	۳	۳	R3
۲	۱۰	۶	۴	۶	۵	R4
۳	۸	۱۰	۹	۷	۳	R5
۵	۱۰	۸	۶	۸	۵	R6

هزینه تخلیه محصول p۵ از خرده‌فروش r۴ و محصول p۴ از خرده‌فروش r۵ بالاترین هزینه ۱۰ واحدی رامتحمل می‌شود. و هزینه تخلیه محصولp۳ از خرده‌فروش r۱ محصول p۲ وp۱ از خرده‌فروش r۲ کمترین مقدار۲ واحدی رامتحمل می‌شوند.

- میزان برگشت محصول نوع p به انبار w

میزان برگشت محصول نوع p به انبارw در جدول شماره ۱۴ به شرح زیر می‌باشد.

P6	P5	P4	P3	P2	P1	
۸	۴	۳	۲	۵	۷	W1
۴	۷	۹	۳	۲	۳	W2
۳	۸	۵	۴	۳	۲	W3
۳	۱۰	۶	۵	۶	۶	W4
۳	۸	۱۰	۹	۷	3	W5
۷	۱۰	۸	۷	۸	۵	W6

جدول شماره(۱۴): میزان برگشت محصول نوع p به انبارw

برگشت محصول نوع ۳ p از انبارw۱ و محصول p۲ از انبارw۲ و محصول p۱ از انبار w۳ کمترین مقدار هزینه ۲ واحدی را شامل می‌شوند. محصول p۵ از انبارw۴ و محصول p۴ از انبارw۵ و محصول p۵ از انبارw۶ بالاترین میزان ۱۰ واحدی را متحمل می‌شوند.

- هزینه ثابت استفاده از وسیله حمل c توسط انبار واسطه‌ایی w:(هزینه برحسب نفر ساعت)

هزینه ثابت استفاده از وسیله حمل c توسط انبارها واسطه‌ایی w در جدول شماره ۱۵ به شرح زیر بیان‌شده است.

جدول شماره(۱۵): هزینه ثابت استفاده از وسیله حمل c توسط انبار واسطه‌ایی w

W6	W5	W4	W3	W2	W1	
۸	۷	۵	۵	۷	۶	C1
۵	۳	۴	۴	۳	۵	C2
۴	۲	۳	۳	۲	۲	C3
۳	۴	۵	۵	۴	۵	C4
۶	۷	۴	۴	۵	۸	C5
۵	۷	۳	۳	۲	۴	C6

هزینه ثابت استفاده از وسیله حمل c۳ از انبار w۱ وw۲و وسیله حمل c۶ از انبارw۲کمترین مقدار۲ واحدی را نشان می‌دهد. و هزینه ثابت وسیله حملc۱ از انبار w۶ و c۵ از انبارw۲ بالاترین مقدار ۸ واحدی رانشان می‌دهد.

- زمان بارگیری واحد محصول p در محل تأمین‌کننده s:

زمان بارگیری واحد محصول p در محل تأمین‌کننده s در جدول ۱۶ به شرح زیر بیان‌شده است.

جدول شماره(۱۶): زمان بارگیری واحد محصول p در محل تأمین‌کننده s

P6	P5	P4	P3	P2	P1	
۷	۴	۳	۳	۵	۵	S۱
۵	۵	۳	۳	۱	۳	S۲
۴	۳	۵	۵	۴	۴	S۳
۶	۲	۶	۶	۵	۳	S۴
۴	۵	۱	۲	۲	۴	S۵
۵	۵	۸	۷	۷	۵	S۶

زمان بارگیری واحد محصول۲p ازتامین‌کننده۲s و محصول ۴p تأمین‌کننده ۵sکمترین مقدار ۱ واحدی را متحمل می-شوند.محصول ۴p ازتامین‌کننده ۶s بالاترین زمان ۸ واحدی رامتحمل می‌شود.

- زمان تخلیه واحد محصول p در محل انبار واسطه‌ایی w:

زمان تخلیه واحد محصول p در محل انبارها واسطه‌ایی**w** به شرح جدول شماره ۱۷ بیان‌شده است.

جدول شماره (۱۷): زمان تخلیه واحد محصول p در محل انبارواسطه‌ایی w

P6	**P5**	**P4**	**P3**	**P2**	**P1**	
۷	۶	۵	۶	۱۰	۱۱	**W1**
۸	۷	۴	۹	۱۲	۱۶	**W2**
۹	۹	۴	۸	۱۵	۱۳	**W3**
۱۲	۱۰	۹	۱۱	۱۰	۱۰	**W4**
۱۲	۱۰	۹	۱۹	۱۴	۱۳	**W5**
۱۹	۱۷	۱۶	۱۴	۱۲	۱۴	**W6**

زمان تخلیه واحد محصول ۴p از انبار۲w و۳w کمترین زمان ۴ ساعت را نشان می‌دهد.همچنین زمان تخلیه محصول ۳p از انبار ۵w و محصول ۶p از انبار ۶w بیشترین زمان ۱۹ ساعت را نشان می‌دهد.

- زمان بارگیری واحد محصول p در محل انبار واسطه‌ایی w :

زمان بارگیری واحد محصول p در محل انبار واسطه‌ایی**w** به شرح جدول شماره ۱۸ بیان‌شده است.

جدول شماره(۱۸): زمان بارگیری واحد محصول p در محل انبار واسطه‌ایی w

P6	P5	P4	P3	P2	P1	
۹	۱۰	۸	۸	۱۴	۹	W1
۱۰	۱۱	۱۰	۱۲	۱۱	۷	W2
۱۲	۹	۷	۱۱	۱۵	۱۲	W3
۱۳	۱۲	۸	۱۰	۱۷	۱۰	W4
۱۴	۱۴	۱۲	۱۶	۱۵	۱۲	W5
۵	۷	۸	۱۰	۹	۱۰	W6

بارگیری واحد محصول ۶p از انبار۶w کمترین زمان و ۵ ساعت است و بارگیری واحد محصول ۲p از انبار۴w با بالاترین زمان و ۱۷ ساعت است.

- زمان تخلیه محصول p در محل خرده‌فروش r:

این زمان به‌صورت غیرقطعی می‌باشد، فرض می‌شود میانگین زمان‌های تخلیه به‌صورت زیر باشد. با استفاده از نرم‌افزار متلب اعداد تصادفی با میانگین‌های داده‌شده‌ی زیر و انحراف معیار یک ایجادشده و به‌صورت پارامتر برای تولید اعداد تصادفی نرمال با میانگین و انحراف معیار مدنظر از کد زیر در متلب استفاده می‌شود:

زمان تخلیه محصول p در محل خرده‌فروش r در جدول شماره ۱۹ به شرح زیر بیان‌شده است.

جدول شماره(۱۹): زمان تخلیه محصول p در محل خرده‌فروش r

P6	P5	P4	P3	P2	P1	
۱۰/۳۳	۹/۴۵	۸/۳۲	۱۰/۲۵	۱۱/۳۱	۷/۵۶	R1
۱۲/۴۵	۱۰/۲۵	۷/۲۵	۷/۶۹	۱۵/۴۲	۷/۶۹	R2
۱۱/۳۲	۹/۳	۶/۴۳	۶/۶۸	۱۳/۵۶	۸/۰۱	R3
۸/۲۵	۸/۱۲	۹/۳۴	۱۲/۶	۵/۶۹	۱۳/۷۳	R4
۷/۲۵	۱۰/۳	۷/۲۵	۱۹/۲	۱۲/۴۷	۱۳/۴۲	R5
۴/۲۵	۷/۳۲	۵/۳۵	۱۶/۴۷	۱۵/۷۸	۱۴/۸	R6

زمان تخلیه محصول۶p از خرده‌فروش r۶ کمترین زمان ۴/۲۵ است. بالاترین زمان تخلیه محصول p۳ از خرده‌فروش r۵ بازمان ۱۹/۲ است.

- هزینه جابجایی واحد محصول بین تأمین‌کننده s و انبار واسطه‌ایی w: (برای سهولت بررسی نتایج یکسان در نظر گرفته‌شده‌اند)

هزینه جابجایی واحد محصول بین تأمین‌کننده s و انبار واسطه‌ایی w در جدول شماره ۲۰ به شرح زیر بیان‌شده است.

جدول شماره(۲۰): هزینه جابجایی واحد محصول بین تأمین‌کننده s و انبار واسطه‌ایی w

W6	W5	W4	W3	W2	W1	
۲	۱	۱	۱	۱	۱	S1
۱	۱	۱	۱	۱	۱	S2
۲	۱	۱	۱	۱	۱	S3
۳	۱	۱	۱	۱	۱	S4
۱	۱	۱	۱	۱	۱	S5
۱	۲	۳	۲	۱	۲	S6

کمترین هزینه جابه‌جایی واحد محصول از انبارw۱ وw۲ وw۳ وw۴ وw۵ از تأمین‌کننده s۲ وs۳ وs۴ وs۵ است. بالاترین هزینه جابه‌جایی هم بین تأمین‌کننده s۴ از انبارw۶ وتامین‌کننده s۶ از انبار w۴ می‌باشد.

- هزینه جابجایی واحد محصول بین انبار عبوری w و خرده‌فروش r:

هزینه جابجایی واحد محصول بین انبار عبوری w و خرده‌فروش r در جدول شماره ۲۱به شرح زیر بیان‌شده است.

جدول شماره (۲۱): هزینه جابجایی واحد محصول بین انبار واسطه‌ایی w و خرده‌فروش r

R6	R5	R4	R3	R2	R1	
۲	۱	۱	۱	۱	۱	W1
۱	۱	۱	۱	۱	۱	W2
۲	۱	۱	۱	۱	۱	W3
۲	۱	۱	۱	۱	۱	W4
۳	۱	۱	۱	۱	۱	W5
۳	۲	۲	۲	۱	۲	W6

هزینه جابه‌جایی محصول بین انبار واسطه‌ایی w۱۲وw۲وw۳وw۴وw۵ از خرده‌فروش r۱ و r۲ وr۴ وr۵ و کمترین مقدار از انبارw۵ از خرده‌فروش r۶ و انبارw۶ از خرده‌فروش r۶ بیشترین هزینه را شامل می‌شود.

- میزان تقاضای خرده‌فروش r برای محصول p:

میزان تقاضای خرده‌فروش r برای محصول p در جدول شماره ۲۲ به شرح زیر است.

جدول شماره (۲۲): میزان تقاضای خرده‌فروش r برای محصول p

P6	P5	P4	P3	P2	P1	
٥	٥	٣	٢	٦	٨	R1
٤	٤	٥	٦	٢	٥	R2
٢	٣	٦	٣	١٠	٢	R3
٤	٥	٢	٤	٨	٣	R4
٤	٦	١٠	٨	٧	٥	R5
٥	٤	١٢	٩	٨	٦	R6

میزان تقاضا خرده‌فروش r۱ ازمحصول p۳ و خرده‌فروش r۲ ازمحصول p۲ خرده‌فروش r۴ ازمحصول p۴کمترین مقدار را نشان می‌دهد. و بالاترین میزان را خرده‌فروش r۶ ازمحصول p۴ را شامل می‌شود.

مراحل صورت گرفته در یک دور اجرای برنامه:

- از تأمین‌کننده بارگیری صورت می‌گیرد.
- مسافت تا انبار واسطه‌ایی طی می‌شود.
- بار در انبار واسطه‌ایی تخلیه می‌شود.
- بار از انبار واسطه‌ایی بارگیری می‌شود.
- بار تا خرده‌فروش حمل می‌شود.
- بار در محل خرده‌فروش تخلیه می‌شود.

مجموع زمان‌های فوق باید بین حد پایین و بالای زمانی مرتبط با خرده‌فروش باشد به عبارتی باید نیاز خرده‌فروش در بازه زمانی مشخصی تأمین شود.

۳-۲ نتایج شبیه‌سازی:

متغیر XXSW جدول شماره ۲۳ نشان می‌دهد که یک تأمین‌کننده از طریق چه وسیله‌ی حملی به هر انبار عبوری ارتباط دارد دقت شود که خروجی متغیرها دارای حد بالا و پایین است و ما حد پایین آن‌ها را در نظر می‌گیریم که دارای پسوند L هستند.

C6	C5	C4	C3	C2	C1	Xxsw.L
۰	۰	۰	۰	۱	۰	S1.w1
۰	۰	۰	۰	۰	۱	S1.w2
۰	۰	۱	۰	۰	۰	S1.w3
۰	۱	۰	۰	۰	۰	S1.w4
۰	۰	۰	۱	۰	۰	S1.w5
	۰	۰	۰	۰	۰	S1.w6
۰	۰	۰	۰	۱	۰	S2.w1
۰	۰	۰	۰	۰	۱	S2.w2
۰	۰	۱	۰	۰	۰	S2.w3
۰	۱	۰	۰	۰	۰	S2.w4
۰	۰	۰	۱	۰	۰	S2.w5
۰	۰	۰	۰	۰	۰	S2.w6
۰	۰	۰	۰	۱	۰	S3.w1
۰	۰	۰	۰	۰	۱	S3.w2
۰	۰	۱	۰	۰	۰	S3.w3
۰	۱	۰	۰	۰	۰	S3.w4
۰	۰	۰	۱	۰	۰	S3.w5
۱	۰	۰	۰	۰	۰	S3.w6
۰	۰	۰	۰	۱	۰	S4.w1
۰	۰	۰	۰	۰	۱	S4.w2
۰	۰	۱	۰	۰	۰	S4.w3
۰	۱	۰	۰	۰	۰	S4.w4
۰	۰	۰	۱	۰	۰	S4.w5
۱	۰	۰	۰	۰	۰	S۴.w6
۰	۰	۰	۰	۱	۰	S5.w1
۰	۰	۰	۰	۰	۱	S5.w2
۰	۰	۱	۰	۰	۰	S5.w3
۰	۱	۰	۰	۰	۰	S5.w4
۰	۰	۰	۱	۰	۰	S5.w5
۱	۰	۰	۰	۰	۰	S5.w6
۰	۰	۰	۰	۱	۰	S6.w1
۰	۰	۰	۰	۰	۱	S6.w2
۰	۰	۱	۰	۰	۰	S6.w3
۰	۱	۰	۰	۰	۰	S6.w4
۰	۰	۰	۱	۰	۰	S6.w5
۱	۰	۰	۰	۰	۰	S6.w6
C6	C5	C4	C3	C2	C1	Xxsw.L
۰	۰	۰	۰	۱	۰	S1.w1
۰	۰	۰	۰	۰	۱	S1.w2
۰	۰	۱	۰	۰	۰	S1.w3
۰	۱	۰	۰	۰	۰	S1.w4
۰	۰	۰	۱	۰	۰	S1.w5
	۰	۰	۰	۰	۰	S1.w6
۰	۰	۰	۰	۱	۰	S2.w1
۰	۰	۰	۰	۰	۱	S2.w2

S2.w3	۰	۰	۰	۱	۰	۰
S2.w4	۰	۰	۰	۰	۱	۰
S2.w5	۰	۰	۰	۱	۰	۰
S2.w6	۰	۰	۰	۰	۰	۰
S3.w1	۰	۰	۰	۰	۱	۰
S3.w2	۰	۰	۰	۰	۰	۱
S3.w3	۰	۰	۱	۰	۰	۰
S3.w4	۰	۱	۰	۰	۰	۰
S3.w5	۰	۰	۰	۱	۰	۰
S3.w6	۱	۰	۰	۰	۰	۰
S4.w1	۰	۰	۰	۰	۱	۰
S4.w2	۰	۰	۰	۰	۰	۱
S4.w3	۰	۰	۱	۰	۰	۰
S4.w4	۰	۱	۰	۰	۰	۰
S4.w5	۰	۰	۰	۱	۰	۰
S۴.w6	۱	۰	۰	۰	۰	۰
S5.w1	۰	۰	۰	۰	۱	۰
S5.w2	۰	۰	۰	۰	۰	۱
S5.w3	۰	۰	۱	۰	۰	۰
S5.w4	۰	۱	۰	۰	۰	۰
S5.w5	۰	۰	۰	۱	۰	۰
S5.w6	۱	۰	۰	۰	۰	۰
S6.w1	۰	۰	۰	۰	۱	۰
S6.w2	۰	۰	۰	۰	۰	۱
S6.w3	۰	۰	۱	۰	۰	۰
S6.w4	۰	۱	۰	۰	۰	۰
S6.w5	۰	۰	۰	۱	۰	۰
S6.w6	۱	۰	۰	۰	۰	۰

جدول شماره (۲۳): نتایج شبیه‌سازی

تأمین‌کننده‌ها S از انبارهاw و وسیله حمل c: مقادیری که۱ رانشان می‌دهد،بیان‌کننده استفاده تأمین‌کننده از انبار و وسیله حمل مناسب است. مقادیر غیر از۱ ازلحاظ اقتصادی به‌صرفه نیست و مقادیر ۱ نشان‌دهنده این است که کدام تأمین‌کننده از کدام انبار و کدام وسیله حمل باید استفاده کند تا کمترین هزینه رامتحمل شود.

متغیر xxwr در جدول شماره ۲۴ نشان می‌دهد که هر انبار عبوری با کدام حامل به خرده‌فروش‌ها سرویس می‌دهد.

جدول شماره(۲۴): ارتباط انبار عبوری خرده‌فروش با وسیله حمل

X x w r.L	C1	C2	C3	C4	C5	C6
W1 .r5	۰	۱	۰	۰	۰	۰
W2.r1	۱	۰	۰	۰	۰	۰
W3.r4	۰	۰	۰	۱	۰	۰
W4.r6	۰	۰	۰	۰	۰	۱
W5.r3	۰	۰	۱	۰	۰	۰
W6.r2	۰	۰	۰	۰	۰	۱

مقادیر۱ نشان‌دهنده هرانبارعبوری و استفاده از وسیله برای خرده‌فروش به طریقی که صرفه اقتصادی داشته باشد.

متغیر u در جدول شماره ۲۵ مشخص‌کننده‌ی میزان بارگیری از هر محصول در محل تأمین‌کننده می‌باشد (برحسب تعداد محصول).

جدول شماره(۲۵): میزان بارگیری از هر محصول در محل تأمین‌کننده

P6	P5	P4	P3	P2	P1	u.L
۵۰۰۰	۵۰۰۰	۰	۰	۰	۰	S1.c1
۰	۶۰۰۰	۱۰۰۰	۴۰۰۰	۰	۰	S1.c2
۰	۳۰۰۰	۰	۰	۰	۰	S1.c3
۰	۰	۰	۴۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	S1.c4
۰	۰	۱۲۰۰۰	۰	۸۰۰۰	۰	S1.c5
۴۰۰۰	۰	۵۰۰۰	۰	۰	۰	S1.c6
۰	۰	۰	۰	۶۰۰۰	۸۰۰۰	S2.c1
۰	۰	۰	۰	۷۰۰۰	۰	S2.c2
۰	۰	۲۰۰۰	۰	۰	۰	S2.c4
۰	۰	۳۰۰۰	۰	۰	۰	S3.c1
۰	۰	۰	۰	۰	۵۰۰۰	S3.c2
۰	۰	۰	۳۰۰۰	۱۰۰۰۰	۰	S3.c3
۴۰۰۰	۰	۰	۰	۷۰۰۰	۲۰۰۰	S3.c4
۰	۴۰۰۰	۰	۰	۰	۰	S3.c6
۰	۰	۹۰۰۰	۴۰۰۰	۰	۰	S4.c2
۰	۰	۶۰۰۰	۰	۰	۲۰۰۰	S4.c3
۰	۵۰۰۰	۰	۰	۰	۰	S4.c4
۵۰۰۰	۴۰۰۰	۰	۹۰۰۰	۰	۶۰۰۰	S4.c5
۰	۰	۰	۶۰۰۰	۰	۰	S4.c6
۴۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	S5.c2
۲۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	S5.c3
۰	۰	۰	۰	۲۰۰۰	۰	S5.c6
۰	۰	۰	۲۰۰۰	۰	۰	S6.c1

بارگیری محصول ازتامین‌کننده و وسیله حمل s۱C۵ ازمحصول p۴ برابر۱۲۰۰۰واحد بالاترین تعداد و s۱c۴ از محصول p۱ و محصول p۲۱۰۰۰کمترین مقدار بارگیری را انجام می‌دهند.

متغیر z در جدول شماره ۲۶ مشخص‌کننده‌ی میزان تخلیه و بارگیری هر نوع محصول در محل انبار واسطه‌ایی است.

جدول شماره(۲۶): میزان تخلیه و بارگیری هر نوع محصول در محل انبار واسطه‌ایی

P6	P5	P4	P3	P2	P1	z.L
۴۰۰۰	۶۰۰۰	۱۰۰۰۰	۸۰۰۰	۷۰۰۰	۵۰۰۰	W1.c2
۵۰۰۰	۵۰۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۶۰۰۰	۸۰۰۰	W2.c1
۴۰۰۰	۵۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰	۳۰۰۰	W3.c4
۵۰۰۰	۴۰۰۰	۱۲۰۰۰	۹۰۰۰	۸۰۰۰	۶۰۰۰	W4.c5
۲۰۰۰	۳۰۰۰	۶۰۰۰	۳۰۰۰	۱۰۰۰۰	۲۰۰۰	W5.c3
۴۰۰۰	۴۰۰۰	۵۰۰۰	۶۰۰۰	۲۰۰۰	۵۰۰۰	W6.c6

w۴c۵ ازمحصول p۴ با بالاترین حد ۱۲۰۰۰ وw۲c۱ از محصول p۳ و w۵c۳ محصول p۱ و w۶c۶ محصول p۲ کمترین مقدار ۲۰۰۰ واحدی را نشان می‌دهند.

متغیر o با متغیر z یکسان در نظر گرفته‌شده است. زیرا فرض شده است میزان تخلیه محصولات در محل انبار عبوری برابر با میزان بارگیری هر محصول در محل انبار عبوری است. در حقیقت فرض شده است که به میزان موردنیاز به محل انبار عبوری بارگیری صورت می‌گیرد. متغیر yy در جدول شماره ۲۷ نشان می‌دهد که هر انبارواسطه‌ایی از چه حاملی استفاده می‌کند.

جدول شماره(۲۷): انبار واسطه‌ایی مخصوص خرده‌فروش

W6	W5	W4	W3	W2	W1	yy.L
۰	۰	۰	۰	۱۰۰۰	۰	R1
۰	۰	۰	۰	۰	۱	R2
۰	۱۰۰۰	۰	۰	۰	۰	R3
۰	۰	۰	۱	۰	۰	R4
۰	۰	۱۰۰۰	۰	۰	۰	R5
۱۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	R6

خرده‌فروش r۱ انبار ۲ w وr۳ انبار w۵ و خرده‌فروش r۵ از انبار w۴و خرده‌فروش ۶ r از انبار w۶ استفاده می‌کنند تا حالت بهینه و صرفه اقتصادی داشته باشد. متغیر trp در جدول شماره ۲۸ نشان می‌دهد که چه میزان زمان برای رسیدن هر محصول به هر خرده‌فروش نیاز است.

جدول شماره (۲۸): میزان زمان برای رسیدن هر محصول به هر خرده‌فروش (برحسب ساعت)

W6	W5	W4	W3	W2	W1	trp.L
۶۶/۸	۱۱۲/۳۵	۲۱۱/۹۲	۱۴۷/۷۵	۴۴۳/۱	۶۹/۱۲	R1
۲۱۷/۲۵	۱۳۷	۳۲۷	۳۰۳/۱۲	۳۷۹/۳۶	۱۷۸/۱۴	R2
۱۸۱/۶	۱۵۶/۵	۷۶/۲۹	۶۹/۳۶	۲۳۷/۳۶	۲۶۴/۸	R3
۱۳۳	۱۴۰/۶	۴۶/۶۸	۱۴۶/۴	۳۱۸/۵۲	۱۳۰/۱۹	R4
۱۵۳	۱۴۹/۲	۱۷۱/۲۵	۲۸۹/۲	۷۴/۹۴	۲۰۷/۱	R5
۹۷	۱۶۳/۹۲	۲۴۰/۵	۲۷۳/۷۶	۲۹۹/۴۶	۲۱۴	R6

خرده‌فروش r۴ از انبارw۴و میزان ۴۶/۶۸ کمترین مقدار زمان رانشان می‌دهد.خرده‌فروش r۱ از انبار w۲ میزان۴۴۳/۱ بالاترین مقدار زمان رانشان می‌دهد.

و درنهایت متغیر t زمان برآورده شدن تقاضای هر خرده‌فروش را نشان می‌دهد و باید این زمان بین حد بالا و پایین پنجره زمانی خرده‌فروش باشد که می‌بینیم همین‌طور است.

t.L / r۱: ۱۰۶۴/۹ r۲: ۱۵۴۱/۹۶, r۳: ۹۸۵/۱۹, r۴: ۹۱۵/۳۹, r۵ : ۱۰۴۴/۶۹, r۶ : ۱۲۹۸/۶۴

دقت شود که فرض شده است که محصولات به‌صورت پشت سر هم تخلیه می‌شوند و محصولات به‌صورت همزمان تخلیه نمی شوند و طبق همین فرض است که می‌توانیم زمان کامل تخلیه را با جمع زمان تخلیه محصولات به دست آوریم.

۳-۳ نتیجه‌گیری:

ابتدا مدلی برای حل مسئله زمان‌بندی در مسئله موردنظر پیشنهاد گردید این مدل شامل دو هدف حداقل کردن هزینه و زمان است. سپس پارامترهای میزان تقاضا و برگشت محصول با توجه به داده‌های قبلی موجود پیش‌بینی گردید و به همراه سایر پارامترها به‌عنوان پارامترهای ورودی در نرم‌افزار گمز وارد شدند. و بعد از اجرای برنامه متغیرهای خروجی مسئله ازجمله موارد زیر مشخص شدند:

- یک تأمین‌کننده از طریق چه وسیله‌ی حملی به هر انبار واسطه‌ایی ارتباط دارد.
- هر انبار واسطه‌ایی با کدام حامل به خرده‌فروش‌ها سرویس می‌دهد.
- میزان بارگیری از هر محصول در محل تأمین‌کننده.
- میزان تخلیه و بارگیری هر نوع محصول در محل انبارواسطه‌ایی
- هر انبار واسطه‌ایی از چه حاملی استفاده می‌کند
- چه میزان زمان برای رسیدن هر محصول به هر خرده‌فروش نیاز است
- زمان کل برآورده شدن تقاضای هر خرده‌فروش

برای حل مدل در نرم‌افزار گمز از روش MIP استفاده‌شده است که مناسب مسائل دارای متغیرهای باینری است. ازجمله مهم‌ترین تفاوت‌ها می‌توان به روش حل مسئله و همچنین نحوه‌ی در نظر گرفتن قطعیت می‌باشد، همان‌طور که ذکر شد در این پژوهش میزان تقاضا و برگشت محصول با شبکه‌های عصبی محاسبه‌شده که موضوع نسبتاً جدیدی می‌باشد. ازجمله موارد بسیار مهم دیگر در این پژوهش می‌توان به در نظر گرفتن چندین انبار واسطه‌ایی اشاره کرد که می‌تواند قابلیت اعتماد سیستم توزیع را بالا ببرند زیرا در صورت غیرفعال شدن یک انبار بازهم سیستم توزیع قابلیت بکار گرفته شدن را دارد و این مسئله در ارتباط با حامل‌ها نیز برقرار است.

در این پژوهش حل مسئله به پیش‌بینی میزان تقاضا و برگشت محصول وابسته بوده است و این قابلیت انعطاف بالای این روش را نشان می‌دهد زیرا حل مسئله مبتنی بر این پیش‌بینی‌ها می‌باشد و این مسئله قابلیت اعتماد این روش را بالا خواهد برد. سیستم توزیع باوجود انبارهای واسطه‌ای در نظر گرفته‌شده است که به واقعیت نزدیک‌تر می‌باشد. این پروژه که مورد خاص آن شرکت خودرنگ، پلیمر، ریف در اصفهان بوده است، تعیین میزان برگشت محصول در برنامه‌ریزی تولید و همچنین امور مالی تأثیر زیادی دارد و پیش‌بینی تقاضا و برگشت محصول به بهینه‌تر شدن برنامه‌ریزی‌های شرکت منجر می‌شود. همچنین مشخص شد که از چه حامل‌هایی برای جابجایی بار و چه میزان بارگیری بین تأمین‌کنندگان و انبارهای واسطه‌ایی استفاده شود، و به همین صورت برای بارگیری‌های بین انبارهای واسطه‌ایی و خرده‌فروش‌ها به چه صورت باشد. این پژوهش شرکت موردنظر را در کاهش هزینه و زمان راهنمایی می‌کند و این جزو اصلی‌ترین اهداف این شرکت در برنامه‌ریزی سیستم توزیع بوده است.

با توجه به نتایج شبیه‌سازی، مشخص‌شده است که هرتامین‌کنندهS از کدام انبارWو با کدام وسیله حمل C، استفاده کند تا کمترین اتلاف زمان و هزینه را داشته باشد. (نتایج بر اساس جدول شماره ۲۴)

میزان بارگیری هر محصول توسط تأمین‌کننده(عمده‌فروش)با وسیله حمل(نتایج بر اساس جدول شماره ۲۵)

میزان بارگیری و تخلیه هر محصول از انبار واسطه‌ایی (نتایج بر اساس جدول شماره ۲۶)

استفاده خرده‌فروش از کدام انبارواسطه‌ایی(بر اساس نتایج جدول شماره ۲۷)

میزان زمان لازم برای رسیدن هر محصول به هر خرده‌فروش (بر اساس نتایج جدول شماره ۲۸)

۳-۴ پیشنهادهای کاربردی: در راستای پژوهش انجام‌گرفته می‌توان پیشنهادهای زیر را مطرح کرد.

۱. برنامه‌ریزی یکپارچه برای نتایج بهتر در کاهش هزینه‌های بازگشت و مرجوعی کالا.

۲. به مسائلی از قبیل خدمات پس از فروش، تحویل به‌موقع، توزیع، قیمت‌گذاری، تولید سفارشی و ارزش‌گذاری به زنجیره تأمین جهت حفظ و رضایت مشتریان، تأمین‌کنندگان توجه کافی شود.

۳. امکان خرید مستقیم خرده‌فروش و عمده‌فروشان برتر از خود شرکت بدون واسطه و هدر رفت زمان در انبارهای واسطه‌ایی فراهم شود.

۴. برنامه‌ریزی مناسب ورود و خروج محصول یا استفاده مجدد در شرکت فراهم شود.

۵. تعیین قابلیت اطمینان اقلام موجود و ذخیره‌سازی مناسب از محصولات پشتیبانی شده.

۶. افزایش ارتباط لجستیکی با تأمین‌کنندگان(عمده‌فروشان) که عملکرد شرکت را بهبود بخشد.

٤- منابع

1- Abdallah, T., Farhat, A., Diabat, A., & Kennedy, S. (2012). Green supply chains with carbon trading and environmental sourcing: Formulation and life cycle assessment. *Applied Mathematical Modelling*, 36(9), 4271-4285.

2- Azar, A., Amini, M., Rajabzadeh Ghatari, M. (2016). Design of integrated mathematical model for closed-loop supply chain. Journal of Management Research in Iran 20(1).1-28.

3- Ballou, R. H. (2004). *Business logistics: Supply chain management*. Ed.

4- Choi, J., Bai, S. X., Geunes, J., & Romeijn, H. E. (2007). Manufacturing delivery performance for supply chain management. *Mathematical and Computer Modelling*, 45(1-2), 11-20.
5- Fallah, A., Zagardi, H., Chaharsoghi, K. (2017). Introducing a two-tier model of closed-loop supply chain design in terms of uncertainty and inter-chain competition. *Modeling in Engineering. Iran.*15(49), 201-215.
6- Giri, B. C., & Sharma, S. (2015). Optimizing a closed-loop supply chain with manufacturing defects and quality dependent return rate. *Journal of Manufacturing Systems*, 35, 92-111.
7- Ghomi-Avili, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Jalali, G., & Jabbarzadeh, A. (2017). A network design model for a resilient closed loop supply chain with lateral transshipment. *International Journal of Engineering-Transactions C: Aspects*, 30(3), 374.
8- Guide Jr, V. D. R., & Van Wassenhove, L. N. (2009). OR FORUM—The evolution of closed-loop supply chain research. *Operations research*, 57(1), 10-18.
9- Hasanzadeh, A., Jaarian, A. (2010). *The Effect of Analogy on Supply Chains*, First Edition, Tehran, Managers Today.
10- Hasanzadeh, SH., Paryab, H. (2013). Proposal Selection and Evaluation of Suppliers by Fuzzy Combination Method and Bee Algorithm. , *7th National Conference and First International Conference on E-Commerce and Economics,* Tehran, Iranian Association of E-Commerce.
11- Hasani, A. (2017). Two-Step Stochastic Programming Based on Sample Mean Approximation and Accelerated Bandwidth Algorithm for Designing Closed-loop Supply Chain Network under Uncertainty. *Modeling in Engineering* 15(49), 217-234.
12- Hasani, A., Zegordi, S. H., & Nikbakhsh, E. (2012). Robust closed-loop supply chain network design for perishable goods in agile manufacturing under uncertainty. *International Journal of Production Research*, 50(16), 4649-4669.
13- Mahmoudzadeh, M., Sadjadi, S. J., & Mansour, S. (2013). Robust optimal dynamic production/pricing policies in a closed-loop system. *Applied Mathematical Modelling*, 37(16-17), 8141-8161.
14- Melo, M. T., Nickel, S., & Saldanha-Da-Gama, F. (2009). Facility location and supply chain management–A review. *European journal of operational research*, 196(2), 401-412.
15- Pishvaee, M. S., Farahani, R. Z., & Dullaert, W. (2010). A memetic algorithm for bi-objective integrated forward/reverse logistics network design. *Computers & operations research*, 37(6), 1100-1112.
16- Simchi-Levi, D., Simchi-Levi, E., & Kaminsky, P. (1999). *Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies, and cases*. New York: McGraw-Hill
17- Simon, B., Amor, M. B., & Földényi, R. (2016). Life cycle impact assessment of beverage packaging systems: focus on the collection of post-consumer bottles. *Journal of Cleaner Production*, 112, 238-248.
18- Saberi Rabar, M., Farghani, M., Kazemi, M.(2014). Evaluation and Selection of Suppliers in Supply Chain Using Combined Model of Fuzzy Hierarchical Fuzzy Analysis. *International Management Conference, Tehran, Mobin Cultural Ambassadors Institute* .
19- Taherkhani, M., Tavakoli Moghadam.(2017). Development of a Two-Level Solution Four-Level Supply Chain Model Using STEM Method. *Production and Operations Management*. 8(1).

20- Yi, P., Huang, M., Guo, L., & Shi, T. (2016). A retailer oriented closed-loop supply chain network design for end of life construction machinery remanufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 124, 191-203.

Design a closed-loop supply chain model in certainty conditions taking into account the intermediary warehouses (Case Study: khodrang company)

Laila Arab
Master of Science in Management, Amin Instituted Of Higher Education, Isfahan,Iran.
Sayyed Mohammad Reza Davoodi (Corresponding Author).
Assistant Professor, Department of Management, Dehaghan Branch, Islamic Azad University, Dehaghan, Iran.
Email:Smrdavoodi@ut.ac.ir

Abstract
The management of the supply chain is the process of planning, implementing and controlling the flow of raw material, inventory in the course of construction, final products, as well as the flow of related information from the supply of raw materials up to delivery to the final consumer. Accordingly, in this study, the optimization model for closed-loop supply chain has been studied and designed with regard to the reliability conditions of the Khodrang company.Therefore, the model has been tested with the help of experts in the revision model and on the basis of data collected from previous periods. In this study, probabilistic displacement times are used to generate random numbers from MATLAB software, Whereas, firstly, a model is proposed for solving the scheduling problem in the problem in question, which has two objectives of minimizing cost and time, Then, the demand and return parameters of the product, based on the data of twenty courses ago., are predicted using neural networks and, along with other parameters, are coded as input parameters in GAMS software, which is used to solve the model by MIP method. The results of this research in a closed environment without the involvement of external variables in the company itself show that the managers of this company have been able to implement the criteria and indicators related to the ring chain and the Nasal demand and product return levels provide the satisfaction of their major customers and suppliers.The results of this research in a closed environment without the involvement of external variables in the Khodrang company show that the managers of this company have been able to implement the criteria and indicators related to the ring chain and the Nasal demand and product return levels provide the satisfaction of their major customers and suppliers.
Keywords: Closed Loop Chain, Logistics, certainty, Neural Network**.**