فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج – سال هشتم / شماره ۲۲ / زمستان ۱۳۹۱

طراحی مدل ریاضی زنجیره عرضه یک سازمان تولیدی با فرآیند تولید چند مرحله ای

علیرضا کفاش باشی (نویسنده مسؤول)
کارشناس ارشد مهندسی صنایع
Email: A.r.kafash@gmail.com
نجمه روز بخش
عضو هیأت علمی واحد کرد کوی، دانشگاه آزاد اسلامی، کرد کوی، ایران

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۲۹ * تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۲۰

چکیده

در سالهای اخیر، مدیریت سازمانها با چالشهای عمده جدیدی مواجه شده اند که منتج به توجه خاص بـه زنجیـره عرضـه و نحوه مدیریت آن گشته است. در این راه اگرچه مدل های متعددی برای زنجیره تأمین ارائه شده است، اما در آنها به زنجیره تأمین به صورت یکپارچه توجه نشده و یا اگر این گونه بوده فرآیند تولید به صورت تک مرحله ای در نظر گرفته شده است، که در این صورت موجودی کالای نیم ساخته در فرآیند تولید مورد توجه واقع نشده است. در این مقاله تلاش شده است بـا ارائه یک مدل ریاضی دو سطحی برای یک سازمان تولیدی با فرآیند تولید چند مرحله ای و مقایسـه خروجیهـای مـدل بـا اطلاعات واقعی دریافتی از شرکت نساجی نمونه، صحت مدل مورد بررسی قرار گیرد. لذا مدل این تحقیق در دو سطح میان مدت و کوتاه مدت طراحی شده است که در سطح میان مدت چند هدف برای برنامه ریزی جامع خرید، تولید و توزیع ارائـه شده است که وضعیت بهینه را در یک دوره t روزه مشخص می کند. مدل سطح کوتاه مدت نیـز بـا هـدف حـداقل کـردن هزینه های زنجیره و موجودی کالای نیم ساخته در مراحل مختلف تولید، برنامه های روزانه تولید را در هر مرحله از فرآیند تولید، مشخص می کند. پس از ارائه مدل اطلاعات واقعی شرکت نمونه در مدل قرار گرفته و با استفاده از نرم افـزار لینگـو مدل حل گردید و نتایج به دست آمده از مدل با موجودیهای کالای نیم ساخته مراحل مختلف تولید مقایسـه گردیـد نتـایج تحقیق حاکی از کاهش قابل توجه کالای نیم ساخته در بخش های مختلف فرآیند تولید در صورت استفاده از مـدل بـود و بدین ترتیب کارایی مدل مورد تأیید قرار گرفت.

کلمات کلیدی: فرآیند تولید چند مرحله ای، زنجیره تأمین، مدل ریاضی، مدیریت زنجیره تأمین.

۱- مقدمه

"مدیریت زنجیره ی عرضه" عبارتی است که برای توصیف مدیریت مواد و اطلاعات در طول زنجیره از تأمین کنندگان اولیه تا تولیدکنندگان محصولات و از آن ها به توزیع کنندگان و سپس مصرف کنندگان نهایی به کار می رود. گسترش بازارها، افزایش تعداد رقبا و پیشرفت فناوری از جمله عواملی هستند که شرکت ها را وادار به بهبود فرآیندهای داخلی و ارتباطات خارجی شان می کنند. اگر فعالیتهای این مؤسسات با یکدیگر هماهنگ باشند و برنامه ریزی های کل نگری روی همه آنها انجام شود، تأثیرات زیادی بر مرغوبیت محصولات و کاهش هزینه ها خواهد داشت.

زنجیره عرضه در حقیقت شبکه ای است که عرضه‌کنندگان[1] مواد اولیه، مراکز تولید، عمده فروش‌ها[2]، مراکز توزیع[3]، خرده فروش-ها[4]، مناطق مشتریان و مشتریان نهایی محصولات را در برمی گیرد. در مدیریت زنجیره عرضه، هدف بهینه‌سازی کلیه تصمیماتی است که در طول این زنجیره به وقوع می‌پیوندد. به طورکلی، این تصمیمات در زمینه ی سه زیر سیستم کلی ۱- تدارکات[5] ، ۲- تولید و۳- توزیع اتخاذ می شود. در سیستمهای سنتی برنامه‌ریزی، هر یک از اعضای زنجیره عرضه به طور مستقل و مجزا سعی در بهینه‌سازی تصمیمات خود می‌کند. از دیدگاه صاحب نظران مدیریت زنجیره عرضه، این امر نه تنها موجب بهینه‌سازی کل زنجیره عرضه نخواهد شد، بلکه گاه باعث ایجاد ناهماهنگی هایی میان این واحدها می شود، در صورتی که در مدیریت زنجیره عرضه این تصمیمات به صورت یکپارچه و هماهنگ اتخاذ می شود و ضمن بهینه‌سازی تصمیمات در کل اعضای زنجیره عرضه، باعث کاهش قابل توجهی در هزینه‌های تدارک و تحویل یک محصول به مشتری نهایی می‌گردد. نمونه‌های متعددی از اجرای موفق این مفهوم در کشورهای پیشرفته وجود دارد, (Douglas, 1998). در کشور ما هنوز دیدگاه سنتی در برنامه‌ریزی عملیات واحدهای دخیل در تهیه و تدارک یک محصول حاکم است و واحدهای تشکیل‌دهنده زنجیرهٔ عرضه یک محصول هر کدام به تنهایی در راستای بهینه‌سازی منافع خود تصمیماتی اتخاذ می‌کنند. این امر در اکثر مواقع باعث افزایش هزینه‌های زنجیره ی عرضه، افزایش قیمت تمام شده محصول و به دنبال آن باعث کاهش قابل ملاحظه توان رقابتی شرکتها در صحنه رقابت بین-الملل خواهد شد.

مدیریت زنجیره عرضه دارای اهداف متعددی می باشد که برخی از آنها را به شرح زیر است:

الف- حداقل کردن هزینه‌های مربوط به زنجیره در راستای تأمین تقاضاهای مشتریان، این هزینه ها شامل هزینه‌های مواد اولیه، هزینه تولید محصولات، هزینه مراکز توزیع، هزینه حمل و نقل مواد اولیه به مراکز تولید و محصولات نهایی به مراکز توزیع و همچنین هزینه‌های نگهداری موجودی در مراکز مختلف است، (Fine, 2005).

ب- حداکثر ساختن جریان کالاها میان شبکه زنجیره عرضه که باعث می شود تا هزینه نهایی محصولات تولیدی کاهش یابد.

ج- برآورده ساختن تقاضای مشتریان، این هدف توانایی یک سازمان در تحویل سفارشهای مشتریان در زمان مقرر و به مقدار مشخص را نشان می‌دهد.

د- انعطاف‌پذیری که به معنای توانایی زنجیره عرضه در ایجاد تغییر در ستاده های خود، متناسب با تغییرات در تقاضاها می باشد (Nergus, 1998).

ه- انتخاب عرضه‌کنندگان مواد اولیه با معیارهای علمی و اولویت‌بندی آنها

و- مکان‌یابی[6] مراکز تولید و تعیین ظرفیت تولیدی این مراکز

ز- تعیین مقدار و ترکیب مواد اولیه‌ای که باید از هر عرضه‌کننده در طی یک دوره دریافت شود.

حـ- تعیین مقدار و ترکیب تولید در هر کدام از مراکز تولید در طی یک دوره

ط- تعیین مقدار و ترکیب محصولات ارسالی به هر کدام از مراکز توزیع و مناطق مشتریان در طی یک دوره.

---

[1] Suppliers
[2] Wholesaler
[3] Distribution centers
[4] Retailer
[5] Procurement
[6] location

تحقیقات بسیار زیادی در زمینه مدیریت زنجیره عرضه انجام شده است. این تحقیقات از لحاظ جنبه های مورد مطالعه با هم متفاوت هستند. بعضی از این تحقیقات به تصمیمات استراتژیک زنجیره عرضه، همانند مکان یابی مراکز تولید و توزیع و انتخاب عرضه کنندگان مواد اولیه پرداخته اند. بعضی نیز جنبه های تاکتیکی یا عملیاتی زنجیره عرضه را مورد مطالعه قرار داده اند. بعضی از مهمترین تحقیقات انجام شده به شرح زیر است:

الف- کوهن و لی از جمله اولین افرادی هستند که با ارائه مدلهای برنامه‌ریزی تولید/ توزیع، زمینه‌های پرداختن به مدلسازی زنجیره عرضه را فراهم کردند. مدلی که توسط کوهن و لی ارائه شد، مدلی قطعی با تابع هدف حداقل کردن هزینه و به صورت دوره‌ای یک ساله در سطح استراتژیک است. این مدل به صورت برنامه‌ریزی مختلط عدد صحیح طراحی شده است و در جستجوی تعیین تعداد و مکان بهینه مراکز توزیع، بهبود جریان مواد اولیه، تعیین مکان مراکز تولید و ظرفیتهای بهینه هر کدام از این مراکز و نهایتاً تخصیص مشتریان به هر کدام از این مراکز توزیع است (Cohen, 1998).

ب- برون ، گریوز ، و هانکزارنکو با ارائه مدلی از نوع برنامه‌ریزی مختلط صفر و یک، جهت مدلسازی یک سیستم تولید- توزیع چند محصولی گام برداشتند. در مدل ارائه شده توسط آنها، هدف، تعیین مکان مراکز تولید، و همچنین مراکز توزیع، ظرفیت مراکز توزیع، مقدار تولید، در هر مرکز تولید و نهایتاً تعیین مقدار محصولات ارسالی از هر کدام از مراکز تولید به مراکز توزیع بود. آنها جهت حل مدل ارائه شده از یکی از تکنیکهای تجزیه استفاده کردند, (Brown, 1998).

ج- کوهن و مون با ارائه مدلی ریاضی برای بهینه‌سازی زنجیره عرضه تلاش کردند. در مدل آنها، تابع هدف حداقل کردن جمع هزینه‌های کل زنجیره است. در این مدل، محدودیتهای ارائه شده مربوط به تقاضای محصولات، عرضه مواد اولیه از سوی عرضه‌کنندگان، ظرفیت تولید هر کدام از مراکز تولید، ظرفیت فروش هر کدام از مراکز توزیع، ساختار شبکه تولید و توزیع و نهایتاً مناطق مشتریان است. آنها به علت بزرگ بودن مقیاس مدل ایجاد شده و همچنین ماهیت مدل که از نوع صفر و یک است، با استفاده از تکنیک تجزیه، مدل را به دو مسأله فرعی (مسأله خطی و مسأله صفر و یک) تقسیم و مدل را حل کردندCohen). 1999)

د- آرنتزن ، برون، هاریسون و ترافتون یک مدل یکپارچه زنجیره عرضه برای شرکتهای بزرگ بین المللی ارائه نمودند. در مدل ارائه شده توسط آنها، دو تابع هدف وجود دارد. اولین تابع هدف برای حداقل کردن هزینه‌های کل زنجیره است و دومین تابع هدف، مدت زمانی را که طول می‌کشد تا یک محصول به دست مشتری برسد حداقل می‌کند. در مدل یکپارچه آنها، محدودیتها شامل محدودیتهای پوشش دادن تقاضاها، ظرفیت عرضه در مدل یکپارچه آنها و محدودیتها شامل محدودیتهای پوشش دادن تقاضاها، ظرفیت عرضه کنندگان در ارائه مواد اولیه، ظرفیت تولید مراکز تولید و نهایتاً ظرفیت فروش هر کدام از مراکز توزیع است. آنها مدل خود را به صورت چند دوره‌ای ارائه داده‌اند, (Arntzen, 1995).

هـ- سابری و بیمون یک مدل چند هدفه جهت بهینه‌سازی تصمیمات زنجیره عرضه ارائه داده‌اند. آنها در مدل خود به برنامه‌ریزی در دو سطح استراتژیک و عملیاتی پرداخته‌اند. در این مدل در سطح استراتژیک، سه هدف به شرح حداقل کردن هزینه کل زنجیره عرضه، حداکثر کردن نرخ برآورده ساختن تقاضاهای مشتریان و نهایتاً حداکثر کردن انعطاف‌پذیری در مقدار و زمان تحویل مواد اولیه و محصولات وجود دارد. در مدل سطح استراتژیک محدودیتها عبارتند از: محدودیتهای عرضه مواد خام، ظرفیت تولید هر کدام از مراکز تولید، ظرفیت انبارها و مراکز توزیع و مقدار تقاضاهای مشتریان. سبری و بیمون با توجه به

---

[7] Cohen
8 Brown
[9] Graves
[10] Honzorenco
[11] Moon
[12] Amtzen
[13] Harrison
[14] Trafton
[15] Integrated model
[16] Sabri
[17] Beamon

اطلاعات به دست آمده از سطح استراتژیک با استفاده از فرمولهای تعیین مقادیر اقتصادی با هدف حداقل کردن هزینه، مقادیر بهینه خرید، تولید و توزیع و همچنین دوره تناوب آنها را مشخص کرده‌اند (Sabri, 2000).

و- کورپلا و لهموسورا با استفاده از ترکیب مدلهای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و همچنین برنامه ریزی مختلط عدد صحیح کوشیدند مدلی جهت ارزیابی و طراحی شبکه انبارها و مراکز توزیع ارائه کنند. آنها با استفاده از تعیین برخی معیارها، انبارهای توزیع را ارزیابی کرده، با وارد کردن ضرایب اهمیت به دست آمده در مدل عدد صحیح، انتخاب یا عدم انتخاب انبارهای توزیع را مشخص می‌کنند. تابع هدف در مدل عدد صحیح آنها از نوع حداکثر کردن به دست آمده از مرحله قبل است (Korpela, 1999).

ز- لی و برین[۲۰] درکار خود با عنوان مدل یکپارچه کارایی زنجیره عرضه، برخلاف اکثر تحقیقات که فقط حداقل کردن هزینه را به عنوان تابع هدف در نظر گرفته اند، هدف را حداکثر کردن کارایی و اثر بخشی قرار داده اند. کارایی و اثربخشی در مدل آنها بر اساس چهار معیار سود، عملکرد طبق زمانهای تحویل، سرعت در تحویل و کاهش ضایعات سنجیده می شود. آنها برای تحلیل عملکرد زنجیره عرضه، یک سیستم دو سطحی ارائه داده اند، به این ترتیب که در سطح زنجیره یا استراتژیک، انتخاب بهترین استراتژی و در سطح عملیاتی، بهینه سازی فعالیتهای زنجیره را مد نظر قرار داده اند.

ح- یی فن سو[۲۱] و چیان یانگ با بررسی رابطه ساختاری زنجیره عرضه و مزایای سیستم های اطلاعاتی ERP و جمع آوری اطلاعات از طریق مصاحبه با کارشناسان به ارائه یک مدل مفهومی از زنجیره تأمین پرداختند (Yi-fen Su , 2009).

ط- محمد بنبوزیانی[۲۲] و مریم جیناس با بررسی زنجیره عرضه سازمانها به ارائه مدلی برای توزیع با رویکرد فازی و ژنتیک پرداختند و در نهایت ادغام و تعامل را به عنوان بهترین استراتژی برای سازمانها معرفی نمودند، آنها با بررسی فعالیتهای زنجیره توزیع نه شرکت نفتی و تست فعالیتهای زنجیره ای بهترین راه توسعه زنجیره توزیع را همزیستی در یک محیط رقابتی معرفی کردند (Benbouziane, 2012).

در داخل کشور نیز در سال های اخیر تحقیقات وسیعی در خصوص مدل سازی زنجیره تأمین صورت گرفته است. بیشتر محققان تمرکز خود را بر ارائه مدلهای تأمین، تولید و توزیع و یا ارائه ترکیبی از مراحل زنجیره مدیریت عرضه نمودند. سید حبیب ا... میرغفوری با ارائه یک مدل یکپارچه سه سطحی که تمامی مراحل عرضه، تولید و توزیع را در بر می گیرد سعی در حداقل نمودن هزینه های زنجیره عرضه و اجرای این مدل در مجتمع صنایع لاستیک یزد نمود (Mirghafouri, 2003).

حسین غضنفری، در ادامه با ارائه یک مدل ساده تلاش نمود که نشان دهد در صورت استفاده از یک مدل یکپارچه در مقایسه با سه مدل جداگانه برای سیستم های زنجیره تأمین جواب بهینه تری به دست خواهد آمد (Ghazanfari, 2004).

جمال شهرابی و سید اسماعیل موسوی به ارائه یک متدولوژی ۳ مرحله ای جهت پیش بینی تقاضا پرداختند و در قدم اول از تکنیک های مختلف داده کاوی نظیر آنالیز خوشه بندی و استاندارد سازی جهت آماده سازی داده ها برای ورود به مدلهای پیش بینی و در قدم دوم به ارائه یک مدل شبکه عصبی پرداختند (Shahrabi, 2008).

ایرج مهدوی و امیر مهاجر به بررسی شبکه زنجیره توزیع و تأمین گل و گیاه پرداخته و با در نظر گرفتن انبارها، مراکز توزیع و خرده فروشان، اقدام به ارائه یک مدل ریاضی نموده اند که هدف آن کاهش هزینه های حمل و نقل برای کلیه انبارها، وسایل نقلیه و محصولات مختلف می باشد که با تخصیص سفارشات به انبار ها و وسایل نقلیه صورت می گیرد (Mahdavi, 2010).

میربهادرقلی آریانژاد و هادی صاحبی به بررسی موجودی در سیستم زنجیره تأمین چند مرحله ای که تحت فلسفه تولید به هنگام کار می کند، پرداخته اند، زنجیره تأمین مورد بحث شامل یک تأمین کننده، N تولید کننده و یک خرده فروش است، که خرده فروش زنجیره دارای تخفیف است. این مقاله مدل ریاضی توسعه یافته ای را ارائه می دهد(Aryanejad, 2008).

---

[18] Korpela
[19] Lehmusvaara
[20] Bren
[21] Ye-fen su
[22] Benbouziane

امین عمید و سیدحسن قدسی پور اقدام به ارائه مدل توسعه یافته ای شامل سه تابع هدف، کمینه سازی هزینه ها ی کل، بیشینه سازی کیفیت و سطح سرویس کل کالاهای خریداری شده نمودند. در این مدل با استفاده از مجموع وزندار توابع عضویت، تابع تصمیم گیری مناسب را ساخته به طوری که در آن وزن معیار ها متناسب با اهمیت آنها در زنجیره تأمین باشند (Amid, 2006).

عبدالستار صفایی و رضا برادران کاظم زاده مدلی را ارائه نمودند که تولید یک محصول را در محیط چند سایتی بررسی نموده و فعالیت ها را به سایت هایی که ظرفیت و توانایی انجام آنها را دارند اختصاص می دهد و هدف آن کمینه نمودن جمع هزینه های راه اندازی و ساخت، حمل و نقل و نگهداری موجودی و هزینه های ثابت و همزمان پوشش میزان تقاضا در یک دوره زمانی می باشد(Safeei, 2008).

دکتر احمد ماکوئی و نسترن بخشی زاده با ارائه یک مدل برنامه ریزی دو سطحی در تحلیل یک زنجیره تأمین اقدام به تحقیق و بررسی در خصوص تحلیل زنجیره های تأمین و مدلهای برنامه ریزی ارائه شده در این رابطه نموده اند، که پس از بررسی ماهیت و کاربرد برنامه ریزی دو سطحی و تناسب بیشتر آن با موضوع زنجیره تأمین، جهت تحلیل این سیستم برگزیده است (Makouey, 2007).

علیرضا علاقه بند و مریم رضوی اقدام به ارائه یک مدل و کنترل زنجیره تأمین با بکارگیری سیستم های کنترل خطی پرداخته اند، در این مقاله با بکارگیری روش کنترل خطی و آنالیز توابع تبدیل، روشی برای مدلسازی زنجیره تأمین در شرایط زمانی پیوسته ارایه شده است به گونه ای که یک مبادله بین نرخ سفارش و بهترین سطح موجودی ایجاد نماید. شبیه سازی نتایج با استفاده از نرم افزار شبیه ساز سیمولینک در محیط مطلب انجام و نتایج ارایه گردیده است (AlagheBand, 2007).

به علت تنوع و گستردگی تصمیماتی که در مدیریت زنجیره عرضه اتخاذ می شود، مدلهای حاصل از فرموله کردن زنجیره عرضه، مدلهای بزرگ و پیچیده ای می شود. لذا اکثر محققین، تحقیقات خود را از ابعاد مختلفی محدود کرده اند که برخی از آنها عبارتند از :

الف- محدودیت در جنبه های مورد مطالعه زنجیره عرضه: به عنوان مثال از میان تحقیقات ذکر شده، کوهن و لی، برون و همکارانش. تنها برنامه ریزی تولید/ توزیع را مورد بررسی قرار داده اند. کورپلا و لهموسورا تنها ارزیابی و برنامه ریزی شبکه های توزیع و انبارها، و لی و همکارانش فقط ارزیابی عرضه کنندگان و فرآیند تدارک مواد اولیه را مطالعه کرده اند .

ب- بعد زمانی مورد مطالعه (استراتژیک، تاکتیکی و عملیاتی) : بسیاری ازمحققین، تحقیقات خود را به مطالعه تنها یک بعد زمانی در برنامه ریزی محدود کرده اند که به عنوان مثال می توان به مطالعه بعد تاکتیکی در تحقیق کوهن و لی ، بعد عملیاتی در مطالعات آرنتزن و همکارانش اشاره کرد. تنها در تحقیق سابری و بیمون به برنامه ریزی زنجیره عرضه در دو سطح تاکتیکی و عملیاتی پرداخته شده است .

ج- هدف و معیارهای محدود در برنامه ریزی : در اکثر تحقیقات انجام شده، همانند تحقیقات کوهن و لی، برون و همکارانش، کوهن و مون، گوپنا و همکارانش تنها یک هدف و آن هم حداقل کردن هزینه ها، در نظر گرفته شده است. در تحقیقاتی که در سالهای اخیر انجام شده است. با در نظر گرفتن بیش از یک هدف در برنامه ریزی زنجیره عرضه، مدل های واقعی تری ارائه شده اند که از آن میان می توان به مدل های آرنتزن و همکارانش و سبری و بیمون اشاره کرد .

با توجه به موارد فوق، در این مقاله سعی شده است تا با بررسی نقاط ضعف و قوت تحقیقات مشابه، مدلی جامع و واقعی برای برنامه ریزی زنجیره عرضه شرکت نمونه با در نظر گرفتن چند مرحله ای بودن تولید و امکان تولید همزمان چندین محصول ارائه شود. جهت پرهیز از پیچیدگی بیش از حد مدل، از مدل تجزیه پذیر استفاده گردیده است و مدل در دو سطح کوتاه مدت و میان مدت ارائه گردیده است.

در این مقاله مدل ارائه شده علاوه بر توجه به هر سه حوزه تدارکات، تولید و توزیع، فرآیند تولید نیز بصورت چند مرحله ای در نظر گرفته شده است، با توجه به اینکه معمولاً در فرآیند تولید برای رسیدن به کالای نهایی بایید بیشتر از یک مرحله فرآیند بر روی کالا انجام گیرد (در شرکت نمونه فرآیندها عبارتند از: چله پیچی، بافندگی، چاپ، پرداخت و بسته بندی) در مدل های ارائه شده، مجموعه زنجیره عرضه بصورت یکپارچه در نظر گرفته نشده است و اگر هم این گونه بوده، فرآیند تولید را به صورت یک

مرحله ای در نظر گرفته اند (Mirghafouri, 2003). که این خود باعث پنهان ماندن موجودی کالاهای نیم ساخته موجود در فرآیند تولید که سهم عمده ای از سرمایه در گردش سازمان را به خود اختصاص می دهد، گردیده است. لذا در این مقاله علاوه بر یکپارچگی کل زنجیره و فرض امکان تولید همزمان n محصول، فرض شده است که برای رسیدن به محصول نهایی باید در چند مرحله مختلف عملیات تولیدی انجام گیرد و محصول هر مرحله به عنوان ماده اولیه مرحله بعدی مورد استفاده قرار می گیرد.

کارخانه نساجی نوبافت یکی از تولید کنندگان عمده پتوی راشل در سطح کشور می باشد که سهم به سزایی از بازار پتوی ایران را به خود اختصاص داده است و با توجه به تجربه حضور محقق به عنوان شرکت نمونه در نظر گرفته شده است. با توجه به اینکه فرآیند تولید این شرکت به صورت مرحله ای، شامل مراحل چله پیچی، بافندگی، چاپ، پرداخت و بسته بندی می باشد لذا محقق را بر آن داشت تا یک مدل ریاضی مرحله ای جهت زنجیره عرضه سازمان ارائه نموده و ضمن اثبات قابلیتهای آن، زمینه های کاربردی کردن آن را در سایر صنایع نیز به وجود آورد. بدین ترتیب سوالات اصلی تحقیق به شرح ذیل است:

۱- نوع مدل متناسب با برنامه ریزی زنجیره عرضه صنایع دارای تولید با فرآیند مرحله ای چیست؟

۲- مدل برنامه ریزی زنجیره عرضه شرکت نمونه کدام جنبه های زنجیره عرضه را در بر می گیرد؟

فرضیات متناسب با سؤالات به شرح زیر است؟

الف) مدل متناسب با برنامه ریزی زنجیره عرضه شرکت نمونه، مدلی تجزیه پذیر است.

ب) مدل متناسب با برنامه ریزی زنجیره عرضه شرکت نمونه، جنبه های منبع یابی، انتخاب مراکز توزیع و مقدار تولید در هر مرحله را در بر می گیرد.

۲- مواد و روشها

در این قسمت، مراحل طراحی یک مدل دو سطحی سلسله مراتبی زنجیره عرضه جهت شرکت مورد مطالعه در هر سطح به تفصیل معرفی می گردد. این مدل شامل دو سطح می باشد که در سطح اول با جمع بندی و اصلاحات مدل های اشاره شده در ابتدای فصل و ساختار ترکیبی محصول شرکت نمونه که ترکیبی از مواد اولیه متفاوت می باشد و سطح دوم با توجه به در نظر گرفتن تولید به صورت چند مرحله ای طراحی گردیده است، با توجه به اینکه در این مدل تلاش شده است فرآیند تولید به صورت چند مرحله ای در نظر گرفته شود، در سطح میان مدت تنها به بررسی هزینه های حمل و نقل خارج سازمان اعم از مواد اولیه و کالاهای ساخته شده و همچنین توجه به برآوردن نیاز مشتریان توجه نموده و در سطح کوتاه مدت با در نظر گرفتن تولید به عنوان یک فرآیند چندمرحله ای به بررسی موجودیهای کالای نیم ساخته در فرآیند تولید بررسی شده است.

به علت تنوع تصمیماتی که در مدیریت زنجیره عرضه اتخاذ می شود، مدل حاصل از زنجیره تأمین در حالت عادی، مدل بزرگ و پیچیده ای می گردد و یا نشان دهنده مدل واقعی زنجیره تأمین نخواهد بود. لذا تجزیه این مسأله به چند مسأله فرعی باعث خواهد شد تا علاوه بر کاهش پیچیدگی آن مساله به مزایای دیگری نیز دست یافت. این مزایا عبارتند از: کاهش زمان محاسبات مربوط به حل مدل و در نتیجه نیاز به حافظه کمتری از سیستم، متناسب بودن هر کدام از مسائل فرعی با یکی از سطوح زنجیره عرضه و نهایتاً نزدیک شدن مدلهای ساخته شده به واقعیت و همچنین امکان استفاده از نرم افزار لینگو جهت حل مدل، لذا تلاش گردید که در طراحی ساختار مدل زنجیره عرضه شرکت مورد مطالعه، از یک ساختار دو سطحی استفاده گردد، که سطح اول آن نگاهی به یک دوره زمانی میان مدت و سطح دوم در یک افق زمانی کوتاه مدت قابل بررسی می باشد، قبل از ارائه مدل فرضیات مدل را تشریح می نماییم.

در طراحی زنجیره عرضه شرکت چندین فرض به عنوان پیش فرض در نظر گرفته شده است که به شرح ذیل می باشند:

۱- هزینه نگهداری مواد و محصولات در کلیه مراحل تأمین، تولید و توزیع قابل تعیین است.

۲- ظرفیت تأمین کنندگان و توزیع کنندگان مورد نظر قابل تعیین می باشد.

۳- تقاضای تولید کارخانه سفارشی و معین است و بصورت دوره ای تعیین می گردد.

۴- محدودیتی در مقدار مواد اولیه و عرضه کنندگان آن مواد وجود ندارد.

۵- توقفات برنامه ریزی نشده خط تولید در محاسبات در نظر گرفته نشده است.

۶- ظرفیت خط تولید در هر مرحله از فرآیند تولید قابل محاسبه است.
۷- بهای تمام شده کالای ساخته شده در هر مرحله از فرآیند تولید قابل محاسبه است.
۸- محدودیتی در تعداد مراحل تولید وجود ندارد.
۹- فرآیند تولید به صورت مرحله ای بوده و مواد اولیه پس از گذشت از یک مرحله تولید به مرحله دیگر ارسال می گردند.
۱۰- محدودیتی در تعداد توزیع کنندگان وجود ندارد.

حال مدل را به دو سطح کوتاه مدت و میان مدت تقسیم کرده و هر کدام را به طور جداگانه مورد بررسی قرار می دهیم.
سطح میان مدت سطحی است که درآن، عرضه کنندگان و همچنین مراکز توزیع مورد شناسایی قرار گرفته و با تعیین معیارهای موثر در انتخاب، ضریب اهمیت آنها مشخص شده است. در این سطح در یک دوره زمانی (در شرکت مورد مطالعه ۱۰ روزه در نظر گرفته شده است) ترکیب و مقدار تولید هر کدام از مواد اولیه و اینکه بایستی از کدام تأمین کننده آنها و ترکیب و مقدار هر کدام از محصولات تولیدی، مشخص می گردد. در این مدل که در ذیل آمده است تابع هدف شماره (۱) مدل، تلاش می کند که مجموع هزینه های حمل و نقل اعم از حمل کلیه مواد اولیه خریداری شده از تأمین کنندگان بعلاوه هزینه های حمل محصولات نهایی به مراکز توزیع جهت فروش را حداقل کند . تابع هدف شماره (۲) تلاش می کند تا مجموع هزینه خرید اقلام مواد اولیه از تأمین کنندگان متفاوت را حداقل نماید، این تابع هدف همچنین با هدف کاهش هزینه ها از ذخیره اضافه مواد اولیه مورد نیاز در ابتدای فرآیند تولید نیز جلوگیری خواهد نمود، تابع هدف شماره (۳)، با کسر نمودن مجموع محصول ارسالی به توزیع کنندگان از مقدار محصول تولید شده در شرکت بعلاوه موجودی اولیه سعی در کاهش مقدار موجودی محصول ساخته شده در انتهای پروسه تولید را دارد، این تابع هدف همواره موجودی انتهای خط تولید را با هدف کاهش هزینه های انبارداری کنترل می نماید. تابع هدف شماره (۴) با توجه به تجربه نویسنده در خصوص ضرورت توجه به مراکز عرضه کننده مواد اولیه و همچنین مراکز توزیع کننده کالای نهایی بصورت بلند مدت اگرچه در کوتاه مدت هزینه هایی را نیز برای سازمان در بر داشته باشد با نگاهی بر استفاده از روش دلفی در تصمیم گیری اضافه شده است و در این تابع هدف تلاش در حداکثر نمودن مقدار مطلوبیت ناشی از خرید مواد اولیه از تأمین کنندگان و ارسال کالاها به مراکز توزیع را دارد. در این تابع WS_S ضریب اهمیت عرضه کنندگان S و WD_S ضریب اهمیت توزیع کننده D است، که در این تحقیق این ضرایب با توجه به نظرات مدیران ارشد سازمان به دست آمده و در محاسبات در نظر گرفته شده است. تابع هدف شماره (۵)، مجموع سود حاصل از تولید محصولات مختلف را حداکثر می نماید، در حقیقت این تابع هدف در این سطح تنها تابع هدفی است که بر درآمد تمرکز دارد، بر خلاف توابع قبل که بر هزینه ها متمرکز بودند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

$$MinC_1 = \sum_s^S \sum_r^R CTR_{RS} . EXM_{RS} + \sum_i^I \sum_d^D CT_{ID} . EXD_{ID} \quad (۱)$$

$$MinC_2 = \sum_s^S \sum_r^R P_{RS} . EXM_{RS} \quad (۲)$$

$$MinC_3 = FI_I + EXP_I - \sum_d^D EXD_{ID} \quad \forall I \quad (۳)$$

$$MaxZ_1 = \sum_s^S \sum_r^R WS_S . EXM_{RS} + \sum_i^I \sum_d^D WD_D . EXD_{ID} \quad (۴)$$

$$MaxZ_2 = \sum_i^I IP_I . EXP_I \quad (۵)$$

Subject to:

$$EXM_{RS} \leq CAP_{Rs} \quad \forall R, \forall S \quad (۶)$$

$$\sum_{i}^{I} U_{RI}.EXP_{I} \leq \sum_{s}^{S}\sum_{r}^{R} EXM_{RS} + FR_{R} \quad (۷)$$

$$FI_{I} + EXP_{I} \geq \sum_{i}^{I}\sum_{d}^{D} EXD_{ID} \quad (۸)$$

$$EXP_{I} \geq \left(\sum_{d}^{D} EXD_{ID}\right) * LPT \quad \forall I \quad (۹)$$

$$EXP_{I} \geq EP10 \quad \forall I \quad (۱۰)$$

$$EXM_{RS} \geq 0 \quad \forall R, \forall S \quad (۱۱)$$

$$EXP_{I} \geq 0 \quad \forall I \quad (۱۲)$$

$$EXD_{ID} \geq 0 \quad \forall I, \forall D \quad (۱۳)$$

$$EXD_{ID} \geq d_{ID} \quad \forall I, \forall D \quad (۱۴)$$

که در این مدل توصیف پارامترها در جدول (۱) آمده است.

جدول شماره(۱) : توصیف پارامترهای استفاده شده در مدل سطح میان مدت

شرح پارامتر	نماد
مجموعه عرضه کنندگان	S
مجموعه مواد اولیه مورد نیاز	R
مجموعه محصولات تولید شده	I
مجموعه توزیع کنندگان	D
هزینه حمل ونقل هر واحد از ماده اولیه R از عرضه کننده S	CTR_{RS}
هزینه حمل و نقل هر واحد از محصول I به توزیع کننده D	CT_{ID}
موجودی ابتدای دوره ماده اولیه R	FR_{R}
موجودی ابتدای دوره محصولات خانواده I	FI_{I}
قیمت ماده اولیه R تهیه شده از عرضه کننده S	P_{RS}
مقدار سود فروش هر واحد محصول از مجموعه محصولات I	IP_{I}
مقدار ماده اولیه مورد نیاز از مجموعه مواد اولیهR برای تولید هر واحد از محصول از مجموعهI	U_{RI}
ضریب اهمیت عرضه کننده S	WS_{S}
ضریب اهمیت توزیع کننده D	WD_{D}
ظرفیت عرضه کننده S برای تولید ماده اولیه R	$CAPs$
مقدار حداقل تولید (تعداد تولید در نقطه سر به سر در یک دوره)	$EP10$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدار تقاضای محصول I مورد نیاز توزیع کننده D	D_{ID}
مجموعه درصد ضایعات تولید در مراحل تولید+۱	LPT
متغیر تصمیم مقدار محصول I که به توزیع کننده D ارسال می گردد.	EXD_{ID}
متغیر تصمیم مقدار ماده اولیه R که از عرضه کننده S خریداری می شود.	EXM_{RS}
متغیر تصمیم مقدار محصول I تولید شده	EXP_{I}

در این مدل، محدودیت شماره (۶)، نشان دهنده محدودیت ظرفیت هرکدام از تأمین کنندگان برای تأمین مواد اولیه مورد نیاز شرکت می باشد. محدودیت شماره (۷)، از تأمین مواد اولیه مورد نیاز جهت تولید هر نوع محصول با توجه به میزان خرید مواد اولیه از تأمین کنندگان به علاوه مقدار ماده اولیه موجودی در ابتدای دوره اطمینان می یابد.

محدودیت شماره (۸)، از تأمین تقاضای محصولات درخواست شده توسط مراکز توزیع با میزان محصول تولیدی در خط تولید به علاوه موجودی ابتدای دوره اطمینان حاصل می نماید و محدودیت شماره (۹) حداقل میزان تولید را متناسب با مجموع ضایعات در نظر گرفته شده برای خطوط مختلف تولید و با نگاهی به میزان تقاضای توزیع کنندگان تعیین می نماید. محدودیت شماره (۱۰)، از مقرون به صرفه بودن تولید حداقل به میزان نقطه سر به سر مطمئن می شود،در حقیقت مشخص می کند که میزان تولید هر نوع محصول باید از تعداد در نقطه سر به سر تولید بیشتر باشد. محدودیت شماره (۱۱) ، (۱۲) و (۱۳)، سعی می کنند از غیر منفی شدن متغیرهای تصمیم گیری اطمینان یابند و در نهایت تابع هدف شماره (۱۴) از برآورده کردن تقاضا توسط متغیر تصمیم تعداد محصول ارسالی اطمینان حاصل می نماید و یا به عبارت دیگر تلاش می کند که به تمامی تقاضاهای مشتریان از انواع کالاهای نهایی پاسخ داده شود.

در این سطح، ابتدا عرضه کنندگان و همچنین مراکز توزیع مورد شناسایی قرار گرفت و پس از تعیین معیارها و زیر معیارهای مؤثر بر انتخاب تعیین گردید. پس از آن بر اساس پرسشنامه های تکمیلی توسط مدیران سازمان، میانگین نمرات به دست آمده برای هر تأمین کننده و توزیع کننده به عنوان ضریب اهمیت در نظر گرفته شده است. نهایتاً عرضه کنندگان و مراکز توزیع بر اساس میزان اهمیت رتبه بندی شد. در این سطح، مواد اولیه که از نظر قیمت سهم بیشتری را در بهای تمام شده کالا دارند، به عنوان مواد اولیه اصلی در نظر گرفته شده و سایر مواد اولیه که در فرآیند تولید استفاده می گردند به عنوان هزینه های متغیر در حین فرآیند تولید در نظر گرفته شد.

در این تحقیق دو ماده اولیه نخ پلی استر و نخ اکریلیک به عنوان مواد اولیه اصلی در نظر گرفته شده و محصولات شرکت عبارتند از : پتوی دونفره، یک نفره ، جوان، نوجوان و پتوی نوزاد که در این سطح جهت ساده سازی مدل، کلیه محصولات شرکت با توجه به وزن و مساحت پتوها به معادل پتوی دو نفره تبدیل گردید. این مدل به شکل زیر می باشد.

در مدل سازی سطح کوتاه مدت، سطح تعداد تولید در هر کدام از مراحل تولید مشخص می شوند. بدیهی است که ستاده های سطح میان مدت به عنوان داده های ورودی سطح بعدی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. چارچوب کلی ساختار مدل سلسله مراتبی ارائه شده در این تحقیق که آن را از مدلهای ارائه شده در سایر تحقیقات متمایز می کند، می توان موارد ذیل زا بر شمرد:

الف- متناسب بودن هر یک از سطوح مدل با تصمیمات متخذه در یکی از سطوح مدیریت، لذا سازماندهی و مدیریت بهتر امور

ب- کاهش پیچیدگی مدل برنامه ریزی زنجیره عرضه به علت استفاده از تکنیک تجزیه

ج- مرتفع ساختن نیاز به اطلاعات جزیی در برنامه ریزی میان مدت

د- استفاده از چندین هدف و معیار در برنامه ریزی و درنتیجه واقعی تر شدن مدل

ه- کاربرد مدل های ریاضی در سطوح مختلف زنجیره عرضه

و- لحاظ کردن ضایعات در هر مرحله از فرآیند تولید جهت برنامه ریزی دقیق تر

ز– توجه خاص به موجودی کالای نیم ساخته در فرآیند تولید جهت حذف مودها

ح– در نظر گرفتن چند مرحله ای بودن فرآیند تولید

در این سطح، برنامه ریزی به صورت روزانه انجام می شود. در این برنامه ریزی جوابهای حاصل از مدل میان مدت،یعنی میزان اقتصادی خرید هر کدام از مواد اولیه، میزان اقتصادی تولید هر محصول و نهایتاً میزان اقتصادی ارسال محصولات به مراکز توزیع که مشخص شده است، جهت تعیین میزان تولید اقتصادی در هر مرحله از فرآیند تولید به این سطح ارسال می گردد. همانطور که پیشتر بیان گردید در این سطح علاوه بر مدل سازی برای تولید n نوع محصول به صورت همزمان، فرض شده است که این محصولات باید n مرحله تولیدی را نیز جهت تکمیل شدن و رسیدن به محصول نهایی طی کنند که این امر خود باعث کنترل موجودی، کالاهای نیم ساخته در فرآیند تولید و به تبع آن کاهش سرمایه در گردش سازمان خواهد گردید. مدل ریاضی سطح کوتاه مدت به شرح زیر است:

$$MinZ_1 = \sum_{n}^{N}\sum_{k}^{K}\sum_{t}^{T} (SP_{TKN} . ZP_{TKN} + CP_{TKN} . XP_{TKN}) \quad (۱)$$

$$MinZ_2 = \sum_{n}^{N}\sum_{k}^{K}\sum_{t}^{T} hP_{TKN} . IP_{TKN} + \sum_{n}^{N}\sum_{k}^{K}\sum_{t}^{T} LP_{TKN} . XP_{TKN} \quad (۲)$$

$$MinZ_3 = \sum_{d}^{D}\sum_{k}^{K}\sum_{t}^{T} hD_{TKD} . ID_{TKD} \quad (۳)$$

Subject to:

$$\sum_{r}^{R}\sum_{s}^{S} XM_{RtS} + IM_{(t-1)R} \geq \sum_{t}^{T}\sum_{k}^{K} XP_{TK1} . C_{KR} \quad \forall R \quad (۴)$$

$$XP_{TKN} \geq 0 \quad \forall K, \forall N \quad (۵)$$

$$IM_{Rt} = IM_{(t-1)R} + XM_{tR} - \sum_{k}^{K} XP_{TK1} . C_{KR} \quad \forall R \quad (۶)$$

$$XP_{TKN} \geq XP_{TK(n+1)} - IP_{(t-1)KN} \quad \forall K, \forall N \quad (۷)$$

$$XP_{TKN} \geq MP_{NK} \quad \forall N, \forall K \quad (۸)$$

$$ZP_{TKN} = 0 \text{ or } 1 \quad \forall K, \forall N \quad (۹)$$

$$XP_{TKn} + ID_{(t-1)Kn} \geq \sum_{d}^{D} XD_{TKD} \quad \forall K \quad (۱۰)$$

$$IP_{TKN} = XP_{TKN} - XP_{T(N-1)K} \quad \forall K, \forall N \quad (۱۱)$$

$$XD_{TKD} = EXD_{ID} \quad \forall K, \forall I, \forall D \quad (۱۲)$$

$$XM_{TRS} = EXM_{RD} \quad \forall R, \forall S \quad (۱۳)$$

$$XP_{TKN} \leq AP_{TKN} \quad \forall K, \forall N \quad (۱۴)$$

$$\sum_{n}^{N} XP_{TKN} = EXP_{I} \quad \forall K \quad (۱۵)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

در این مدل، تعدادی از متغیرهای تصمیم و پارامترها همانند مدل میان مدت است، با این تفاوت که بعد زمانی t در آنها اضافه گردیده است. سایر پارامترهای این مدل در جدول(۲) آمده اند:

هدف این مدل، حداقل کردن هزینه های زنجیره عرضه، شامل هزینه های نگهداری موجودی مواد اولیه، محصول نهایی و کالای در جریان ساخت تولید و هزینه تولید هر واحد محصول می باشد . لذا تابع هدف شماره (۱) تلاش می کند، مجموع هزینه های ثابت و متغیر تولیدی یک واحد محصول را طی دوره مورد نظر به حداقل برساند، در حقیقت در این تابع هدف هزینه های ثابت و متغیر برای کلیه محصولات و در تمامی مراحل تولید محاسبه گردیده و هدف کاهش این هزینه ها می باشد. تابع هدف شماره (۲) تلاش می کند، مجموع هزینه های نگهداری کالاهای در جریان ساخت در هر کدام از مراحل تولید و همچنین هزینه های ضایعات تولیدی را در هر کدام از مراحل مختلف تولید کاهش دهد. تابع هدف شماره (۳)، سعی دارد مجموع هزینه های نگهداری کالای ساخته شده آماده برای ارسال به توزیع کنندگان را کاهش دهد. محدودیت شماره (۴)، از کافی بودن مواد اولیه خریداری شده از تأمین کنندگان با در نظر گرفتن مقدار موجودی مواداولیه ابتدای دوره جهت تولید محصول در مرحله اول اطمینان حاصل می نماید. محدودیت شماره(۵)، بیان کننده منفی نبودن میزان تولید هر محصول در هر یک از مراحل مختلف می باشد. محدودیت (۶)، نشان دهنده میزان موجودی مواد اولیه پایان دوره می باشد. (موجودی مواد اولیه ابتدای دوره بعلاوه مواد خریداری شده طی دوره منهای مواد مصرف شده در طول دوره می باشد). محدودیت شماره (۷)، از وجود کالای نیم ساخته در هر مرحله تولید جهت استفاده در مرحله بعدی اطمینان می یابد، در حقیقت این محدودیت با در نظر گرفتن موجودی کالای نیم ساخته در مرحله قبل، موجودی کالای نیم ساخته بین فرآیند تولید را کاهش می دهد. محدودیت شماره (۸)، از تولید حداقل به میزان نقطه سربه سر در هر مرحله از فرآیند تولید اطمینان حاصل می نماید. محدودیت شماره (۹)، ضریب متغیر تصمیم تولید در هر مرحله می باشد که با توجه به تولید پیوسته در شرکت نمونه عدد یک در نظرگرفته شده است. محدودیت شماره (۱۰)، در مرحله آخر تولید اطمینان حاصل می نماید که تولید مرحله انتهایی به علاوه میزان موجودی اول دوره، تقاضای توزیع کنندگان را برآورده می سازد. محدودیت شماره (۱۱)، نشان دهنده ی میزان موجودی کالای نیم ساخته در هر مرحله از فرآیند تولید می باشد. محدودیت شماره (۱۲) و(۱۳)، میزان محصول ارسالی به توزیع کنندگان و میزان مواد اولیه دریافتی از تأمین کنندگان را برای محاسبات از مدل اول وارد مدل دوم می نماید و محدودیت شماره (۱۴)، محدود بودن ظرفیت تولید در هر مرحله از n مرحله فرآیند تولید را نشان می دهد و تابع هدف شماره (۱۵)، نشان دهنده این مطلب است که مجموع تعداد محصول تولیدی حاصل از مدل کوتاه مدت باید میزان تولید حاصل از مدل اول را برآورده نماید، در حقیقت میزان تولید مشخص شده در مدل سطح اول باید در سطح کوتاه مدت برآورده گردد.

جدول شماره (۲): توصیف پارامترهای استفاده شده در مدل سطح کوتاه مدت

شرح پارامتر	نماد
مقدار موجودی انبار از مواد اولیه R در بازه زمانی T	IM_{TR}
هزینه ثابت تولید محصول K در مرحله N تولید و در بازه زمانی T	SP_{TKN}
ضریب تصمیم گیری(۰یا۱) تولید محصولK در مرحله N تولید و در بازه زمانی T	ZP_{TKN}
هزینه متغیر تولید محصول K در مرحله N تولید و در بازه زمانی T	CP_{TKN}
میزان تولید محصول K در مرحله N که هزینه های ثابت و متغیر تولید را پوشش می دهد	MP_{NK}
هزینه نگهداری محصول K در مرحله N تولید و در بازه زمانی T	hP_{TKN}
مقدار موجودی در جریان ساخت محصول K در مرحله N تولید و در بازه زمانی T	IP_{TKN}
مقدار ماده اولیه R که از عرضه کننده S خریداری می شود به دست آمده از مدل اول	EXM_{RS}

مقدار محصول I که به توزیع کننده D ارسال می گردد، به دست آمده از مدل اول	EXD_{ID}
مقدار محصول I تولید شده، به دست آمده از مدل اول	EXP_{I}
درصد ضایعات محصول K در مرحله N تولید و در بازه زمانی T	LP_{TKN}
هزینه نگهداری کالای ساخته شده K و در بازه زمانی T	hD_{TK}
مقدار موجودی محصول ساخته شده K ، آماده ارسال در بازه زمانی T	ID_{TK}
مقدار مورد نیاز مواد اولیه R در محصول K	C_{KR}
ظرفیت تولید محصول K و در مرحله N تولید و در بازه زمانی T	AP_{TKN}
یک عدد مثبت و بسیار بزرگ	M
دوره زمانی هر مرحله	T
تعداد مراحل فرآیند تولید	N
مجموعه محصولات شرکت	K
مجموعه تأمین کنندگان	S
مجموعه مواد اولیه مورد نیاز	R
مجموعه توزیع کنندگان محصول	D
متغیر تصمیم مقدار ماده اولیه R که از عرضه کننده S در دوره زمانیTخریداری می شود	XM_{RTS}
متغیر تصمیم گیری تعداد ارسال محصول K به توزیع کننده D و در بازه زمانی T	XD_{TKD}
متغیر تصمیم گیری تعداد تولید محصول K در مرحله N تولید و در بازه زمانی T	XP_{TKN}

۳-نتایج و بحث

در این تحقیق ابتدا اطلاعات و آمار مورد نیاز مدل از زنجیره شرکت مورد مطالعه و همچنین بودجه سالیانه شرکت جمع آوری گردید، لازم به ذکر است که با توجه به تولید محصولات متنوع در شرکت مورد مطالعه، مدل برای محصول پتوی دو نفره و با فرض دو تأمین کننده داخلی و دو توزیع کننده اصلی توسعه یافت.

جهت حل مدل در ابتدا اقدام به توسعه مدل شرکت نمونه با مفروضات ذیل می نماییم:

۱. مواد اولیه اصلی پتو نخ اکریلیک و نخ پلی استر در نظر گرفته شده است.

۲. رنگ و مواد افزودنی به عنوان هزینه متغیر در محاسبات در نظر گرفته شده است.

۳. دو تأمین کننده مشهد نخ و شادیلون به عنوان تأمین کنندگان اصلی مواد اولیه مورد نیاز شرکت نمونه در نظر گرفته شده اند.

۴. فرآیند تولید در قالب ۵ مرحله در نظر گرفته شده است که شامل چله پیچی، بافندگی، چاپ، خارزنی و پرداخت و خیاطی و بسته بندی می باشد. لازم به توضیح است که با توجه به نزدیکی فعالیت هر یک از واحدهای خارزنی و پرداخت و همچنین خیاطی و بسته بندی، به عنوان یک مرحله از فرآیند تولید در نظر گرفته شده اند.

۵. به منظور سهولت انجام محاسبات حل مدل سطح کوتاه مدت، پتوی دو نفره به عنوان تنها محصول تولیدی شرکت در نظر گرفته شده است و در صورت نیاز به محاسبه مقادیر متغیرهای تصمیم برای محصولات دیگر (پتوی یک نفره، جوان ، نوجوان و نوزاد) مقادیر با استفاده از فرمول های ریاضی که به صورت همزمان مساحت و وزن پتو را در نظر می گیرند قابل توسعه می باشد .

۶. دو توزیع کننده مستقر در مشهد و تهران به عنوان توزیع کنندگان اصلی شرکت در نظر گرفته شده اند

جهت بررسی مدل ارائه شده، با توجه به اطلاعات جمع آوری شده از شرکت نمونه و توسعه مدل های سطح کوتاه مدت و بلند مدت در مرحله اول با استفاده از نرم افزار لینگو مدل را حل نموده که خروجی های مدل سطح میان مدت در جدول شماره (۳) آمده است.

جدول شماره (۳) : پاسخ های نرم افزار به مدل سطح میان مدت

شرح توصیفی متغیر تصمیم	نماد متغیر تصمیم	پاسخ نرم افزار برای متغیر
مقدار ماده پلی استر ارسالی از مشهد نخ	EXM۱۱	۰/۰۰۰۰۰۰
مقدار ماده پلی استر ارسالی از شادیلون	EXM۱۲	۱۵۰۰۰۰/۰
مقدار ماده اکریلیک ارسالی از مشهد نخ	EXM۲۱	۱۸۵۰۰۰/۰
مقدار ماده اکریلیک ارسالی از شادیلون	EXM۲۲	۰/۰۰۰۰۰۰
تعداد پتوی دو نفره ارسالی به مرکز توزیع مشهد	EXD۱۱	۱۰۰۰۰/۰
تعداد پتوی دو نفره ارسالی به مرکز توزیع تهران	EXD۱۲	۱۷۰۰۰/۰
تعداد پتوی دو نفره که در طول دوره بایستی تولید شود	EXP۱	۳۸۷۷۲/۰

همانگونه که مشاهده می شود، پاسخ های مدل در سطح میان مدت برای یک دوره ۱۰ روزه و در دو حوزه خرید و توزیع زنجیره تأمین می باشد. در این سطح با توجه به میزان تقاضا و ظرفیت تولید با نگاه به افزایش سود و کاهش هزینه ها تعداد ۱۰۰۰۰۰ پتو بایستی برای مرکز توزیع مشهد و ۱۷۰۰۰ پتو نیز برای مرکز توزیع تهران ارسال گردد، همچنین مواد اولیه نخ پلی استر و اکریلیک نیز باید با توجه به مقادیر به دست آمده از مراکز مشخص شده تهیه گردند. همچنین در این سطح میزان اقتصادی تولید دوره با توجه به پارامترهای در نظر گرفته شده در مدل، تعداد ۳۸۷۷۲ تخته پتو به دست آمده است که به عنوان ورودی مدل دوم در سطح کوتاه مدت استفاده می گردد. پس از حل مدل مرحله اول اقدام به توسعه مدل دوم در سطح کوتاه مدت نموده و با حل مدل با استفاده از نرم افزار لینگو، پاسخ های به دست آمده در جدول شماره (۴) آورده شده است.

جدول شماره (۴) : پاسخ های نرم افزار به مدل سطح کوتاه مدت

شرح توصیفی متغیر تصمیم	نماد متغیر تصمیم	پاسخ نرم افزار برای متغیر
میزان تولید در مرحله اول	XP۱۱T۱	۱۵۰۷/۲۰۰
میزان تولید در مرحله دوم	XP۱۲T۱	۱۸۰۷/۲۰۰
میزان تولید در مرحله سوم	XP۱۳T۱	۲۴۷۷/۲۰۰
میزان تولید در مرحله چهارم	XP۱۴T۱	۳۳۱۷/۲۰۰
میزان تولید در مرحله پنجم	XP۱۵T۱	۳۸۷۷/۲۰۰

همانگونه که در جدول آمده است، پاسخ های مدل در این سطح عبارت است از میزان تولید در هر مرحله از فرآیند تولید با توجه به موجودی کالای نیم ساخته در فرآیند تولید به گونه ای که هزینه های نگهداری و خواب سرمایه ی کالای نیم ساخته در فرآیند تولید کاهش یابد. به عنوان مثال متغیر XP۱۲T۱ بیان می کند که در طی این دوره میزان تولید واحد بافندگی بایستی معادل ۱۸۰۷ تخته پتو باشد تا با توجه به موجودی کالای مشخص شده و همچنین ضایعات مراحل مختلف تولید و ظرفیت ماشین آلات، علاوه بر پاسخگویی نیاز های مشتریان در انتهای دوره، موجودی کالای نیم ساخته نیز در حداقل مقدار خود باشد.

پس از حل مدل و محاسبه میزان تولید در هر مرحله، موجودی کالای نیم ساخته در هر کدام از مراحل تولید را به دست آورده و در جدول شماره (۵) آورده ایم.

جدول شماره (۵) : موجودی کالای نیم ساخته در مراحل مختلف تولید با توجه به میزان تولید پیشنهادی مدل

شرح توصیفی متغیر تصمیم	نماد متغیر تصمیم	پاسخ نرم افزار برای متغیر
موجودی کالای نیم ساخته در مرحله اول	IP۱۱T۰	۳۰۰/۰۰۰۰
موجودی کالای نیم ساخته در مرحله دوم	IP۱۲T۰	۶۷۰/۰۰۰۰
موجودی کالای نیم ساخته در مرحله سوم	IP۱۳T۰	۸۴۰/۰۰۰۰
موجودی کالای نیم ساخته در مرحله چهارم	IP۱۴T۰	۵۶۰/۰۰۰۰

جدول شماره (۵) نشان دهنده میزان موجودی کالاهای نیم ساخته در مراحل مختلف تولید می باشد، به عنوان مثال IP۱۲T۰ نشان می دهد که میزان موجودی کالای نیم ساخته در انتهای دوره در بخش بافندگی ۶۷۰ تخته پتو می باشد.

با توجه به موجودی کالاهای نیم ساخته حاصل از مدل در طی دوره مورد بررسی و مقایسه آن با وضعیت موجودی کالای در جریان ساخت شرکت مورد مطالعه، کارایی مدل در بهینه سازی وضعیت موجود مورد تأیید قرار گرفت. زیرا که در زمان مطالعه یکی از مشکلات اصلی سازمان وجود مقادیر زیاد کالای نیم ساخته بوده و پاسخ های مدل نشان دهنده کاهش موجودی ها در صورت استفاده از مدل مذکور برای برنامه ریزی تولید سازمان می باشد.

در مجموع نتایج نشان داد که با استفاده از مدل طراحی شده، مقدار موجودی مدل کالای نیم ساخته در سالن بافندگی (مرحله دوم) و پرداخت (مرحله چهارم) در دوره مورد بررسی در مقایسه با مقدار واقعی به ترتیب به میزان ۳۸٪ و ۲٪ کاهش را نشان می دهد که نشانه بهبود زنجیره تأمین می باشد. در مجموع به نظر می رسد که استفاده از مدل تحقیق نتایج مثبتی برای شرکت مورد مطالعه در پی خواهد داشت که برخی از آنها به شرح زیر هستند:

الف– با اجرای مدل، برنامه دقیق تولید دوره ای شرکت را می توان به دست آورد. این امر افزایش دقت، برنامه ریزی و کنترل تولید را ساده خواهد نمود و همچنین این امکان وجود دارد که عوامل تصادفی همانند تغییرات تقاضا، ظرفیت تولید و ... را در مدل وارد کرد.

ب– مدیریت موجودی یکی از وظایفی است که مدل یکپارچه معرفی شده بدان می پردازد. این امر باعث می شود تا وضعیت موجودیها در طول زنجیره به صورت بهنگام در اختیار باشند و با اعمال مدیریت موثر بر آن، کاهش حجم موجودیها و در نتیجه سبب کاهش هزینه ها می شود. در این تحقیق، به علت پیروی از سیاست تولید بر اساس تقاضا، حجم موجودی کالاها در مراکز تولید و توزیع به شدت کاهش خواهد یافت، که این امر کاهش قابل ملاحظه ای در هزینه ها و قیمت تمام شده محصولات را در پی خواهد داشت.

ج– با اجرای مدل در شرکت نمونه، امکان تهیه یک نرم افزار جهت برنامه ریزی دقیق و به موقع در مراحل تأمین، تولید و توزیع به مناطق مشتریان امکان پذیر است.

د– مدل ارائه شده این امکان را خواهد داشت که پارامترهای مورد نیاز مدیریت و پارامترهای تصادفی را در هر لحظه به آن اضافه نمود و برنامه تأمین، تولید و توزیع جدیدی را به دست آورد که این امر باعث افزایش انعطاف پذیری تصمیمات در طول زنجیره خواهد شد.

با توجه به نتایج حاصل از اجرای مدل می توان نتیجه گرفت که گسترش و کاربرد این مفهوم در مدیریت عملیات باعث بهبود سیستم و کاراتر شدن آن خواهد شد. در صورتی که شرکتهای داخلی بخواهند حضور فعالی در صحنه های بین المللی داشته باشند، باید توانایی تولید محصولات با قیمت پایین و کیفیت بالا را در خود ایجاد کنند. استفاده از مدل این تحقیق می تواند گامی هر چند کوچک در راستای رسیدن به این هدف باشد. در پایان پیشنهاد می گردد با توجه به ناشناخته بودن فضای واقعی کسب و کار و وجود پارامترهای مختلف تأثیرگذار در آن، با توسعه فازی مدل، امکان استفاده از تجربیات مدیران در شرایط مختلف تصمیم

گیری را نیز در محاسبات لحاظ نمود، همچنین با توجه به تنوع تولیدات در شرکت های تولیدی و وجود مراحل مختلف تولید، حجم اطلاعاتی که در محاسبات استفاده می گردد بسیار بالا می باشد، از این رو تکنیک های داده کاوی و هیورستیک می تواند در حل این نوع مسائل مورد بررسی قرار گیرد.

۴- منابع

1. Alagheband, Alireza. (2007). Modeling and controlling of provision model by applying linear controlling systems. The fifth management international conference Online: www.civilica.com/Printable-IRIMC05_050.html
2. Amid, Amin. (2006). Fuzzy multi-phase model with weight for allocating buying orders to providers in one provision chain. The second logistic conference and provision chain Online: www.civilica.com/Printable-NCLSC02_026.html
3. Aryanejad, & Ghol, & Mirbahador. (2008). Presenting multi-phase stock of provision chain with discount. The sixth international industrial engineering conference Online: www.civilica.com/Calendar-IIEC06.html
4. Arntzen, B.C., & Brown, G.G., & Harrison. T.P. & Trafton. L.L. (1995). Global supply chain management at Digital Equipment Corporation, Interfaces, 125(1), 141-149.
5. Brown.G.G., & Graves. G.W., & Honezarenco. M.D. (1987). Design and operation of multicommodity production/distribution systems using promal goal decomposition. Management science, 23(2),95-103.
6. Cohen.MA., &Moon. S. (1999). Impact of production scale economics, manufacturing network and transportation costs on supply chain facility networks. Journal of manufacturing and operations management, 43(1):64-71.
7. Cohen, Ma., Lee, HL. (1998). Strategic analysis of integrated production systems: models and methods. Operations research, 36(2), 32-37.
8. E. nergus.SS., & Simpson. N.C., & Vakharia., A., J. (1999). Integrated production/distribution planning in supply chain: An invited review. European journal of operational research, 115(1): 89-96.
9. Fine, C.H., &B. Golany, &H. Naseraldin. (2005). Modeling Tradeoffs in Three-Dimensional Concurrent Engineering: A Goal Programming Approach. Journal of Operations Management, 23(3), 389-403.
10. Ghazanfari, Hossein, & Seyyed Hosseini,Seyyed Mohammad. (2004). Providing models in unitization chain of total logistic cost in managing provision chain. The first national and logistic conference and provision chain Online: www.ilscs.ir/index.php
11. Mahdavi, I., & Mohajeri, A. (2010). A Mathematical Programming Approach for Multi Echelon Supply Chain Network with Various Products and Transferring Vehicles. The Second International Conference of Iranian Operations Research Online: www.iust.ac.ir/find.php?item=8.7706.20533.fa
12. Korpela, J., & Lehmusvaara, A. (1999). A customer oriented approach to warehouse network evaluation and design. International journal of production economics, 59(1), 117-124.

13. Mabert. V.A, &Vankataramanan.MA. (1998). Special research focus on supply chain linkages: challenges for design and management in 21th century. Decision science, 23(3), 48-55.
14. Makouey, Ahmed. (2007). two-level programming model in analyzing one provision chain. The fifth management international conference Online: www.ensani.ir/fa/content/61488/default.aspx
15. Mohamed, Benbouziane, &Meriem, Djennas. (2012). Agent-Based Modeling In Supply Chain Management. International Journal of Artificial Intelligence & Applications (IJAIA), 5(3),29-37.
16. Mirghafouri, S. H., & Seyyed Esfahani, Mirmehdi, & Azar, Adel. (2003). Designing hierarchical model of distribution chain. Modarres Publication Online: www.noormags.com/view/fa/articlepage/50355
17. Sabri.H.E., &Beamon.M.B.A. (2000). Multi objective approach to simultaneous strategic and operational planning in supply chain design. Omega, 28, 134-139.
18. Safeei, Abdolsattar. (2008). Programming model of unified production in provision chain. the sixth international industrial engineering conference Online: www.civilica.com/Papers-IIEC06.html.
19. Shahrabi, Jamal, & Mosavi, S. E. (2008). Presenting a neural network model for predicting demand in provision chain with exploring data approach. The second conference of data-exploration in Iran Online: www.civilica.com/Paper-IDMC02-IDMC02_162.html.
20. Yi-fen Su, & Chyan Yang, A. (2009). Structural equation model for analyzing the impact of ERP on SCM. International Journal of Production Economics, 122(1), 95-103

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی