SID

فیلم‌های آموزشی | سرویس ترجمه تخصصی | کارگاه‌های آموزشی | بلاگ مرکز اطلاعات علمی

کارگاه‌ها و فیلم‌های آموزشی مرکز اطلاعات علمی

کاربرد نرم‌افزار End Note در استناددهی مقالات و متون علمی

پروپوزال‌نویسی (علوم انسانی)

کاربرد نرم افزار SPSS در پژوهش

آشنایی با پایگاه‌های اطلاعات علمی بین‌المللی و ترفندهای جستجو

صدور گواهینامه نمایه مقالات نویسندگان در SID

ارائه مدل برنامه‌ریزی مختلط اعداد صحیح برای شبکه خدمات‌رسانی و پشتیبانی حمل و نقل جاده‌ای

بهروز بهمردی، حمید شهریاری

۱- کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی، b_behmardi@yahoo.com

۲- عضو هیأت علمی، دانشکده مهندس صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی

چکیده

در این مدل برنامه‌ریزی مختلط اعداد صحیح برای شبکه خدمت‌رسانی و پشتیانی وسایل حمل و نقل جاده‌ای ارائه می‌شود. شبکه مورد بررسی شامل تعدادی مراکز تأمین‌کننده قطعات در محل‌های ثابت، مراکز پشتیبانی‌کننده و خدمت‌رسانی در محل‌های نامشخص (باید از بین یکسری محل‌های بالقوه انتخاب شوند) و در نهایت مشتریان می‌باشد. مشتریان به دو دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شوند. مشتریان نوع اول مشتریان پایانه‌ای می‌باشند که در پایانه‌های خارج از شهر (مراکز پشتیبانی) کالا و خدمات مورد نیاز را دریافت می‌کنند و مشتریان نوع دوم مشتریان جاده‌ای می‌باشد که در طول جاده در مکان و زمانی نامشخص منتظر دریافت خدمات مورد نیاز می‌باشند. خروجی مدل شامل تعیین تعداد و محل مراکز پشتیبانی و خدمات‌رسانی، خطوط ارتباطی که باید در شبکه ایجاد شود، حجم جریان بین بخش‌های مختلف شبکه و نحوه تخصیص مراکز و مشتریان می‌باشد. تابع هدف به صورت مینیمم کردن هزینه ایجاد و اداره شبکه و ماکزیمم کردن سطح سرویس به مشتری تعریف شده است. مدل به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار Lingo 6 حل شده و نتایج در انتها ارائه شده است.

واژگان کلیدی: شبکه خدمات‌رسانی و پشتیبانی- مدل‌سا زی- برنامه‌ریزی مختلط اعداد صحیح

۱- مقدمه

صنعت حمل و نقل به عنوان قلب اقتصاد هر کشوری می‌باشد. این صنعت امروزه از چنان جایگاهی برخوردار است که حتی در کشورهای پیشرفته نیر هر آنچه موجب تأخیر در این بخش شود، زیان‌های غیر قابل جبران و گاه فلج اقتصادی را به دنبال خواهد داشت. از این میان حمل و نقل جاده‌ای با داشتن ۸۷ درصد سهم درآمدی انواع مدهای حمل و نقل در رتبه اول قرار گرفته و همچنین ۸۵ درصد کل کالا و مسافر جابجا شده در جهان از طریق حمل و نقل جاده‌ای می‌باشد. حمل و نقل بار از طریق جاده حجم بالاتری را از نظر تعداد و درآمد نسبت به حمل و نقل حاده‌ای مسافر دارا می‌باشد. شاخص‌های بهره‌وری در صنعت حمل و نقل شامل موارد ۱)هزینه، ۲)زمان انتقال، ۳)پایداری، ۴)توانایی، ۵)در دسترس بودن و ۶)امنیت دسته‌بندی می‌گردد. فاکتورهای

Archive of SID

www.SID.ir

متعددی به عنوان عوامل بیرونی بر این شاخص‌ها تأثیرگذار می‌باشند. به عنوان مثال عمر کامیون‌ها در حمل و نقل باری بر تمام موارد فوق تأثیرگذار است. وضعیت جاده‌ها، وضعیت لجستیکی قطعات یدکی و مراکز ارائه دهنده خدمات و ... از عوامل مهم می‌باشند. اما صنعت حمل و نقل جاده‌ای در کشور ما از جایگاه چندان خوبی برخوردار نمی‌باشد. در کشور ما حدود ۲۵۰ هزار عدد کامیون موجود می‌باشد که از این میزان ۹۵ درصد عمر بالای ۳۰سال دارند. در مقابل تقریباً به ازای هر ۳۲۰۰ کامیون یک تعمیرگاه مجاز در کشور به ثبت رسیده است. این اعداد و ارقام خود حاکی از وضعیت بد و نابسامان حمل و نقل جاده‌ای در کشور می‌باشد. جاییکه ایران به عنوان شاهراه ارتباطی شرق به غرب در ترانزیت بین‌المللی شناخته شده و داشتن سیستم کارآمدی در این زمینه موجب کسب درآمد و ارزش افزوده ناخالص داخلی می‌گردد. مشکلات حمل و نقل جاده‌ای در کشور ما به دو دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شود. اول کمبود امکانات سرویس دهی به کامیون‌هایی که در طول جاده‌ها در حرکت می‌باشند و دوم نبود ساختار منسجم و هماهنگ توزیع قطعات یدکی مورد نیاز کامیون داران در سطح کشور. با توجه به فرسودگی بسیار زیاد ناوگان حمل و نقل باری جاده‌ای کشور نیاز به وجود شبکه هماهنگ خدمات‌رسانی و پشتیبانی جاده‌ای بسیار محسوس می‌باشد و هدف این مقاله ارائه چنین شبکه‌ای می‌باشد. اینکه چه سطح تصمیم‌گیری‌ای از این شبکه مدل شده و این مدل چگونه منطبق با واقعیت می‌باشد در قسمت‌های بعدی به صورت کامل توضیح داده خواهد شد. همانطوریکه در تعریف مسأله نیز عنوان شد هدف ارائه یک شبکه یکپارچه تأمین خدمات و توزیع قطعات در سیستم ناوگان حمل و نقل باری کشور می‌باشد که از این رو باید با شناخت انواع مدل‌های زنجیره تأمین و نحوه مدل‌سازی یک مسأله واقعی به هدف نهایی رسید. بنابراین قبل از ارائه مدل مذکور باید جایگاه مدل‌سازی در ساختار زنجیره تأمین شناخته شود. از این رو ساختار قسمت‌های بعدی مقاله بدین شرح می‌باشد. در قسمت دوم ابتدا انواع مدل‌های زنجیره عرضه معرفی و سپس دسته‌بندی می‌گردند. در قسمت سوم مدل شبکه خدمت‌رسانی و پشتیبانی وسایل حمل و نقل جاده‌ای ارائه شده و در قسمت چهارم مدل با استفاده از داده‌های واقعی به دست آمده از صنعت حمل و نقل جاده‌ای کشور و نرم‌افزار Lingo6 حل می‌گردد. در انتها نیز نتیجه‌گیری و مطالعات آتی ارائه شده است.

۲- انواع مدل‌های زنجیره تأمین و دسته‌بندی آنها

زنجیره تأمین سیستم یکپارچه‌ای است که مجموعه‌ای از فرآیندهای سازمانی را به گونه‌ای همگام می‌کند که ۱) مواد اولیه و قطعات مورد نیاز تهیه شوند، ۲) مواد و قطعات بدست آمده به کالای نهایی تبدیل شوند، ۳) محصولات بین خرده‌فروشان و یا مشتریان توزیع شود و ۵) تبادل اطلاعاتی بین اجزای شرکت‌کننده در ساختار زنجیره تأمین، مجهز شود.(Min, & Zhou, 2002) (این اجزاء شامل تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان، خرده‌فروشان و مشتریان می‌باشد.) هدف اصلی یک زنجیره تأمین بهبود کارآمدی عملیاتی، سودآوری و موقعیت استراتژیکی شرکت تحت بررسی و سایر شرکای زنجیره می‌باشد. زنجیره تأمین همانگونه که در شکل یک نشان داده شده است با جریان رو به جلوی کالا از تأمین‌کننده تا مشتری و جریان رو به عقب از مشتری تا تأمین‌کننده شکل می‌گیرد. نوعاً، یک زنجیره تأمین از دو فرآیند مهم تشکیل شده است.

۱) مدیریت مواد (لجستیکی داخل)

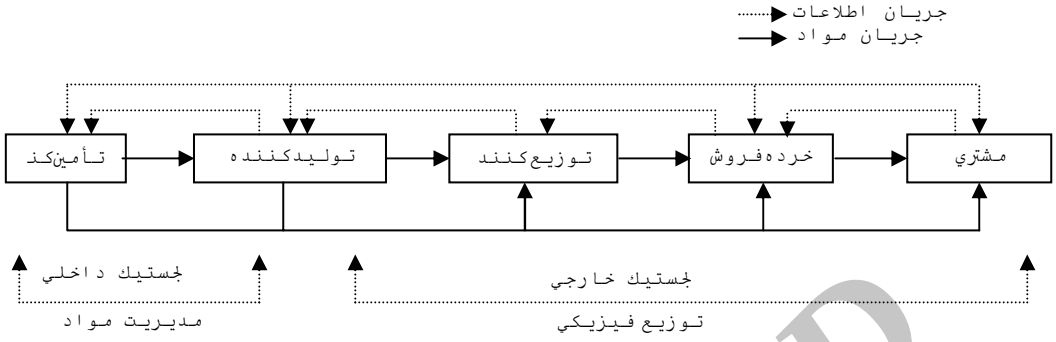
۲) توزیع فیزیکی (لجستیکی خارج)

مدیریت مواد شامل تهیه و انبار مواد، کنترل مواد، ارسال برای عملیات تولیدی، بازرسی و انبار محصول نهایی می‌باشد. توزیع فیزیکی شامل ثبت سفارش مشتری، برنامه‌ریزی برای توزیع، توزیع، بازاریابی، فروش، خدمات پس از فروش و مواردی از این قبیل می‌باشد. همانگونه که ملاحظه می‌شود، فرآیندهای فراوانی در سطوح مختلف زنجیره تأمین وجود دارد که ارائه مدل جامع و یکپارچه موجب سردرگمی می‌شود. از این رو در دسته‌بندی انواع مدل‌های زنجیره تأمین باید دو عامل مد نظر گرفته شود.

Archive of SID

www.SID.ir

۱)تعریف مقوله‌های کلیدی که مدل ارائه شده باید به آن بپردازد. ۲)تعیین عوامل کلیدی که در مدل باید وجود داشته باشد. بر مبنای این عوامل در ادامه انواع مدل‌ها، دسته‌بندی می‌گردند.



شکل ۱: فرآیند زنجیره تأمین

۲-۱- محدوده[1] زنجیره تأمین

هیچ مدلی نمی‌تواند تمام جنبه‌های یک زنجیره تأمین واقعی را در نظر بگیرد. در حقیقت یا نمی‌توان تمام فرآیندها را تشخیص و در مدل منظور کرد و یا اگر مدلی مطابق با واقعیت بسازیم امکان حل آن وجود ندارد. از این رو مدل‌سازان زنجیره تأمین باید مواردی را مطابق با واقعیت در نظر گرفته و مدل کنند. برای تعریف محدوده یک مدل زنجیره تأمین می‌توانیم آن را به سه سطح مختلف تصمیم‌گیری تقسیم‌بندی کنیم. این سطوح شامل ۱)تصمیمات استراتژیک، ۲)تصمیمات تاکتیکی و ۳)تصمیمات عملیاتی می‌باشند. (Chopra & Meldini, 2001) تصمیمات سطح یک شامل مکانیابی، تخصیص، برنامه‌ریزی تقاضا، برنامه‌ریزی کانال‌های توزیع، توسعه محصول جدید، برونسپاری، انتخاب تأمین‌کننده، انتخاب ساختار اطلاعاتی و قیمت‌گذاری می‌باشد. سطح تاکتیکی شامل کنترل انبار، طراحی Layout و سطح عملیاتی شامل برنامه‌ریزی مسیر، برنامه‌ریزی سطح کارگاه، ثبت وقایع می‌باشد. این نکته حائز اهمیت است که در مدل‌سازی زنجیره تأمین همیشه جداسازی سطوح تصمیم‌گیری مطرح نمی‌باشد و این موضوع به این خاطر است که برخی از مسائل زنجیره تأمین شامل برنامه‌ریزی چند مرحله‌ای سلسله مراتبی می‌باشند که موجب هم‌پوشانی سطوح مختلف تصمیم‌گیری می‌شود. تقسیم‌بندی دیگری که در تعریف محدوده کاری مدل‌سازی زنجیره تأمین می‌توان به آن اشاره کرد در نظر گرفتن سه مشخصه ساختار شبکه زنجیره تأمین شامل ۱)نوع شرکای زنجیره ۲)ابعاد ساختاری شبکه زنجیره تأمین و ۳)مشخصات فرآیندهای ارتباطی بین شرکای زنجیره می‌باشد (Cooper, 1997). شرکای زنجیره را می‌توان به دو دسته شرکای اصلی و پشتیبانی کننده تقسیم‌بندی کرد. شرکای اصلی آنهایی می‌باشند که اقدامات عملیاتی و مدیریتی را برنامه‌ریزی می‌کنند تا محصول و سرویس مشخصی را به مشتری معینی ارائه دهند. تولیدکنندگان اصولاً شرکای اصلی یک زنجیره تأمین می‌باشند (Lambert, Cooper & Pagh, 1997). در مقابل شرکای پشتیبانی کننده شرکت‌هایی هستند که منابع مورد نیاز (شامل سرمایه، نرم‌افزارهای کاربردی)، دانش و تجهیزات مورد نیاز را برای زنجیره تأمین فراهم می‌کنند. این نوع شرکا می‌توانند، شرکت‌های حمل و نقل، شرکت‌های مشاوره‌ای، فراهم‌کنندگان سرویس IT، توزیع‌کنندگان کالا و ... باشند. اما ذکر این نکته ضروری است که یک شرکت می‌تواند هم نقش شریک اصلی را در رابطه با یکسری از فرآیندهای زنجیره تأمین و هم نقش پشتیبانی‌کننده را در رابطه با سایر فرآیندهای زنجیره درارا باشند. (Min, 2hov, 2002) ابعاد ساختاری زنجیره تأمین به دو دسته کلی افقی و عمودی تقسیم‌بندی می‌شود. ساختار افقی زنجیره تأمین شامل تعداد سطوح تأمین در طول زنجیره و ساختار عمودی شامل تعداد مشتریان و تأمین-

[1]) Scope

Archive of SID

www.SID.ir

کنندگان در هر سطح می‌باشد. در حقیقت ابعاد یک شبکه تأمین به دو دسته عمودی و افقی تقسیم‌بندی می‌شود و یک مدل‌ساز باید در هنگام مدل‌سازی، ابعاد شبکه تحت بررسی را مشخص کند. یعنی تعداد سطوح و تعداد اجزای هر سطح به عنوان یک شاخص مهم در مدل‌سازی می‌باشد. سومین عامل تأثیرگذار بر مدل سازی یک زنجیره تأمین طبق نظر Cooper، مشخصات فرآیندهای ارتباطی در این زنجیره می‌باشد. طبق نظریه پورتر (1985) کلیه فرآیندها در زنجیره تأمین با دو هدف کلی رقابتی برقرار می‌شود.

۱) کاهش هزینه[1]

۲) ارائه محصولی متفاوت از رقبا[2]

این دو عامل تأثیرگذار بر مدل‌سازی یک زنجیره تأمین می‌باشند. این که یک مدل‌ساز درصدد ارائه مدلی با هزینه کمتر و یا محصولی متفاوت به عنوان مزیت رقابتی می‌باشد، می‌تواند تأثیرگذار بر فرآیندهای برقرار شده بین اجزاء باشد. *در حقیقت اولین قدم در مدل‌سازی یک زنجیره تأمین مشخص کردن محدوده زنجیره می‌باشد* که می‌توان در سه سطح مختلف تصمیم‌گیری آنها را تقسیم‌بندی کرد. یعنی مدل‌سازی تصمیمات سطوح استراتژیک را مدل‌سازی کند (همانند مکانیابی) یا تصمیمات سطوح تاکتیکی و عملیاتی (همانند MRP و برنامه‌ریزی سطح کارگاه) گاهی اوقات هم می‌توان تلفیقی از این سطوح را مدل کرد. (همانند مکانیابی و برنامه‌ریزی ظرفیت سطوح مختلف زنجیره تأمین)

۲-۲- عناصر کلیدی در مدل‌سازی زنجیره تأمین

بدون شناخت اینکه کدام یک از اجزای اصلی یک زنجیره تأمین باید مدل شود، نمی‌توان هدف مشخصی را برای زنجیره تأمین ارائه کرد. نبود هدف مشخص به معنای اختلال در معرفی شاخص‌های عملکردی می‌باشد. از این رو شناخت عناصر کلیدی در یک زنجیره تأمین برای ارائه دهندگان مدل بسیار حیاتی و مهم می‌باشد. (Min, & Zhou, 2002; Yan, Yu, & Cheng, 2003) این اجزاء شامل موارد ذیل می‌باشد.

۱- عوامل تأثیرگذار[3] زنجیره تأمین

شناخت هدف اولین قدم در بناسازی یک مدل زنجیره تأمین می‌باشد. برای معرفی یک هدف مشخص، مدل‌ساز باید عوامل تأثیرگذار بر ارتباطات در زنجیره تأمین را شناسایی کند. این عوامل تأثیرگذار شامل موارد ذیل می‌باشد.

- رضایت مشتری[4]: رضایت مشتری در رابطه با کالا یا سرویس دریافتی می‌باشد. رضایت مشتری با دو شاخص در دسترس بودن محصول و زمان پاسخگویی سنجیده می‌شود. بدلیل نوسانات تقاضا، اجزای زنجیره معمولاً در تأمین کالای مورد نیاز مشتریان با مشکل مواجه می‌شوند. از این رو یک مدل زنجیره تأمین باید شاخص‌های عملکردی سرویس به مشتری همانند نرخ برآورده‌سازی مشتری (در صد مشتریانی که سرویس به موقع دریافت می‌کنند) و همچنین نرخ صحت سفارش (درصد مواردی که محصول در اندازه معین، با مدارک کامل و شکل صحیح درخواستی به مشتریان تحویل داده می‌شود.) را در نظر بگیرد.
- ارزش پولی[5]: ارزش پولی در رابطه با نرخ درآمد به هزینه کل می‌باشد. زنجیره تأمین می‌تواند ارزش پولی خود را از طریق افزایش فروش، سهم بازار و بهره‌وری کارکنان افزایش دهد. در حقیقت ارزش پولی مرتبط با بهینه‌سازی هزینه و

[1]) Cost Leadership
[2]) Differentiation
[3]) Drivers
[4]) Customer Satisfaction
[5]) Monetary Value

Archive of SID

www.SID.ir

سودآوری فعالیت‌های زنجیره تأمین می‌باشد و از این رو عموماً در اهداف تعریف شده برای زنجیره تأمین استفاده می‌شود. شاخص‌های مورد استفاده در ارزش پولی شامل نرخ بازگشت سرمایه، ارزش فعلی پولی، نقطه سر به سر و ... می‌باشند.

- تبادل دانش و اطلاعات[1]: تکنولوژی اطلاعات به عنوان یک عامل ارتباطی بین فازهای مختلف زنجیره تأمین می‌باشد و به شرکای زنجیره امکان هماهنگی بهینه فعالیت‌هایشان را می‌دهد. (Chopra, Meindl, 2001) بنابراین یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین بسته به توانایی شرکا در همگام‌سازی و در اختیار گذاشتن اطلاعات[2] به موقع می‌باشد. از این رو تبادل اطلاعات از طریق اینترنت، EDI، EML، ERP، WMS مکمل می‌باشد. تبادل دانش نیز باعث کاهش هزینهR&D در سایر شرکا شده و بنابراین زمان و هزینه کل فرآیند بهینه می‌شود.
- عناصر ریسکی[3]: با توجه به موضوع که زنجیره تأمین یک مدل یکپارچه می‌باشد و شامل عناصر مستقل و جداگانه فراوانی است که بر فرآیندها به صورت جداگانه تأثیرگذار می‌باشند، احتمال ایجاد اختلال در این حالت بیشتر است. از این رو یک مدل‌ساز باید با عناصر ریسکی فعالیت‌های زنجیره تأمین آشنایی کامل داشته باشد. این عوامل شامل ریسک در کیفیت و ریسک در اطلاعات (خاصیت bullwhip) می‌باشند. (Min, & Zhou, 2002)

۲- محدودیت‌های[4] زنجیره تأمین

محدودیت‌های زنجیره تأمین دامنه گزینه‌های ممکن تصمیم‌گیری در ساختار زنجیره تأمین را محدود می‌کند. این محدودیت‌ها شدنی بودن برخی از موارد تصمیم‌گیری را مشخص می‌کند. این موارد شامل:

- ظرفیت: محدودیت در ظرفیت‌های سرمایه‌گذاری، تولید، تأمین و فنی جزء محدودیت‌های ظرفیت می‌باشد.
- برآورده‌سازی سرویس: از آنجایی که هدف نهایی زنجیره تأمین مرتفع کردن مینیمم نیازهای مشتری است، این عامل می‌تواند به عنوان مهمترین محدودیت در انواع مدل‌ها در نظر گرفته شود.
- تقاضا: یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین، توازن بین ظرفیت عرضه در مراحل ابتدایی در مقابل میزان مصرف در مراحل انتهایی است. بنابراین انواع مدل‌های میزان مصرف یا تقاضا می‌تواند به عنوان یکی از محدودیت‌های مدل زنجیره تأمین باشد.

۳- متغیرهای تصمیم‌گیری در زنجیره تأمین

متغیرهای تصمیم‌گیری محدوده خروجی‌ها را مشخص می‌کند. شاخص‌های عملکردی در زنجیره تأمین با این متغیرها و توابع حاکم بر آنها مدل می‌شوند. این متغیرها شامل موارد ذیل می‌باشند.

- مکان
- تخصص
- ساختار شبکه
- تعداد تجهیزات
- تعداد مراحل
- توالی سرویس
- حجم (سفارش، تولید، حمل و نقل و ...)

[1]) Information/Knowledge Transaction
[2]) Real-time Information
[3]) Risk Elements
[4]) Constraints

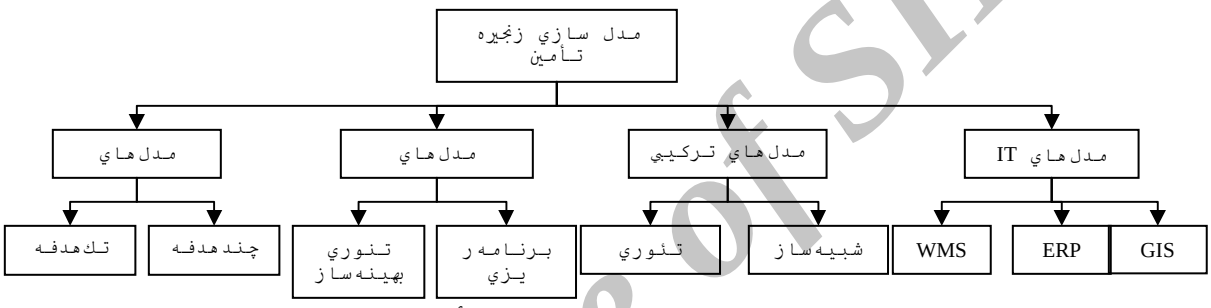
Archive of SID

www.SID.ir

- سطح انبار
- ...

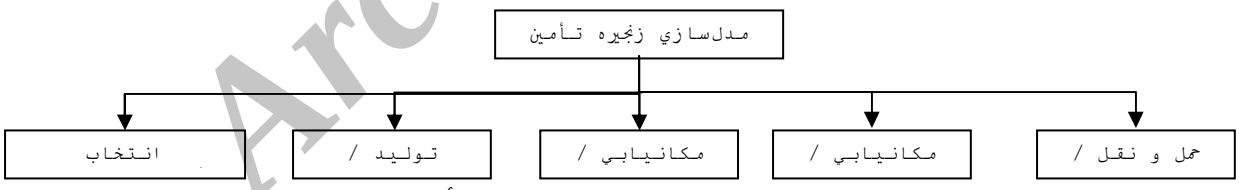
۲-۳- دسته‌بندی انواع مدل‌های زنجیره تأمین

با در نظر گرفتن محدوده وسیع فاکتورهای تأثیرگذار بر زنجیره تأمین، طبقه‌بندی‌های متفاوتی برای انواع مدل‌های زنجیره تأمین می‌توان در نظر گرفت. از این رو با بررسی‌های گوناگونی که صورت پذیرفته انواع مدل‌های زنجیره تأمین بر مبنای مدل‌سازی ریاضی شامل قطعی، احتمالی و ترکیبی می‌باشند. (Min, & zhov; 2002) علاوه بر موارد عنوان شده، مدل‌های IT نیز به عنوان حالت چهارم مدل‌سازی معرفی می‌شوند. مدل‌های IT فازهای مختلف برنامه‌ریزی زنجیره تأمین را بر مبنای زمان واقعی با استفاده از نرم‌افزارهای کاربردی، یکپارچه و هماهنگ می‌کنند از این رو می‌توانند ساختار گردش اطلاعاتی زنجیره تأمین را ارائه دهند. (Shapiro, 2001) به جهت سودآور بودن این مدل‌ها برای زنجیره تأمین، دسته‌بندی جداگانه‌ای برای آنها در نظر گرفته شده است. هر کدام از موارد عنوان شده زیرگروه‌های خاص خود را دارند و در شکل دو نشان داده شده است.



شکل ۲: دسته‌بندی مدل‌های زنجیره تأمین

در نمودار شکل دو مدل‌های IT عبارتند از Warehouse Management Systems، Enterprise Resource Planning و Geographical Infromation Systems. البته این نکته حائز اهمیت می‌باشد که علاوه بر دسته‌بندی ارائه شده، مدل‌های ریاضی زنجیره تأمین بر مبنای کاربرد و محوده وسیع مسائل متفاوت به چارچوب‌های متفاوتی قابل تقسیم‌بندی می‌باشند (Beamon, 1998; Min & Zhou, 2002). در نمودار ذیل انواع حالات نشان داده شده است.



شکل ۳: انواع مدل‌های یکپارچه زنجیره تأمین

بنابراین با توجه به موارد مطرح شده در قسمت‌های قبل، دیدگاه کلی نسبت به نحوه مدل‌سازی زنجیره تأمین و انواع مدل‌های آن به دست آمد. اهداف، محدودیت‌ها و متغیرهای تصمیم‌گیری معرفی شدند و سطوح تصمیم‌گیری نیز به عنوان یک عامل مهم در مدل‌سازی طبقه‌بندی شد. حال در قسمت بعدی با دانش کسب شده از مراحل قبلی و مشخص شدن جایگاه انواع مدل‌های زنجیره تأمین، شبکه خدمت‌رسانی و پشتیبانی حمل و نقل جاده‌ای مدل شده و حل می‌شود.

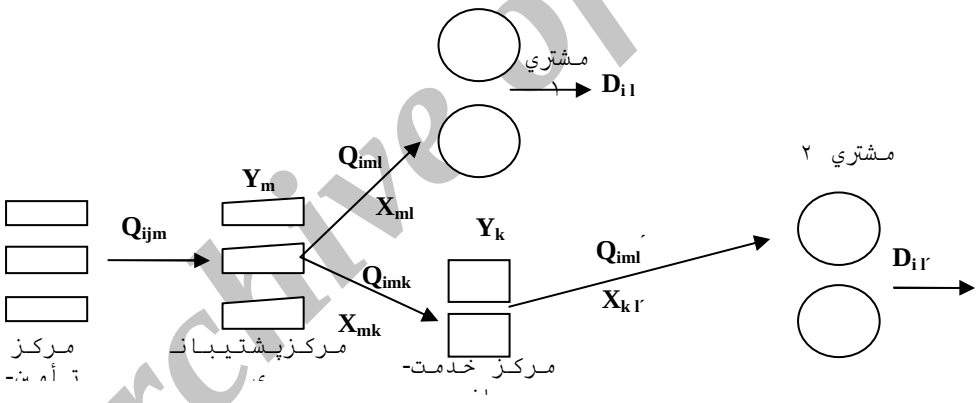
Archive of SID

www.SID.ir

۳- معرفی مدل

در این قسمت یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی برای شبکه خدمت‌رسانی و پشتیانی وسایل حمل و نقل جاده‌ای ارائه می‌شود. همانطوریکه در قسمت مقدمه نیز عنوان شد، مهمترین مشکل ناوگان حمل و نقل جاده‌ای کشور وضعیت نابسامان خدمات جاده‌ای (شامل سرویس‌دهی به موارد از کارافتاده، تعویضی، تعمیراتی و ...) و همچنین نحوه تأمین قطعات یدکی مورد نیاز با توجه به سن بسیار بالای کامیون‌های متردد در جاده‌ها و کمبود مراکز خدمات پس از فروش در کل کشور می‌باشد. از این رو هدف از ارائه مدل، مشخص کردن جریان قطعات یدکی و سرویس‌دهی در طول جاده‌ها با توجه به شرایط موجود می‌باشد. شبکه مورد بررسی شامل تعدادی مراکز تأمین‌کننده قطعات در محل‌های ثابت، مراکز پشتیبانی‌کننده و خدمت‌رسانی در محل‌های نامشخص (باید از بین یکسری محل‌های بالقوه انتخاب شوند) و در نهایت مشتریان می‌باشد. مشتریان به دو دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شوند. مشتریان نوع اول مشتریان پایانه‌ای می‌باشند که در پایانه‌های خارج از شهر (مراکز پشتیبانی) کالا و خدمات مورد نیاز را دریافت می‌کنند و مشتریان نوع دوم مشتریان جاده‌ای می‌باشد که در طول جاده در مکان و زمانی نامشخص منتظر دریافت خدمات مورد نیاز می‌باشند. در شکل چهار شبکه مورد بررسی نمایش داده شده است.

تصمیمات شامل مکانیابی مراکز خدمات‌رسانی و پشتیبانی، تخصیص مراکز، ظرفیت بهینه مراکز و حجم جریان کالا و خدمات بین سطوح مختلف می‌باشد. سطوح مورد بررسی شامل، سطح تأمین‌کننده قطعات، سطح پشتیبانی‌کننده، سطح ارائه دهنده خدمات و سطح مشتریان می‌باشد.



شکل ۴: شبکه خدمات‌رسانی و پشتیبانی وسایل حمل و نقل سنگین جاده‌ای

بنابراین در ابتدا مفروضات مدل به شرح ذیل ارائه می‌گردد:

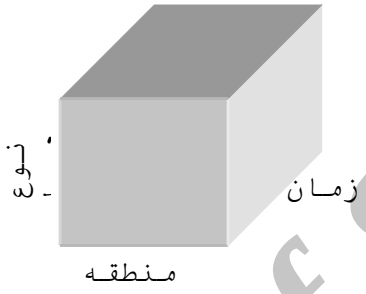
- سطح مورد بررسی شبکه‌ای می‌باشد.
- پارامترهای مدل قطعی است.
- مدل به صورت سه سطحی بررسی می‌شود. (سطح تأمین‌کننده، پشتیبانی و خدمات‌رسانی)
- مدل سه محصولی است.
- جریان بین گره‌های مختلف در شبکه شناخته می‌باشد.
- تمام مسافرت‌ها از کوتاهترین مسیر صورت می‌گیرد.

همانطوریکه در مفروضات مدل آمده است، مدل به صورت سه سطحی بررسی می‌شود. سطح اول مراکزی است که در نقاط ثابتی فرض شده‌اند و مواد و قطعات مورد نیاز سطح بعدی را فراهم می‌کنند. محل تأمین‌کنندگان قطعات یدکی مراکز استانی می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

سطح دوم شبکه مراکز پشتیبانی می‌باشند که مشتریان نوع اول و مراکز خدمات‌رسانی جاده‌ای را سرویس‌دهی می‌کنند. سطح سوم مراکز خدمات‌رسانی جاده‌ای می‌باشند که به مشتریان جاده‌ای خدمات ارائه می‌دهند. دو نوع خانواده محصول برای خدمات رسانی به مشتریان در نظر گرفته شده است. دو نوع شاخص عملکردی نیز در طراحی تابع هدف لحاظ شده است: ۱- هزینه ایجاد و اداره کل شبکه ۲- ماکزیمم کردن تعداد مشتریانی که خدمات دریافت می‌کنند. متغیرهای تصمیم‌گیری استفاده شده در مدل شامل تعداد مراکز، متغیر تخصیص، حجم جریان بین بخش‌های مختلف و هزینه مدیریت مواد در مراکز می‌باشد. قبل از مدل‌سازی مسأله، مدل تقاضا حمل و نقل جاده‌ای باید به صورت کامل بحث شود. سه عنصر مهم و تأثیرگذار در برنامه‌ریزی تقاضا شامل ۱)نوع محصول[۱]، ۲)محل رخداد تقاضا[۲] و ۳)زمان رخداد تقاضا[۳] می‌باشد. (Stadtler, & kilger, 2002)



شکل ۵: ابعاد ساختاری برنامه‌ریزی مدل تقاضا

در بسیاری از مدل‌های زنجیره عرضه که ارائه شده با معرفی مدل‌های احتمالی در خصوص نوع محصول و زمان رخداد تقاضا، بررسی‌های فراوانی در این خصوص صورت پذیرفته است. اما نکته مورد توجه بعد سوم تقاضا یعنی محل رخداد آن می‌باشد که تأثیرگذار بر تصمیمات سطوح استراتژیک (مکانیابی و تخصیص) است (Stadtler, & kilger, 2002). در بسیاری از مدل‌های مکانیابی تقاضا به صورت یک نقطه در شبکه در نظر گرفته می‌شود. اما ماهیت برخی از مسائل امکان نقطه‌ای بودن تقاضا را منتفی می‌کند. بنابراین زمانیکه رفتار مشتریان برای دریافت خدمات تغییر می‌کند، جریانی از تقاضا در شبکه وجود دارد و بحث نقطه‌ای بودن این تقاضاها در میان نیست. در اغلب مسائل مکانیابی تقاضاها به صورت محل‌های رخداد تقاضا در نظر گرفته می‌شود و هدف مینیمم کردن فاصله یا زمان حرکت بین محل‌های رخداد و مراکز ارائه محصول یا سرویس می‌باشد. اما در مسائل مطرح شده که با جریانی از تقاضاها سروکار داریم، هدف مکانیابی ماکزیمم کردن خدمت‌رسانی به جریان تقاضای مشتریانی است که حداقل در یک مرکز به آنها خدمات داده شود (Wu, & Lin, 2003). این موضوع در مورد ارائه خدمات سریع جاده‌ای کاربرد فراوانی دارد. در این مسائل دارندگان وسائل نقلیه در جاده‌ها در زمان و مکان نامشخص نیازمند دریافت خدمات به موقع می‌باشند. در این حالت نیز جریانی از تقاضا در شبکه راه‌ها وجود دارد و هدف تصمیم‌گیرندگان، ایجاد مراکز خدمت‌رسانی بین راهی است که بتوانند تا حد ممکن به مشتریان خود که همان رانندگان می‌باشند، خدمات به موقع را ارائه دهند. این دسته از مسائل مکانیابی عموماً تحت عنوان "مسائل مکانیابی- تخصیص جریان تقاضای دریافتی[۴]" نامیده می‌شوند (Wu, & Lin, 2003). مشتریان پمپ بنزین و بانک نیز از این دسته‌اند. *در حقیقت مشخصه مشتریان نوع دوم جریانی بودن تقاضای آنها می‌باشد.* با توجه به این موضوع در مدلی که برای تقاضای مشتریان حمل و نقل جاده‌ای در نظر گرفته شده، محل رخداد تقاضا به صورت جریانی است و در قسمت‌های بعدی این حالت مدل شده است. درادامه پارامترهای به کار رفته در مدل، تابع هدف و محدودیت‌های مدل معرفی شده‌اند.

[1]) Product Type
[2]) Location
[3]) Time
[4]) Flow-Capturing Location Allocation Problem

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۱- پارامترهای استفاده شده در مدل

I= نوع خانواده محصول

J= مراکز تأمین‌کننده قطعات

M= مراکز پشتیبانی

K= مراکز خدمات‌رسانی

l= تقاضای مشتریان نوع اول

l'= تقاضای مشتریان نوع دوم

۳-۲- متغیرهای صفر و یک

$Y_m = \begin{cases} 1 & \text{اگر مرکز خدمات‌رسانی در محل } m \text{ام ساخته شود.} \\ 0 & \text{در غیر اینصورت} \end{cases}$

$\mathbf{Y}_k = \begin{cases} 1 & \text{اگر مرکز خدمت‌رسانی در محل کاندید } k \text{ ساخته شود.} \\ 0 & \text{در غیر اینصورت} \end{cases}$

۳-۳- متغیرهای پیوسته

S_{ij} حجم تأمین قطعه i در مرکز jام

Q_{ijm} حجم جریان قطعه i از مرکز تأمین j به مرکز پشتیبانی m

Q_{iml} حجم جریان قطعه i از مرکز پشتیبانی m به مشتری l

Q_{imk} حجم جریان قطعه i از مرکز پشتیبانی m به مرکز خدمت‌رسانی k

$Q_{ikl'}$ حجم جریان قطعه i از مرکز خدمت‌رسانی k برای تأمین تقاضای محصول iام مشتریان مسیر l'.

X_{mk} نسبتی از تقاضای مرکز kام که توسط مرکز mام تحت پوشش قرار می‌گیرد.

X_{ml} نسبتی از تقاضای مشتری lام که توسط مرکز mام تحت پوشش قرار می‌گیرد.

$D_{il'}$ میزان تقاضای مشتریان در مسیر l' برای محصول i

C_m هزینه ثابت ایجاد مرکز پشتیبانی mام

C_k هزینه ثابت ایجاد مرکز خدمت‌رسانی kام

C_{ijm} هزینه حمل و نقل بین تأمین‌کننده jام و پشتیبانی m برای محصول i

C_{iml} هزینه حمل و نقل بین مرکز پشتیبانی m و مشتری l برای محصول i

C_{imk} هزینه حمل و نقل بین مرکز پشتیبانی m و مرکز خدمت‌رسانی k برای محصول i

$C_{ikl'}$ هزینه حمل و نقل بین مرکز خدمت‌رسانی k و مشتریان مسیر l'

C_{ij} هزینه تأمین قطعه iام در تأمین‌کننده j

S_{ij} حجم تأمین قطعه iام در تأمین‌کننده j

C_m^H هزینه مدیریت مواد در مرکز mام

C_k^H هزینه مدیریت مواد در مرکز kام

۳-۴- تابع هدف

تابع هدف شبکه از دوقسمت تشکیل شده است. قسمت اول مربوط به **هزینه ایجاد و اداره شبکه** می‌باشد و قسمت دوم در رابطه با سطح خدمات‌رسانی به مشتری است. بخش هزینه‌ای تابع هدف شبکه خدمت‌رسانی شامل **هزینه‌های عملیاتی و ثابت** می‌باشد. هزینه‌های سرمایه‌ای ثابت در رابطه با ایجاد مراکز در ساختار شبکه می‌باشند. ایجاد مراکز خدمت‌رسانی جزء هزینه‌های سرمایه‌ای ثابت می‌باشد. هزینه‌های عملیاتی به صورت روزانه رخ می‌دهند و در رابطه با هزینه تأمین مواد در مراکز تأمین، مدیریت مواد در مراکز خدمت‌رسانی و هزینه‌های حمل و نقل بین سطوح شبکه می‌باشند. سطح خدمت‌رسانی به مشتری با معیار میزان تقاضاهایی که تحت پوشش قرار نمی‌گیرد، سنجیده می‌شود. هدف **مینیمم کردن تعداد تقاضاهایی است که تحت پوشش قرار نمی‌گیرند**.

۳-۴-۱- هزینه ساختاری ثابت

هزینه ساختاری ثابت در رابطه با ایجاد مراکز پشتیبانی و خدمت‌رسانی در یک محل کاندید می‌باشد. این هزینه به شکل زیر عنوان می‌شود:

Archive of SID

www.SID.ir

$$\sum_m C_m^C Y_m + \sum_k C_k^E Y_k \qquad (۱)$$

۳-۴-۲- هزینه‌های تأمین

هزینه‌های تأمین در مرکز تأمین‌کننده j برای قطعه i با هزینه ثابت تأمین C_{ij} متناسب است. S_{ij} نرخ تأمین قطعه i در مرکز j می‌باشد.

$$\sum_{ij} C_{ij}^S S_{ij} \qquad (۲)$$

۳-۴-۳- هزینه‌های مدیریت مواد در مراکز پشتیبانی و خدمت‌رسانی

هزینه‌های مدیریت اغلب به صورت تابع خطی از خروجی هر قطعه‌ای که مدیریت می‌شود تقریب زده می‌شود، که به این صورت تعریف می‌شوند:

$$\sum_{i,m} C_{im}^{CH}(\sum_j Q_{ijm}) + \sum_{i,k} C_{ik}^{EH}(\sum_m Q_{imk}) \qquad (۳)$$

۳-۴-۴- هزینه‌های حمل و نقل

هزینه‌های حمل و نقل در رابطه با حجم جریانی است که بین گره‌های مختلف شبکه منتقل می‌شود و به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$\sum_{i,j,m} C_{ijm}Q_{ijm} + \sum_{i,m,k} C_{imk}Q_{imk} + \sum_{i,m,l} C_{iml}Q_{iml} + \sum_{i,k,l'} C_{ikl'}Q_{ikl'} \qquad (۴)$$

۳-۴-۵- سطح سرویس به مشتری

برای بالا بردن سطح خدمت‌رسانی به مشتری باید میزان تقاضاهایی که با معیار مشخص تحت پوشش قرار می‌گیرند را ماکزیمم کنیم. برای یکسان کردن ماهیت اجزای اهداف در این مدل *میزان تقاضاهایی که با یک معیار مشخص تحت پوشش قرار نمی‌گیرند را مینیمم می‌کنیم.*

$$C_i \sum_{l'} a_{kl'} D_{il'} X_{kl'}, \forall i \qquad (۵)$$

در این رابطه C_i هزینه‌ای است که به ازای هر مشتری که سرویس داده نمی‌شود، به سیستم تحمیل می‌شود. $D_{il'}$ میزان تقاضای جریانی مسیر l' می‌باشد. همچنین متغیر $a_{kl'}$ به صورت ذیل تعریف می‌شود.

$$a_{kl'} = \begin{cases} 1 & \text{چنانچه تقاضای مشتریان مسیر } l' \text{ توسط مرکز} \\ & k\text{ام که تحت فاصله پوششی معینی تأمین} \\ & \text{نشود.} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases} \qquad (۶)$$

متغیر صفر و یک رابطه ۶ بیانگر تعداد مشتریانی است که تحت پوشش قرار نمی‌گیرند و $X_{kl'}$ متغیر تخصیص مشتریان مسیر l' به مرکز kام می‌باشد. کل رابطه ۵ هزینه تحت پوشش قرار ندادن مشتریان مسیر l' می‌باشد.

۳-۴-۶- تابع هدف نهایی

با ترکیب عبارات هزینه‌های به دست آمده در قسمت‌های قبل تابع کل هزینه شبکه به این صورت تعریف می‌شود.

$$Min = (\sum_m C_m^C Y_m + \sum_k C_k^E Y_k + \sum_{ij} C_{ij}^S S_{ij} + \sum_{i,m} C_{im}^{CH}(\sum_j Q_{ijm}) + \sum_{i,k} C_{ik}^{EH}(\sum_m Q_{imk}) + \qquad (۷)$$

$$\sum_{i,j,m} C_{ijm}Q_{ijm} + \sum_{i,m,k} C_{imk}Q_{imk} + \sum_{i,m,l} C_{iml}Q_{iml} + \sum_{i,k,l'} C_{ikl'}Q_{ikl'}) + C_i \sum_{l'} a_{kl'} D_{il'} X_{kl'}$$

۳-۵- محدودیت‌های مدل

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۵-۱- محدودیت‌های ساختار شبکه

جریان بین مرکز پشتیبانی m، مرکز خدمت‌رسانی k، مشتری l و مشتریان مسیر l′ در صورتی وجود دارد که تأمین‌کننده j، پشتیبانی‌کننده m و مرکز خدمت‌رسانی k وجود داشته باشد، بنابراین:

$$X_{kl'} \quad Y_k \quad \forall k, l' \quad X_{ml} \quad Y_{m,} \forall m, l \quad X_{mk} \quad Y_{m,} \forall m, k \qquad (۱۰) \quad (۹) \quad (۸)$$

تقاضای سطوح بالاتر باید حداقل توسط یکی از مراکز سطوح قبل تأمین شود. در این صورت داریم:

جریان بین مرکز خدمت‌رسانی m و مشتریان مسیر p در صورتی وجود دارد که مرکز خدمت‌رسانی وجود داشته باشد بنابراین:

$$\sum_m X_{mk} = Y_k, \sum_m X_{ml} = 1, \sum_k X_{kl'} = 1 \qquad (۱۳) \quad (۱۲) \quad (۱۱)$$

۳-۵-۲- محدودیت‌های جریان‌های حمل و نقل

جریان مواد از مرکز تأمین‌کننده j به مرکز پشتیبانی m و از مرکز پشتیبانی m به مرکز خدمت‌رسانی k و مشتریان l و از مرکز خدمت‌رسانی k به مشتریان مسیر l′ در صورتی وجود دارد که مراکز سطوح قبل موجود باشند، یعنی:

$$Q_{ijm} \le Q_{ijm}^{\max} Y_m, \ \forall i, j, m, Q_{iml} \le Q_{iml}^{\max} X_{ml}, \ \forall i, m, l \qquad (۱۵) \quad (۱۴)$$

$$Q_{imk} \le Q_{imk}^{\max} X_{mk}, \ \forall i, m, K, Q_{ikl'} \le Q_{ikl'}^{\max} X_{kl'}, \ \forall i, K, l' \qquad (۱۷) \quad (۱۶)$$

نحوه به دست آوردن مقادیر ماکزیمم حجم جریان در روابط ۳۳ و ۳۴ ارائه شده است.

معمولاً نرخ جریان مینیممی برای مواد وجود دارد که ایجاد مسیر ارتباطی بین دو محل را در شبکه توجیه کند، بنابراین

$$\sum_i Q_{imk} \ge Q_{mk}^{\min} X_{mk}, \forall m, K, \sum_i Q_{iml} \ge Q_{ml}^{\min} X_{ml}, \forall m, l, \sum_i Q_{ikl'} \ge Q_{kl'}^{\min} X_{kl'}, \forall K, l' \qquad (۲۰) \quad (۱۹) \quad (۱۸)$$

۳-۵-۳- محدودیت‌های مرتبط با توازن مواد در ساختار شبکه

نرخ واقعی تأمین قطعه i توسط مرکز j باید برابر جریان کلی خروجی این قطعه از مرکز تأمین j به تمام مراکز پشتیبانی m باشد.

$$S_{ij} = \sum_m Q_{ijm}, \ \forall i, j \qquad (۲۱)$$

جریان کلی قطعه خروجی i از مرکز پشتیبانی یا مرکز خدمت‌رسانی باید برابر جریان ورودی به گره بعدی باشد، بنابراین برای این محدودیت‌ها داریم:

$$\sum_j Q_{ijm} = \sum_k Q_{imk} + \sum_l Q_{iml}, \quad \forall i, m, \sum_m Q_{imk} = \sum_{l'} Q_{ikl'}, \quad \forall i, l' \qquad (۲۳) \quad (۲۲)$$

نرخ جریان کلی قطعه i که توسط مشتری l و مشتریان مسیر l′ از مراکز پشتیبانی و خدمت‌رسانی دریافت می‌شود باید با تقاضای بازار برابر باشد:

$$\sum_m Qiml = D_{im}, \quad \forall i, m, \sum_k Qikl' = D_{il'}, \quad \forall i, l' \qquad (۲۵) \quad (۲۴)$$

۳-۵-۴- منبع تأمین

مقوله مهم در طراحی شبکه خدمت‌رسانی توانایی مراکز تأمین برای تحت پوشش قراردادن تقاضاهای مشتریان است. نرخ تأمین برای هر قطعه در برخی مراکز نمی‌تواند از حد معینی تجاوز کند. بنابراین، همواره ظرفیت ماکزیممی برای تأمین یک قطعه وجود دارد. علاوه بر این، اغلب نرخ تأمین مینیممی وجود دارد که باید در نظر گرفته شود بنابراین داریم:

$$S_{ij}^{\min} \le S_{ij} \le S_{ij}^{\max}, \ \forall i, j \qquad (۲۶)$$

همچنین ظرفیت مراکز پشتیبانی و خدمات‌رسانی محدود می‌باشد، بنابراین داریم:

(۲۸) (۲۷)

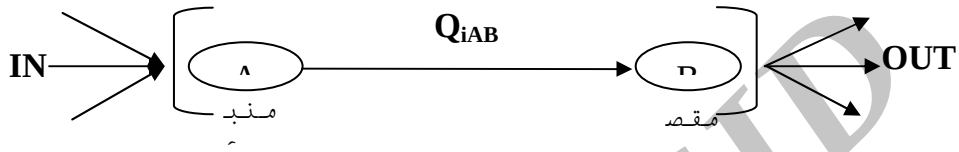
Archive of SID

www.SID.ir

$$C_m^{\min} Y_m \le C_m \le C_m^{\max} Y_m,\ \forall m, E_k^{\min} Y_k \le E_k \le E_k^{\max} Y_k,\ \forall k$$

محاسبه حدود بالا برای جریان‌های شبکه

محدودیت‌های مذکور در روابط (۱۴) تا (۱۷) شامل حدود بالای $Q_{ijm}^{\max}$، $Q_{imk}^{\max}$، $Q_{iml}^{\max}$ و $Q_{ikl'}^{\max}$ می‌باشد. میزان صحیح بودن مدل برنامه‌ریزی و همچنین مؤثر بودن حل آن وابستگی شدیدی به کیفیت حدود بالای تعریف شده دارد. برای به دست آوردن تخمینی برای این حدود جریان قطعه iام در طول مسیر A به B که دو گره را به هم مرتبط می‌کند را در نظر بگیرید. این جریان که با Q_{iABmax} نشان داده می‌شود، نمی‌تواند از جریان قطعه iام ورودی به گره A و همچنین از جریان خروجی از گره B بیشتر باشد. (شکل ۵)



شکل ۶: جریان‌های ورودی و خروجی از یک منبع

بنابراین محدودیت زیر را داریم:

$$Q_{iAB}^{\max} = \min\left(\sum_{C\in IN} Q_{iCA}^{\max},\ \sum_{C\in OUT} Q_{iBC}^{\max}\right) \quad (۲۹)$$

با اعمال این محدودیت به شبکه، محدودیت‌های متناسب به این صورت به دست می‌آید.

$$Q_{ijm}^{\max} = \min\left(S_{ij}^{\max},\ \left(\sum_k Q_{imk}^{\max} + \sum_l Q_{iml}^{\max}\right)\right)\ \ \forall i,j,m,l, Q_{imk}^{\max} = \min\left(\sum_j Q_{ijm}^{\max}, \sum_l Q_{ikl}^{\max}\right)\ \ \forall i,m,k \quad (۳۱)\ (۳۰)$$

$$Q_{iml}^{\max} = \min\left(\sum_j Q_{ijm}^{\max}, D_{il}\right)\ \ \forall i,m,l, Q_{ikl'}^{\max} = \min\left(\sum_m Q_{imk}^{\max}, D_{il'}\right)\ \ \forall i,k,l' \quad (۳۳)\ (۳۲)$$

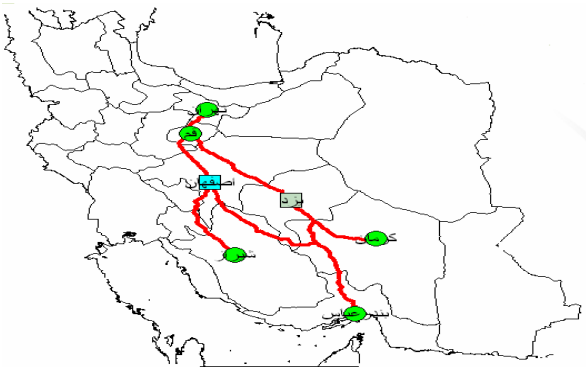
در قسمت‌های قبل با تعریف روابط ۳۳گانه مدل برنامه‌ریزی خطی مختلط اعداد صحیح برای شبکه خدمت‌رسانی و پشتیبانی وسایل حمل و نقل جاده‌ای معرفی گردید. در ادامه یک مسیر نمونه در شبکه حمل و نقل کشور با استفاده از این مدل بررسی می‌شود.

۴- حل مورد مطالعاتی

در این قسمت برای نشان دادن کاربردی بودن مدل ارائه شده، شبکه خدمت‌رسانی کامیون‌ها با استفاده از داده‌های واقعی حل شده و نتایج در انتها تحلیل می‌شود. برای حل مدل مسیر ارتباطی تهران به بندرعباس که پرترددترین مسیر حمل و نقل جاده‌ای کشور می‌باشد، در نظر گرفته شده است. این مسیر شامل استان‌های تهران، قم، اصفهان، یزد، کرمان، شیراز و بندرعباس می‌باشد. در شکل ذیل مسیر مورد بررسی به همراه مراکز استانی نمایش داده شده است. مراکز استانی به عنوان مراکز تأمین‌کننده قطعات یدکی در نظر گرفته می‌شوند. نام مراکز در جدول شماره یک ارائه شده است. مراکز پشتیبانی نیز در پایانه‌های مستقر در حومه شهرها در نظر گرفته شده و با در نظر گرفتن این موضوع که پایانه‌های مذکور مبدأ و مقصد سفر کامیون‌ها در کل کشور می‌باشند و همچنین موقعیت عالی آنها به لحاظ دوری از شهر و محل‌های پرتردد، آنها را به عنوان مراکز پشتیبانی‌کننده در شبکه خدمت‌رسانی در نظر می‌گیریم. این مراکز در جدول دو ارائه شده‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۷: مسیر مورد بررسی در مورد مطالعاتی

شبکه تعریف شده علاوه بر مراکز پشتیبانی‌کننده در هر یک از پایانه‌های مکان‌هایی را نیز در طول جاده در نظر گرفته است که مراکز خدمات‌رسانی جاده‌ای نامیده می‌شود. این مراکز با هدف کلی بالا بردن سطح سرویس به کامیون‌دارانی که در طول جاده‌ها دچار مشکل شده و قادر به ادامه دادن مسیر نمی‌باشند، در نظر گرفته شده است. همانطوریکه در قسمت طراحی مدل عنوان شد شاخص عملکرد تعریف شده (بالا بردن سطح سرویس مشتری) به صورت مینیمم کردن فاصله بین محل رخدادن تقاضا و مرکز خدمات‌رسانی در نظر گرفته شده است. محل این مراکز با توجه به رخداد تقاضا در نقاط مختلف بررسی شده (طبق آمار به دست آمده از سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور) در جدول دو ارائه شده‌اند.

جدول ۱: مراکز تأمین‌کننده قطعات

ردیف	نام مرکز	محل مرکز	ردیف	نام مرکز	محل مرکز	ردیف	نام مرکز	محل مرکز
۱	مرکز تهران	استان تهران	۳	مرکز اصفهان	استان اصفهان	۵	مرکز کرمان	استان کرمان
۲	مرکز قم	استان قم	۴	مرکز یزد	استان یزد	۶	مرکز شیراز	استان فارس
۷	مرکز بندرعباس	استان هرمزگان						

منبع: سالنامه آماری حمل و نقل و پایانه‌های کشور (سال ۸۳)، دفتر فن‌آوری اطلاعات

جدول ۲: مراکز پشتیبانی

ردیف	استان	نام پایانه	محور محل استقرار	ردیف	استان	نام پایانه	محور محل استقرار
۱	تهران	رباط کریم	تهران- ساوه	۴	کرمان	کرمان سیرجان	باغین-کرمان شهربابک-سیرجان
۲	اصفهان	امیرکبیر خمینی شهر شرق	اصفهان- تهران خمینی شهر- نجف آباد اصفهان – نایین	۵	فارس	اکبر آباد	شیراز-اصفهان
۳	یزد	یزد	یزد-سه‌راهی جنوبی	۶	هرمزگان	بندرعباس بندرلنگه	بندرعباس-سیرجان بندرلنگه-بستگ

منبع: سالنامه آماری حمل و نقل و پایانه‌های کشور (سال ۸۳)، دفتر فن‌آوری اطلاعات

آخرین سطح از شبکه مشتریان بوده که به دو دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شوند. دسته اول مشتریان پایانه‌ای و دسته دوم مشتریان جاده‌ای می‌باشند. شاخصه‌های مهم این مشتریان میزان تقاضا و نوع محصولی است که این مشتریان نیاز دارند. برای مورد مطالعاتی تحت بررسی سه خانواده محصول کلی با توجه به پرسش‌هایی که از رانندگان و تأمین‌کنندگان قطعات انجام گرفت، منظور شده که مشخصات کلی آنها در جدول ذیل ارائه شده است. هزینه سالیانه (با نرخ استهلاک ۱۰٪) ایجاد هریک از مراکز پشتیبانی معادل ۹۰۰ میلیون ریال و مراکز خدمات رسانی معادل ۶۱۸ میلیون ریال می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳: مراکز خدمات‌رسانی

ردیف	شرح	محور محل استقرار	ردیف	شرح	محور محل استقرار
۱	قم – اصفهان	۵۰ کیلومتر به علویجه	۶	اصفهان – یزد	۸۰ کیلومتر مانده به عقدا
۲	اصفهان – شیراز	۶۵ کیلیومتر بعد از سمیرم	۷	اصفهان – یزد	۷۰ کیلومتر بعد از کوهپایه
۳	اصفهان – شیراز	۷۵ کیلومتر بعد از سپیدان	۸	یزد – کرمان	۱۰۰ کیلومتری مروست
۴	شیراز - بندرعباس	۴۰ کیلومتر مانده به فسا	۹	کرمان- بندرعباس	۹۵ کیلومتر مانده به سیرجان
۵	شیراز - بندرعباس	۹۰ کیلومتر بعد از استهبان	۱۰	کرمان - بندرعباس	۹۰ کیلومتر مانده به دهبارز

منبع: سالنامه آماری حمل و نقل و پایانه‌های کشور (سال ۸۳)، دفتر فن‌آوری اطلاعات

در این دسته‌بندی محصولات در سه خانواده کلی تقسیم‌بندی شده‌اند که تحت عنوان خانواده یک تا سه محصولات مطرح شده‌اند. این دسته‌بندی با تهیه پرسشنامه‌هایی که از رانندگان پرسیده شده به دست آمده است. میانگین هزینه تأمین در زمان سرویس دهی به تقاضاها در ستون مبلغ کل لحاظ شده است. به این معنی است که هزینه تأمین قطعات بدنه که شامل چراغ خودرو، گلگیر، شیشه‌ها و سایر موارد می‌باشد حدود ۳۰ میلیون ریال است.

جدول ۴: مشخصات خانواده محصول (مبالغ: میلیون ریال)

شرح	مبلغ	شرح	مبلغ	شرح	مبلغ
خانواده محصول ۱ (قطعات بدنه)	۳۰	خانواده محصول ۲ (قطعات موتور)	۵۰	خانواده محصول ۳ (قطعات برقی)	۱۵

برای محاسبه تقاضا برای مشتریان نوع اول و دوم با دسته‌بندی وسایل متردد در جاده‌ها و استفاده از شاخص سن کامیون برای مراکز مختلف پشتیبانی و خدمات‌رسانی بدست آمده که در جداول بعدی ارائه شده است.

جدول ۵: میزان خرابی قطعات مختلف (میلیون عدد در سال)

ردیف	عمر	نرخ میزان خرابی			ردیف	عمر	نرخ میزان خرابی		
		P1	P2	P3			P1	P2	P3
۱	۶<	۱۹	۲۰	۲۳	۴	۲۰-۱۶	۱۹۷	۲۰۶	۲۲۷
۲	۱۰-۶	۳۲	۳۸	۲۳	۵	۲۵-۲۱	۳۵۷	۴۰۶	۴۵۸
۳	۱۵-۱۱	۱۰۳	۱۳۱	۱۵۱	۶	۲۶>	۶۳۰	۵۴۳	۶۰۰
جمع کل		۱۵۴	۱۸۹	۱۹۷	جمع کل		۱۱۸۴	۱۱۵۵	۱۲۸۵

منبع: سالنامه آماری حمل و نقل و پایانه‌های کشور (سال ۸۳)، دفتر فن‌آوری اطلاعات

از جدول فوق میزان نرخ خرابی برای هریک از انواع کامیون‌ها و همچنین در رده‌های سنی مختلف به دست می‌آوریم. در جداول ۶ و ۷ میزان تقاضا برای هریک از مراکز پشتیبانی و خدمات‌رسانی ارائه شده است.

جدول ۶: میزان تقاضای مراکز پشتیبانی‌کننده

ردیف	نام پایانه	تقاضا (هزار عدد در سال)			ردیف	نام پایانه	تقاضا (هزار عدد در سال)		
		P1	P2	P3			P1	P2	P3
۱	تهران ۱	۲۷،۱۹	۵۵،۳۳	۵۹،۳	۶	کرمان ۱	۴۳،۹۵	۸۹،۴	۹۵،۸
۲	اصفهان ۱	۵۲،۳۱	۱۰۶،۴۵	۱۱۴	۷	کرمان ۲	۴۴،۸۶	۹۱،۳	۹۷،۸
۳	اصفهان ۲	۸۷،۵۲	۱۷۸،۱	۱۹۰،۸	۸	هرمزگان ۱	۴۷،۵۶	۹۶،۸	۱۰۳،۷
۴	اصفهان ۳	۱۰۸۲،۸۴	۲۲۰۳	۲۳۵۹،۷	۹	هرمزگان ۲	۴۴،۷۹	۹۱،۲	۹۷،۶
۵	یزد ۱	۴۴،۶۷	۹۰،۸	۹۷،۴	۱۰	فارس	۳۵،۲۸	۷۱،۸	۷۶،۹

منبع: سالنامه آماری حمل و نقل و پایانه‌های کشور (سال ۸۳)، دفتر فن‌آوری اطلاعات

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷: میزان تقاضای مراکز خدمات‌رسانی

ردیف	شرح	تقاضا (هزار عدد در سال)			ردیف	شرح	تقاضا (هزار عدد در سال)		
		P1	P2	P3			P1	P2	P3
۱	قم – اصفهان	۱،۲	۱،۵	۱،۷	۶	اصفهان – یزد	۰،۵	۰،۸	۱
۲	اصفهان – شیراز	۰،۵	۰،۹	۱،۱	۷	اصفهان – یزد	۰،۸۵	۱	۱،۳
۳	اصفهان – شیراز	۰،۹	۱،۲	۱،۳	۸	یزد – کرمان	۰،۹	۱،۱	۱،۴
۴	شیراز - بندرعباس	۰،۱	۰،۲	۰،۶	۹	کرمان- بندرعباس	۰،۷	۰،۹	۱
۵	شیراز - بندرعباس	۰،۹	۱،۳	۱،۵	۱۰	کرمان - بندرعباس	۰،۹	۱،۱	۱،۳

منبع: سالنامه آماری حمل و نقل و پایانه‌های کشور (سال ۸۳)، دفتر فن‌آوری اطلاعات

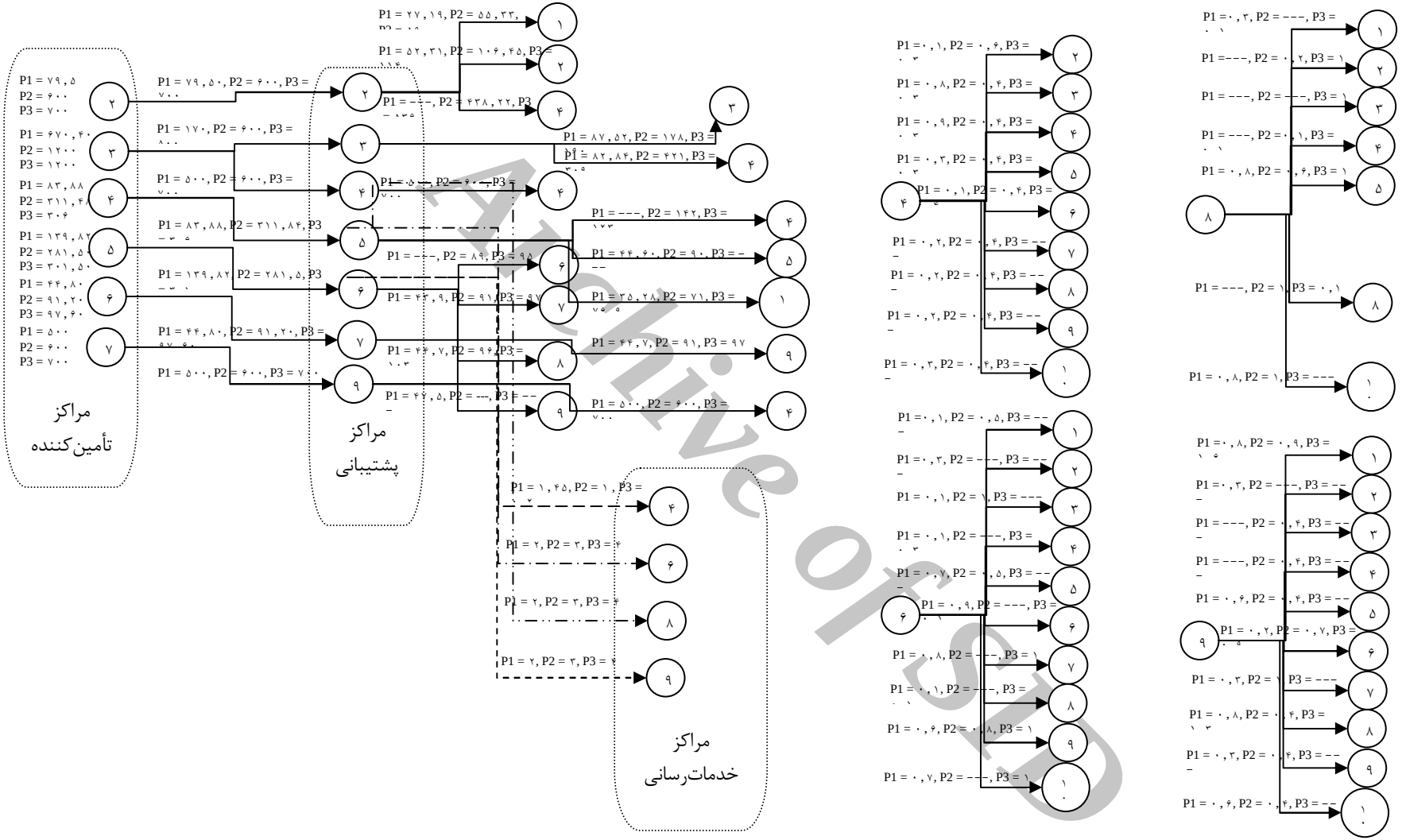
برای محاسبه هزینه‌های حمل و نقل مربوط به بخش‌های مختلف، فواصل مربوطه بین سطوح مختلف در شبکه را در هزینه حمل و نقل برای حمل قطعات یدکی وسایل حمل و نقل سنگین جاده‌ای که طبق تعرفه سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور ۲۱۲ ریال می‌باشد، ضرب می‌کنیم. شبکه خدمات‌رسانی به ازای هر مشتری که تحت پوشش قرار ندهد ۱۰ میلیون ریال متقبل هزینه می‌شود. این همان C_i می‌باشد که در رابطه ۵ ارائه شده است. مدل با استفاده از نرم‌افزار Lingo 6 حل شده است. مشخصات مدل در شکل ۸ نشان داده شده است. همانطوریکه مشاهده می‌شود این نسخه از نرم افزار مذکور هیچ محدودیتی از لحاظ متغیرهای استفاده شده ندارد. کل مدل ۲۹۱۱ متغیر دارد که ۳۲۰ عدد از آنها متغیرهای صفر و یک می‌باشد. تعداد کل محدودیت‌های مدل ۲۹۲۴عدد می‌باشد که ۱۱۷۰ عدد از آنها غیر خطی است. کل مدل به صورت کد ارائه شده است که جزئیات دقیق‌تر به پیوست آمده است. خروجی مدل مذکور در شکل ۸ نشان داده شده است. در شکل مذکور سطوح مختلف نمایش داده شده‌اند. اعداد مندرج در دایره‌ها نشانگر ردیف مربوط به جداول معرفی سطوح مختلف می‌باشد. به عنوان مثال عدد ۲ در سطح تأمین‌کننده همان مرکز قم می‌باشد، عدد ۶ در سطح پشتیبانی مرکز کرمان ۱ و یا عدد ۴ در سطح خدمات‌رسانی محور شیراز-بندرعباس می‌باشد. در این شکل مراکز انتخابی در سطوح مختلف، حجم جریان بین سطوح مختلف برای محصولات متفاوت و همچنین نحوه تخصیص مشتریان نوع اول و دوم به سطوح قبلی نمایش داده شده است. مشتریان نوع دوم به صورت جداگانه در سمت راست شکل (به دلیل محدودیت فضا) به مراکز خدمات رسانی تخصیص داده شده‌اند. نکته قابل توجه در خروجی مدل ایجاد تنها چهار مرکز خدمات‌رسانی جاده‌ای می‌باشد و بدین دلیل است که هزینه سالیانه ایجاد چنین مراکزی نسبت به هزینه از دست دادن مشتری بدلیل ارائه نکردن خدمات، بزرگتر است و از این رو مراکز کمتری از حل مدل به دست آمده است. در صورتیکه جریمه ۱۰ میلیون ریال به ازای از دست دادن هر مشتری را بزرگتر در نظر بگیریم، تعداد مراکز خدمات‌رسانی بیشتر می‌شود.

۵- نتیجه‌گیری

طراحی ساختارهای شبکه‌ای به دلیل پیچیدگی زیرسیستم‌های شبکه و تقابلات زیادی که بین اجزای این شبکه‌ها وجود دارد کار بسیار مشکلی است. علاوه بر این فاکتورهای بیرونی زیادی همانند نامعینی تقاضای محصولات بر این امر تأثیرگذار است. امروزه توجه بسیاری از محققان به بررسی ساختارهای شبکه‌ای به صورت یک کل معطوف شده است. مدل برنامه‌ریزی ریاضی ارائه شده

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۸: خروجی مدل حل شده توسط lingo 6

Archive of SID

www.SID.ir

برای شبکه حمل و نقل جاده‌ای به طور همزمان سطوح تصمیم‌گیری استراتژیک و عملیاتی را در نظر گرفته است. تابع هدف معرفی شده چندمنظوره بوده و دارای شاخص‌های عملکرد کاهش هزینه ایجاد و اداره و افزایش سطح سرویس مشتری می‌باشد. با توجه به این موضوع که مدل ارائه شده بر مبنای رفع مشکلات حمل و نقل جاده‌ای کشور طراحی شده است؛ بنابراین، هرچند مدل مذکور تنها برای بخشی از حمل و نقل جاده‌ای کشور در نظر گرفته، اما امکان توسعه آن به کل کشور امکان‌پذیر می‌باشد و تنها مدت زمان حل آن توسط نرم‌افزار طولانی‌تر خواهد شد.

۶- مراجع

[1] سالنامه آماری حمل و نقل جاده‌ای ۱۳۸۳، دفتر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، وزارت راه و ترابری

[2] Alain Martel, August 2004, The design of Production-distribution networks: A mathematical programming approach, Network Organization Technology Research Center,

[3] Beamon, B. M. 1998. Supply chain design and analysis: Models and methods. International journal of production economics, 55, 281-294

[4] Chopra, S. and Meindl, P. 2001. Supply chain management: Strategy, planning and operation, Upper Saddle river, NJ: Prentice-Hall.

[5] Cooper, M. C. Lambert, D. M. & Pagh, J. D. 1997. Supply chain management: More than a new name for logistics. The international journal of logistics management, 8, 1-13.

[6] Daskin, M.S., 1995. Network and Discrete Location: Models, Algorithms, and Applications. Eiley-Interscience series in Discrete Mathematics and Optimization. John Wiley& Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore.

[7] Ehap H.Sabri, Benita M.Beamon, 2000, A Multi-Objective Approach to Simultaneous Strategic Operational Planning in Supply Chain Design, OMEGA, pp 581-598,

[8] Min, H. Zhou, G. 2002. Supply Chain modeling: Past, Present and future; Elsevier, Computers & Industrial Engineering 43, 231-249

[9] P.Tsiakis, N.Shah and C. C. Pantelides, 2001, Design of Multi echelon Supply Chain Network under Demand uncertainty, Industrial Engineering res. 3585-3604

[10] Santosa.T, Ahmed. S, Geotschalckx. M, Shapiro. A, 2003, A stochastic programming approach for supply chain network design under uncertainty, School of Industrial and system Engineering, June.

[11] Santoso, T. Ahmed, S. Goetshalckx, M. Shapiro, A. 2003, A stochastic programming approach for supply chain network design under uncertainty, School of industrial and system engineering, Georgia Institute of Technology.

[12] Stadtler, H. kilger, C. 2002, Supply chain management and advanced planning, Concepts, models, software and case studies, second edition, springer New York

[13] Tai-His Wu, Jen-Nan Lin, 2003, Discrete Optimization solving the competitive discretionary service facility location problem, European Journal of Operational Research, 366-378

[14] Yan, H. Yu, Zhenxin. Cheng, T.C. 2003, A Strategic model for supply chain design with logical constraints: formulation and solution, Elsevier, Computer and operation research 30, 2135-2155.

Archive of SID

www.SID.ir

SID

فیلم‌های آموزشی | سرویس ترجمه تخصصی | کارگاه‌های آموزشی | بلاگ مرکز اطلاعات علمی

کارگاه‌ها و فیلم‌های آموزشی مرکز اطلاعات علمی

کاربرد نرم‌افزار End Note در استناددهی مقالات و متون علمی

پروپوزال‌نویسی (علوم انسانی)

کاربرد نرم افزار SPSS در پژوهش

آشنایی با پایگاه‌های اطلاعات علمی بین‌المللی و ترفندهای جستجو

صدور گواهینامه نمایه مقالات نویسندگان در SID