توسعه سیستم تامین مستقیم کالا از تامین کنندگان با رویکرد نظریه امکان در حالت عدم قطعیت در موجودی انبار (مطالعه موردی زنجیره تأمین شرکت خودرو سازی سایپا)

علی رضا علی احمدی
دانشیار دانشکده مهندسی صنایع – دانشگاه علم و صنعت ایران

میثم جعفری اسکندری
استادیار گروه مهندسی صنایع- دانشگاه کاشان

مسعود عسگری مهر
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات- دانشگاه علوم و فنون مازندران

چکیده

نقش واحد لجستیک در حرکت به سوی زنجیره تأمین ناب نقشی کلیدی است و مسأله مسیریابی وسایل حمل یکی از قدیمی‌ترین و معروف‌ترین مسایل مورد بررسی در ادبیات تحقیق در عملیات می‌باشد که به دلیل کاربردهای فراوان، همچنان مورد توجه پژوهشگران دانشگاهی و صنعتی قرار دارد. یکی از مهمترین و معروف ترین ابزارهای تحقق لجستیک ناب، سیستم تامین مستقیم کالا از تامین کنندگان به شرکت مونتاژ کننده(Milk Run) است. در این مقاله ابتدا شیوه مدل سازی این سیستم تشریح و در قدم بعدی، با توجه به عدم قطعیت ها در دنیای واقعی، مدل ارائه شده با رویکردی غیرقطعی در موجودی انبار مورد نظر قرار گرفته و در ادامه به کمک نظریه امکان به یافتن نقطه بهینه در این مدل پرداخته می شود. در نهایت مدل بدست آمده در زنجیره تامین شرکت خود روسازی سایپا مورد تحلیل قرار خواهد گرفت.

کلید واژه:

نظریه بازیها ، مدیریت زنجیره تامین، سیستم Milk Run ، برنامه ریزی استوار، نظریه امکان، شرکت خودروسازی

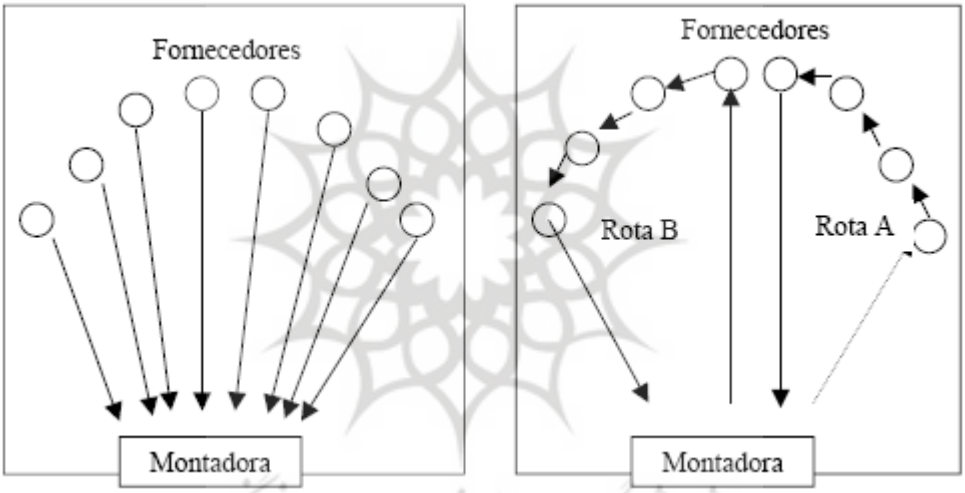
مقدمه

نقش واحد لجستیک در حرکت به سوی زنجیره تأمین ناب نقشی کلیدی است، با این وجود تحقق تفکر "ناب" در یک سازمان دشوارتر از آن چیزی است که ممکن است در ابتدا به نظر برسد. با اینکه بسیاری از استراتژی های ناب که در داخل یک کارخانه اتخاذ می شود برای واحد تولید کارخانه معقول و موجه به نظر می رسد، اما استراتژی های لجستیکی که در پی تولید ناب واقع شده اند متناقض با اهداف عملیات لجستیکی به نظر می رسند [1].

اولین گام جهت همسو کردن لجستیک با اهداف ناب، به دست گرفتن کنترل شبکه تأمین از سازندگان و قابل رویت ساختن آن است. بدون رویت پذیری و کنترل، شبکه ناب دست نیافتنی خواهد بود. پیاده سازی لجستیک ناب اغلب نیازمند تغییر مسیرها و روشهای حمل و

همچنین اصلاح زمانبندی حمل است و اگر مدیریت ناوگان حمل همچنان به عهده تأمین کنندگان باشد، انجام تغییرات مذکور به مراتب مشکل تر خواهد بود.

یکی از مهمترین و معروف ترین ابزارهای تحقق لجستیک ناب، سیستم تامین کالا ی مستقیم تامین کنندگان برای مونتاژ کننده است. نام این سیستم برگرفته از سیستم سنتی خرده فروشی شیر توسط فروشنده دوره گرد است که در آن فروشنده شیر با گاری دستی خود در یک مسیر مشخص خانه های مشتریان را با یک توالی خاص می پیمود و با تحویل شیشه های پر از شیر به مشتریان خود، شیشه های خالی قبلی را از آنها تحویل می گرفت. این سیستم در صنایع متنوعی پیاده سازی شده و شرکت های خودرو سازی دنیا از مهمترین مشتری های این سیستم بوده و هستند [2]در شکل 1و2 دو نوع سیستم تامین کالا Milk Run و مستقیم مقایسه شده اند.



شکل 1: سیستم تامین کالا Milk Run شکل 2: سیستم تامین کالا مستقیم

سیستم تامین کالا Milk Run تعیین می کند که چه نوع وسیله حملی در چه زمانی باید از کارخانه خارج شود و باید چه مسیری را بپیماید و در این مسیر بایستی به چه سازندگانی در چه زمانی برسد و از هرکدام از قطعات آنها به چه میزان دریافت نماید(و پالت خالی قبلی را تحویل دهد) و در چه زمانی مجددا به کارخانه باز گردد. هدف از توسعه این سیستم در واقع پیاده سازی یک نسخه عملی از تأمین به موقع[1] در جمع آوری قطعات تأمینی و تحویل آنها به کارخانه مونتاژ کننده است.

قابل توجه است که در سیستم لجستیک ناب، تاکید فقط بر کاهش هزینه های حمل نیست، بلکه تاکید بر کاهش کل هزینه های لجستیک می باشد. متخصصین لجستیک کل هزینه های لجستیک را معادل با مجموع هزینه های حمل، هزینه های نگهداری موجودی و هزینه های مدیریت سازندگان می دانند. هزینه های موجودی با اینکه در ترازنامه مالی شرکت ظاهر نمی شود بالغ بر نیمی از هزینه های لجستیک می گردد. در دنیای واقعی برای برنامه ریزی یک مسأله در اغلب موارد پارامترهای مساله را نمی توان (زمانی که مساله مدل سازی اولیه یا حل اولیه می شود) به دقت اندازه گرفت و ناچارا

باید آن ها را حدس زد و مقدار دقیق آن ها در آینده تعیین خواهند شد. مسائل حمل و نقل نیز از این قاعده مستثنی نبوده و لازم است در طراحی مدل فوق موارد عدم قطعیت لحاظ گردند. یکی از روش های حل مسائل دارای عدم قطعیت، استفاده از برنامه ریزی استوار می باشد. در زمینه مدل سازی داده ها در حالت عدم قطعیت تحقیقات زیادی انجام شده است [3-10].

در این مقاله، ابتدا در بخش اول گذری بر مفاهیم و ساختارهای اولیه سیستم تامین کالا Milk Run می پردازیم. در این بخش الزامات اجرایی این سیستم بررسی می شوند. در بخش دوم مدل فوق با استفاده از نگرش نظریه بازی ها تعریف و ارائه میشود. در بخش سوم، مدل توسعه ای بدست آمده از بخش قبل، در حالت عدم قطعیت با رویکرد نظریه امکان مدل می گردد. در نهایت مدل در زنجیره تامین سایپا پیاده سازی و نتایج محاسباتی جهت تحقیقات انجام شده ارائه می گردد.

1. مرور ادبیات

یک الگوی لجستیک به معنی شکل جریان و انبارش قطعات در طول زنجیره تأمین می‌باشد. شکل جریان به معنی نحوه جابجایی ملزومات تولیدی (مسیرهای حمل، اندازه محموله یا تناوب ارسال، شکل یا روش حمل، ترکیب محموله و ...) و شکل انبارش به معنی نحوه ذخیره‌سازی آنها (مکان‌یابی انبارهای میانی، تعیین حداقل و حداکثر موجودی، تعیین میزان موجودی سیکلی و اطمینان، تعیین سیاست مرور موجودی و ...) در طول زنجیره می‌باشد.

انواع الگوهای لجستیک را می‌توان به طور کلی به 4 دسته اصلی تقسیم کرد [1و2]:

الف) ارسال مستقیم از تأمین‌کنندگان به شرکت تولیدی

ب) ارسال غیر مستقیم توسط شرکت ثالث

ج) ارسال غیر مستقیم توسط انبارک‌های میانی

د) جمع‌آوری از تأمین‌کنندگان و ارسال مستقیم به شرکت تولیدی[2]

انتخاب مناسب ترین الگو برای پیاده سازی در هر سازمانی نیازمند الزامات شناختی از محیط اجرایی مدل منتخب می باشد. بنابراین طراحی الگوهای لجستیک باید با توجه به این ویژگیها صورت گیرد. این ویژگیها را می‌توان بطور کلی به سه دسته تقسیم کرد:

ویژگیهای اقتصادی مانند هزینه‌های حمل ونقل، موجودیها، انبارداری، بارگیری و تخلیه، برنامه‌ریزی نیروی انسانی، و هزینه‌های سرمایه و تجهیزات مورد نیاز.

ویژگیهای فنی مانند میزان پیچیدگی اجرایی، هماهنگی‌های مورد نیاز، تکنولوژیهای مورد نیاز، وضعیت جاده‌ای مورد نیاز، مقبولیت فرهنگی.

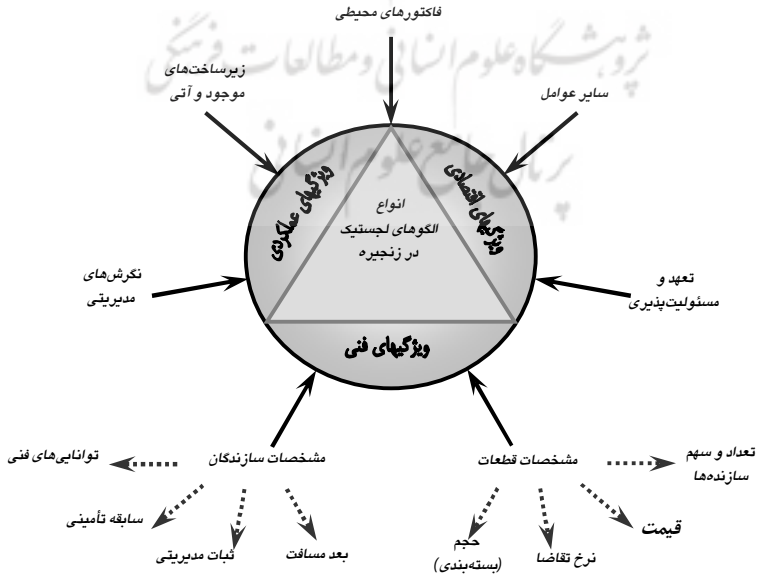
ویژگیهای عملکردی مانند سطح خدمت به مشتری، ریسک توقف خط، میزان انعطاف‌پذیری.

در جدول(1) برخی از ویژگیهای الگوهای لجستیک با هم مقایسه شده‌اند.

جدول(1) : مقایسه ویژگیهای الگوهای لجستیک در زنجیره تامین

هزینه / سیستم لجستیک	هزینه‌های سرمایه‌گذاری	هزینه‌های حمل ونقل	مجموع سطوح موجودی	سطح آموزش مورد نیاز	پیچیدگی‌های اجرایی	ریسک پیاده‌سازی
ارسال مستقیم از تأمین‌کنندگان به شرکت تولیدی	کم	زیاد	زیاد	کم	کم	کم
ارسال غیر مستقیم توسط شرکت ثالث	کم	زیاد	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
ارسال غیر مستقیم توسط انبارک‌ها	زیاد	کم	کم	متوسط	متوسط	متوسط
جمع‌آوری از تأمین‌کنندگان و ارسال به شرکت تولیدی	متوسط	متوسط	کم	زیاد	زیاد	زیاد

عوامل فراوانی وجود دارند که بر ویژگیهای الگوهای لجستیک تاثیر می‌گذارند و موجب برتری نسبی بعضی از این الگوها بر سایر الگوها می‌شوند. این عوامل و تأثیرات آنها بر الگوهای مختلف لجستیک را می‌توان در قالب مدل مفهومی شکل (3) به تصویر کشید:



شکل(3):عوامل مؤثر بر الگوهای لجستیک در زنجیره تأمین

2. مدل تامین مستقیم کالاازسازندگان برای انتقال مونتاژ کالا Milk Run در حالت عدم قطعیت با رویکرد نظریه امکان

در این بخش ابتدا به مدلسازی سیستم Milk Run پرداخته و در ادامه عدم قطعیت در موجودی ها را در مدل فوق مورد نظر قرار می دهیم. متغیرهای مطرح در تابع هدف وتوابع محدودیت مدل Milk Run عبارتند از:

X_{tkpj}: در لحظه tام، با وسیله حمل kام، از قطعه pام،از تأمین کننده jام به تعداد X پالت آورده شود (متغیر عدد صحیح)

V_k: حجم کامیون شماره kام

$$\begin{cases} 1 & if\ x_{tkpj>0} \\ 0 & if\ x_{tkpj=0} \end{cases} \quad y_{tkij}:$$

$c_p^{\min}$: حداقل موجودی از قطعه pام

V_P^{PL}: حجم پالت قطعه pام

U_{tp} تعداد مصرف از قطعه pام در لحظه tام (مصرف قطعه pام در هر ساعت ثابت فرض می شود)

X_{tp}^M: تعداد باقیمانده قطعه pام در انتهای ساعت tام در انبار

H_p: هزینه نگهداری بازای هر پالت قطعه pام در انبار در هر ساعت

C_{kij}: هزینه جابجائی کامیون شماره kام از تأمین کننده iام تا تأمین کننده jام

g_{pj}: سهم تأمین کننده jام از قطعه pام در طول بازه زمانی مورد بررسی

C': هزینه ثابت بابت توقف وسیله حمل در انبار تأمین کننده (برای تمام تأمین کننده یکسان در نظر گرفته می شود)

مسأله Milk Run را می توان بصورت زیر مدلسازی ریاضی نمود:

$$\min \sum_t \sum_k \sum_i \sum_j [C_{kij} + C']Y_{tkij} + \sum_t \sum_p H_p \times X_{tp}^M$$

s.t.

$$\sum_t \sum_k X_{tkpj} = g_{pj} \qquad \forall (p, j)$$

$$X_{tp}^{M} \geq c_{p}^{\min} \qquad \forall(t,p)$$

$$X_{tp}^{M} = \sum_{k}\sum_{j} X_{tkpj} + X_{(t-1)p}^{M} - U_{tp} \qquad \forall(t,p)$$

$$\sum_{k}\sum_{j} Y_{tkij} \leq 1 \qquad \forall i \geq 2, \forall t$$

$$\sum_{k}\sum_{i} Y_{tkij} \leq 1 \qquad \forall j \geq 2, \forall t$$

$$\sum_{j} Y_{tk1j} \leq 1 \qquad \forall(t,k)$$

$$\sum_{i} Y_{tki1} \leq 1 \qquad \forall(t,k)$$

$$\sum_{i} Y_{tkiq} = \sum_{j} Y_{tkqj} \qquad \forall(t,k), \forall q > 1$$

$$\sum_{i\in S}\sum_{j\in S} Y_{tkij} \leq |S| - 1 \; S \subseteq \{2,3,\ldots,KT\} \qquad \forall(t,k) \; ; \quad \text{تعداد تامین کنندگان}$$

$$X_{tkpj} \leq M \times \sum_{i} Y_{tkij} \qquad \forall(t,k,p,j) \; ; \quad \text{عدد بزرگ}$$

به منظور وارد کردن عدم قطعیت در مسائل برنامه ریزی و مدل های ریاضی می توان از برنامه ریزی فازی ، برنامه ریزی تصادفی، برنامه ریزی استوار و برنامه ریزی اعداد فاصله ای و غیره استفاده نمود. با توجه به این که برنامه ریزی اعداد فاصله ای نسبت به سایر روش ها روش حل را با محدودیت کمتری مواجه می سازد این نوع برنامه ریزی انتخاب میگردد. .اگر در مسائل برنامه ریزی امکان از سطح برش استفاده شود، می توان آن را به عنوان مدل برنامه ریزی ریاضی فاصله ای نیز در نظر گرفت. برای در نظر گرفتن عدم قطعیت در مدل فوق برای میزان موجودی در انبار، فرض می کنیم که حداقل سطح موجودی از کالای نوع p که با پارامتر $c_p^{\min}$ مشخص شده است، متعلق به یک مجموعه محدود U باشد. ما مجموعه محدود U را بعنوان مجموعه ای کروی از عدم قطعیت ها با مرکزیت $c_p^{\min^0}$ به عنوان حداقل ارزش موجودی در نظر می گیریم.

$$U_C = \left\{ c_p^{\min} \middle| c_p^{\min^0} + \sum_{k=1}^{n} g_k c_p^{\min^k} \;,\; g \in G \right\}$$

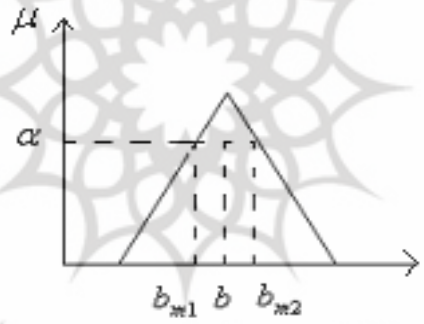
که در آن $C_p^{\min^k} \in \Re^n$ و $g \in \Re^n$. $g \in G$ وزن تخصیصی به بردارها بوده که در آن مجموعه G به صورت زیر تعریف می شود [11]:

$$convex\ hull\quad G=\left\{g\in\Re^{N}\,\middle|\,g\geq 0,\sum_{k=1}^{n}g_{k}\leq 1\right\}$$

مدل برنامه ریزی اعداد فاصله ای فوق به کمک روابط بالا را میتوان بـه مـدل برنامـه بهینـه اسـتوار مسأله Milk Run بـا جایگزینی محدودیت زیر به جای محدودیت دوم بدست آورد:

$$X_{tp}^{M}-c_{p}^{\min^{0}}\geq\sum_{k=1}^{n}g_{k}c_{p}^{\min^{k}}\qquad;\quad\forall g\in G\ ,\ \forall(t,p)$$

اگر بخواهیم همچنین در شرایطی تصمیم گیری کنیم که طرف راست محدودیت ها با در نظر گرفتن نظریه امکان با امکـان حداقل سطح برش a بر آورده شوند، باید مقدار b_{m1}(بدبینانه)و b_{m2}(خـوش بینانـه) را محاسـبه نمـوده و مسـاله در دو حالت بدبینانه و خوش بینانه حل شود [12].



شکل(4): نمایش نظریه امکان

جهت بدست آوردن معادلات خوشبینانه و بدبینانه در حالت عدم قطعیت کافیست رابطه (3) بصورت زیر بازنویسی گردد:

$$X_{tp}^{M}-c_{p}^{\min^{0}}\geq[\sum_{k=1}^{n}g_{k}^{l}c_{p}^{\min^{k}},\sum_{k=1}^{n}g_{k}^{u}c_{p}^{\min^{k}}]\qquad;\quad\forall g\in G\ ,\ \forall(t,p)$$

در صورت تعیین مقدار سطح برش α، مقادیری که می توان آنها را معادل فواصل هر یک از پـارامتر هـا دانـست تعیـین می گردد. در نهایت مدل Milk Run در حالت عدم قطعیت با رویکرد نظریه امکان را می توان با جـایگزینی محـدودیت جدیـد به جای محدودیت دوم در مدل مورد نظر قرار داد.

3. مطالعه موردی

شرکت خودرو سازی سایپا یکی از دو شرکت بزرگ ساخت خودروی عمدتا سواری کشور بوده که عمده محصول شرکت خودروسواری پراید می باشد. بدلیل پایین بودن عملکرد تأمین‌کنندگان در تحویل به موقع قطعات مطابق زمانبندی انجام شده توسط شرکت سایپا و همچنین عواملی از قبیل وجود قطعات معیوب در محموله‌های تأمین‌کنندگان و سایر مشکلات غیر مترقبه در تأمین، معمولا حجم بالایی از موجودی قطعات در انبارهای سایپا نگهداری می‌شود که همین امر سبب گردیده است این شرکت حجم وسیعی از فضای خود را از دست داده و محاسبه این هزینه ها بار مالی زیادی را بر شرکت تحمیل می نماید [13]. در این مقاله ما درصدد آن هستیم که به کمک سیستم Milk Run بهبود یافته در حالت عدم قطعیت در موجودی انبار سیستمی نوین در بهینه سازی فرآیندهای حمل و انبارش کالا انجام دهیم. نگاهی به عملکرد خودروسازان بزرگ در دنیا نشان می دهد که بسیاری از این خودروسازها این سیستم را در حالت سنتی پیاده یا در حال پیاده سازی می باشند. شرکت تویوتا یکی از اصلی ترین مشتریان سیستم Milk Run بوده است. در همین راستا شرکت(TMT)[3] اقدام به پیاده سازی این سیستم در سال 2000 میلادی نموده است. شرکت فورد آمریکا با شبکه ای متشکل از 400 سازنده و حدود 2500 نوع قطعه اقدام به پیاده سازی این سیستم هم در تأمین قطعات و هم در توزیع محصولات خود نموده است. شرکت TVL هم بعنوان شریک لجستیکی فورد انجام عملیات لجستیکی این سیستم را بر عهده دارد. در بخش تأمین، این سیستم در سال 2004 میلادی برای حدود 83 سازنده و 750 قطعه پیاده سازی شده است. شرکت مان ترکیه تولید کننده اتوبوس و کامیون هم در سال 2005 اقدام به پیاده سازی این سیستم برای سه ناحیه داخل کشور و برای تعداد 17 سازنده و 1405 قطعه نموده است. این شرکت امید دارد تا با پیاده سازی آزمایشی این سیستم برای 5 سازنده و تعداد 249 قطعه، متوسط سطح موجودی قطعات نسبت به قبل از پیاده سازی را حدود 36% کاهش دهد. بررسی های میدانی نشان از توفیق این سیستم در پیاده سازی علیرغم پیچیدگی های بسیار دارد. این سیستم برخلاف دیگر سیستم ها هم به کاهش هزینه های موجودی کالا و هم به کاهش هزینه های حمل و نقل می پردازد.

حال نتایج عددی حاصل از اجرای مدل جدید را بر اساس داده های بدست آمده از اطلاعات شرکت سایپا را در چندین حالت برنامه ریزی در حالت قطعیت قطعی و حالت عدم قطعیت (معمولی خوش بینانه و بد بینانه) مورد بررسی و مقایسه قرار می دهیم نتایج محاسبات را در جدول 2 نشان داده ایم.

جدول 2: مقایسه نتایج حاصل از اجرای مدل در حالت های مختلف

تعداد		افق برنامه ریزی	مدل قطعی		مدل در حالت عدم قطعیت		مدل غیر قطعی بدبینانه		مدل غیرقطعی خوشبینانه	
تأمین کنندگان	قطعه		CPU	Cost	CPU	Cost	CPU	Cost	CPU	Cost
2	5	5	0,3	3,6E+4	0,45	4,1E+4	0,45	4,15E+4	0,45	4,03E+4
2	5	10	0,37	7,2E+4	1,06	9,32E+4	1,06	10,02E+4	1,06	9,12E+4
3	10	15	2,37	32E+4	4,43	39,3E+4	4,43	41,1E+4	4,43	38,7E+4
3	10	20	5,47	41+E4	8,45	50,1E+4	8,45	52,4E+4	8,45	48,9E+4
4	15	30	10,58	129+E4	15,1	141E+4	15,2	144,5E+4	15,1	138,3E+4
4	15	40	17,85	172E+4	23,25	197E+4	23,4	202E+4	23,45	195,2E+4
5	20	60	37,5	384E+4	45,12	432E+4	45,12	441,4E+4	45,12	407E+4
5	20	80	68,95	492E+4	84,32	545E+4	84,7	553,4E+4	84,6	524,6E+4
6	25	150	157,98	106E+5	205,55	127E+5	206	135E+5	205,9	119E+5
6	25	200	453,87	135E+5	764	205E+5	764,3	213E+5	764,2	193E+5
7	30	280	1026,35	253E+5	1798,35	352E+5	1798,3	371E+5	1798,5	337E+5
7	30	350	2845,63	316E+5	4050,45	424E+5	4050	452E+5	4050,2	401E+5

نتایج مقایسات از روشهای مختلف بیانگر روندی صعودی در زمان و هزینه ها با افزایش تعداد تأمین کنندگان و افزایش تعداد قطعات می باشد. با وجود آنکه در حالت عدم قطعیت هزینه های حمل و موجودی افزایش می یابد امّا به سازمان ها اطمینانی در مواقع خاص جهت برنامه ریزی ایجاد نموده و معمولا سازمان ها تمایل بیشتری در استفاده از این رویکردها دارند. از سوی دیگر با افزایش تعداد تأمین کنندگان و قطعات مورد برنامه ریزی در این روش، نیاز استفاده از روش های متاهیورستیک لازم و ضروری می نماید.

نتیجه گیری

برنامه ریزی استوار ابزاری مناسب برای مسائلی است که دارای داده های مغشوش می باشند. زمانی که بخواهیم با در نظر گرفتن نظریه امکان تصمیم گیری کنیم و طرف راست محدودیت ها با امکان حداقل سطح برش a بر آورده گردد، مساله را در دو حالت بدبینانه و خوش بینانه مدل سازی می شود. پارامترهای غیر قطعی(فاصله ای) مدل را نیز می توان مغشوش در نظر گرفت و مدل مناسب را ارائه نمود. در این مقاله از رویکرد برنامه ریزی استوار در لجستیک ناب در جهت کاهش همزمان هزینه های حمل و نقل و موجودی در راستای تعدیل فضای مازاد، استفاده شده است. عدم قطعیت های پیرامون برنامه ریزی ها سبب گردیده سازمان ها همواره به اغتشاشات در مسائل برنامه ریزی توجه خاص نموده

که از این رو در این مقاله نیز بر این مسأله تاکید شده است. ریسک پذیری مدیران در برنامه ریزی مسأله دیگری است که توجه به آن برنامه ریزی را دقیق تر و مدیران را راهنمایی مناسبتری می نماید و رویکرد خوشبینانه و بدبینانه در برنامه ریزی در این مسأله نیز مورد نظر قرار گرفته و در نهایت مدلی جامع طراحی گردیده که این مدل جهت اعتبارسنجی بروی داده های بدست آمده از شرکت سایپا پیاده سازی و خروجی نتایج مقایسه گردیده اند. نتایج نشان از روندی تصاعدی در اختلاف میان مدل در حالت قطعی و مدل در حالت غیرقطعی دارد.

منابع

[۱] Christopher, M.G., ۱۹۹۸, "Logistics and Supply Chain Management; strategies for reducing costs and improving services", London: Pitman Publishing.

[۲] Du T, Wang F K, Lu P., ۲۰۰۷, "A real-time vehicle-dispatching system for consolidating milk runs", Transportation Research Part E ٤٣: pp.٥٦٥-٥٧٧.

[۳] Bertsimas, D. and Sim, M., ۲۰۰۳, "Robust discrete optimization and network flows". Mathematical programming ۹۸ (۱-۳): pp.٤٩–٧١.

[٤] Bertsimas, D. and Sim, M., ۲۰۰٤, "The price of robustness". Operations Research ٥٢ (۱): pp.٣٥-٥٣.

[٥] Soyster, A.L., ۱۹٥۷, "Convex programming with set-inclusive constraints and applications to inexact linear programming. Operational Research", ۲۱: pp.۱۱٥٤-۱۱٥۷.

[٦] El-Ghaoui, Lebret, H., ۱۹۹۷, "Robust solutions to least-square problems to uncertain data matrices". SIAM J. Matrix Anal. Appl., ۱۸: pp.۱۰۳٥-۱۰٦٤.

[۷] El-Ghaoui, L., Oustry, F., Lebret, H., ۱۹۹۸, "Robust solutions to uncertain semi definite programs". SIAM J. Optim., ۹: pp.۳۳-٥۲.

[۸] Goldfarb, D. and Iyengar, G., ۲۰۰۳, "Robust quadratically constrained programs". Math. Prog. Ser.B, ۹۷(۳): pp.٤٩٥-٥۱٥.

[۹] Ben-Tal, A. and Nemirovski, A., ۱۹۹۸, "Robust convex optimization". Mathematics of Operations Research ۲۳ (٤): pp.۷٦۹-۸۰٥.

[۱۰] Ben-Tal, A. and Nemirovski, A., ۱۹۹۹, "Robust solutions to uncertain programs". Operations Research Letters ۲٥: pp.۱-۱۳.

[۱۱] Sungur, I., Ordonez, F. and Dessouky, M., ۲۰۰۸, "A robust optimization approach for the capacitated vehicle routing problem with demand uncertainty", IIE Transactions,٥: pp.٥۰۹-٥۲۳,

[12] مهدی غضنفری، محمود رضایی، کتاب نظریه مجموعه بازی ها،چاپ اول، دانشگاه علم و صنعت ایران،1385

[۱۳] Jafari , M. and Hassan zade, F., ۲۰۰۹, "Costs of inventory & maintenance in SAIPA Company". Technical report, IRAN County.

پی نوشت:

[1] Just In Time (JIT)

[2] Milk Runs

[3] Toyota Motors Thailand