

طراحی مجدد زنجیره تأمین با لحاظ کردن ریسک مالی

ساجده دهقان منشادی¹، سعید خدامرادی²

¹دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی (مالی)؛ e.dehghan1390@gmail.com

²عضو هیأت علمی گروه مدیریت دانشگاه شاهد؛ khodamoradi379@gmail.com

چکیده

کلیه واحدهایی که از نظر قانونی از هم جدا بوده و توسط جریان های مواد، اطلاعاتی و مالی به منظور ساخت و فروش یک محصول به هم مرتبط می شوند، شبکه ای از روابط و فرآیندها به نام زنجیره تأمین را به وجود می آورند. یکی از سخت ترین اجزاء برنامه ریزی شرکت های تولیدی، طراحی کارآمد زنجیره تأمین آن هاست. در نظر گرفتن پارامترها در شرایط عدم قطعیت یکی از مهم ترین ویژگی های طراحی زنجیره تأمین است که بر عملکرد کل شبکه تأثیر می گذارد. زنجیره تأمین در معرض انواع ریسک ها قرار دارد و نحوه طراحی آن نقش مهمی در کاهش ریسک دارد. از این رو تلاش های بسیاری برای مدل سازی و بهینه سازی آن انجام شده است. با توجه به اهمیت این مسأله، هدف این مقاله توسعه ی مدل قطعی شبکه توزیع تک هدفه در یک زنجیره تأمین میباشد. بدین منظور، همزمان با وارد کردن متغیر زمان به مسئله، از برنامه ریزی احتمالی جهت مشارکت عدم قطعیت همراه با نوسانات نرخ ارز استفاده می کنیم و سپس با کمی سازی ریسک مالی، مدل را به یک مدل احتمالی چند هدفه توسعه میدهم. در پایان مدل چند هدفه تحت شرایط ریسک مالی ارائه می شود.

کلمات کلیدی

زنجیره تأمین، مدیریت ریسک، برنامه ریزی احتمالی، ریسک مالی

supply chain redesign under financial risk

S.Dehghan manshadi ,S. Khodamoradi

ABSTRACT

All units are legally separate and material flows, and financial information in order to build and sell a product can be connected to a network of relationships and processes to create the supply chain. One of the hardest parts of planning a production company, streamlined design of their supply chain. Considering parameter uncertainty in supply chain design is the most important characteristic that affects the overall network performance. The supply chain is exposed to various risks, and how to design a key role in reducing the risk. Therefore, many attempts have been applied to modeling and optimization. Given the importance of this issue, this paper aims to develop a deterministic model of the distribution network in a supply chain is a single objective. Meant to coincide with the time variable the issue of contingency planning for participation uncertainties associated with the demand, cost of production and transportation costs, and then used to quantify the financial risk model to a multi-objective probability model development process., in the multi objective model under financial risks is provided.

KEYWORDS

Supply chain, risk management, stochastic programming, financial risk

¹ساجده دهقان منشادی، کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی (مالی)، پست الکترونیک، e.dehghan1390@gmail.com، نشانی: دانشگاه شاهد، دانشکده انسانی، گروه مدیریت بازرگانی، تلفن: 09178251873

1 - مقدمه

یک زنجیره تأمین شامل کلیه واحدهایی است که در برآوردن نیاز یک مشتری به طور مستقیم و غیرمستقیم دخیل هستند. دیدگاه زنجیره تأمین بر این واقعیت بنا نهاده شده است که رقابت به جای اینکه بین شرکت‌ها وجود داشته باشد می‌بایستی بین زنجیره های تأمین وجود داشته باشد. سازمان های تجاری برای افزایش توان رقابتی خود، نیاز به مدیریت کارا و اثربخش زنجیره تأمین دارند تا عامل هزینه را به کنترل خود در آورده و محصولی مطابق خواست مشتری ارائه کنند [7]. اگر چه مدیریت زنجیره تأمین همواره تأکید زیادی بر روی ریسک داشته است اما در سالهای اخیر به دلیل رقابت جهانی، استفاده از تأمین کنندگان جهانی، و افزایش پیچیدگی های زنجیره تأمین و موضوع مدیریت ریسک زنجیره تأمین توجهات بسیاری را به خود جلب کرده است [5]. بروز عواملی که منجر به ایجاد عدم قطعیت در زنجیره تأمین شده، موجب کاهش قابلیت تحمل زنجیره و افزایش آسیب پذیری آن می‌شود. در نتیجه مدیریت ریسک برای شناسایی و مقابله با این عدم قطعیت‌ها ضروری است. تعریف زیر برای مدیریت ریسک زنجیره تأمین ارائه شده است: مدیریت ریسک زنجیره تأمین، هماهنگ سازی اجزاء زنجیره تأمین در به کار بردن ابزارهای مدیریت ریسک، مقابله با ریسک‌ها و عدم قطعیت‌های ایجاد شده توسط فعالیت‌های مربوط به لجستیک یا منابع می‌باشد [2].

از جمله پژوهش های انجام شده در زمینه مدیریت ریسک در زنجیره تأمین می توان به مقالات یوو و همکاران، کارنیرو و همکاران، آزر و همکاران به شرح زیر اشاره کرد:

یوو¹ و همکارانش در سال 2009 از یک برنامه ریزی احتمالی چندهدفه دو مرحله ای برای مدیریت ریسک چند زنجیره عرضه جهانی محصولات شیمیایی تحت عدم قطعیت تقاضا و نرخ حمل و نقل پرداختند. و برای بهبود برنامه ریزی تصافی از یک چارچوب شبیه سازی استفاده کردند و موازنه هزینه و ریسک را بهینه کردند [6]. کارنیرو² و همکارانش در سال 2010 یک مدل احتمالی دو مرحله ای مبتنی بر سناریو برای مدیریت ریسک زنجیره عرضه نفت ارائه دادند. هدف آن‌ها حداکثر کردن سود سهامداران بود که طی چندین سناریو به سی و شش میلیون دلار رسید که نشان داد در نظر گرفتن عدم قطعیت یک گام اساسی در فرایندهای تصمیم گیری است [3]. آزر و همکاران در سال 2008 برنامه ریزی احتمالی چندهدفه تک دوره ای برای طراحی زنجیره ی تأمین شامل مراکز تولید و توزیع تحت شرایط عدم قطعیت توسعه دادند. آن‌ها تقاضا تأمین کنندگان و هزینه های پردازش محصول را به عنوان پارامترهای احتمال در نظر گرفتند [1].

یکی از سه جریان مهم و تأثیرگذار بر فرایند تصمیم گیری در زنجیره تأمین، در کنار جریان کالا و اطلاعات، جریان مالی است. این جریان اغلب از تخصیص اعتبار برای سرمایه گذاری ها و تأمین اقلام مورد نیاز در زنجیره آغاز شده و با حصول درآمد از مشتریان و بازگشت سرمایه پایان می یابد. نکته مهم و تأثیرگذار در این جریان، نوسانات اقتصادی و تأخر زمانی است. همزمان با این تأخیرات زمانی، تغییراتی در ارزش زمانی پول، ایجاد شده که به نوبه خود میتواند منجر به ایجاد تغییراتی در نتایج حاصل از فرایند تصمیم گیری شود. در نتیجه یکی از پارامترهای عدم قطعیت در طراحی زنجیره تأمین، نرخ ارز و ریسک مالی می باشد. به همین منظور و با توجه به در نظر گرفته نشدن ریسک مالی در یک مدل طراحی شبکه توزیع زنجیره تأمین، در این مقاله به توسعه مدل ریاضی ارائه شده توسط سلیم با لحاظ کردن پارامتر زمان و نرخ ارز و ریسک مالی می پردازیم.

2 - تعریف مدل مسئله بدون ریسک وزمان

ما ابتدا یک مدل قطعی طراحی زنجیره تأمین را توصیف میکنیم. تابع هدف این مسئله به کاهش هزینه های زنجیره تأمین می پردازد.

¹ You

² Carneiro

³ Azaron

متغیرهای تصمیم	پارامترهای مدل
X_{ik} میزان مواد ارسالی از کارخانه i ام به انبار k ام	I مجموعه کارخانه های بالقوه
X_i میزان تولید کارخانه i ام	K مجموعه انبارهای بالقوه
S_{kz} میزان عرضه از کارخانه k ام به مرکز توزیع Z	Z مجموعه مناطق توزیع کالا
Y_i برابر 1 اگر کارخانه i ام افزایش ظرفیت یابد و صفر در غیر این صورت	cb_i هزینه افزایش ظرفیت کارخانه i ام
wd_k برابر 1 اگر انبار k ام افزایش ظرفیت یابد و صفر در غیر این صورت	cb_k هزینه افزایش ظرفیت انبار k
	α_{ik} هزینه حمل و نقل کالا از کارخانه i ام به انبار k ام
	α_{kz} هزینه حمل و نقل کالا از انبار k ام به مراکز توزیع Z
	C_i هزینه تولید کارخانه i ام
	D_{iz} میزان تقاضای مرکز توزیع Z ام از کارخانه i ام
	cap_k ظرفیت انبار k ام

$$\text{Min } \sum_{i=1}^I Y_i \times cb_i + \sum_{k=1}^K wd_k \times cb_k + \sum_{i=1}^I C_i \times X_i + \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \alpha_{ik} \times X_{ik} + \sum_{k=1}^K \sum_{z=1}^Z S_{kz} \times \alpha_{kz} \quad (1.1)$$

رابطه (1.1)، تابع هدف مسئله معادل کمینه سازی کل هزینه های مربوط به افزایش ظرفیت کارخانه، افزایش ظرفیت انبار، هزینه تولید محصول، هزینه ارسال محصول از کارخانه به انبار، هزینه عرضه محصول از انبار به مراکز توزیع می باشد.

$$x_i = \sum_{k=1}^K x_{ik} \quad (1.2)$$

محدودیت (1.2) تضمین می کند که کل جریان ارسالی از کارخانه به انبارها، معادل ظرفیت انبارهاست.

$$x_i \geq \sum_{z=1}^Z D_{iz} \quad (1.3)$$

رابطه (1.3) تضمین می کند که جریان کالای تولیدی توسط کارخانه باید تقاضای مشتریان را تأمین کند.

$$\sum_{k=1}^K x_{ik} \leq Cap_k \quad (1.4)$$

رابطه (1.4) محدودیت ظرفیت انبار برای ارسال جریان کالا را نشان می دهد.

$$\sum_{i=1}^I x_{ik} \geq \sum_{z=1}^Z S_{kz} \quad (1.5)$$

رابطه (1.5) توازن بین عرضه و ارسال جریان مواد ارسالی به انبار را نشان می دهد.

3 - مسئله توسعه یافته

اکنون همزمان با اضافه کردن متغیر زمان به مدل فوق، از روش برنامه ریزی احتمالی دو مرحله ای برای مشارکت عدم قطعیت هزینه تولید و هزینه حمل و نقل که در این مسئله ناشی از پارامتر احتمالی نرخ ارز می باشد، استفاده می کنیم و سپس با کمی سازی ریسک مالی، مدل اصلاح

شده تحت شرایط ریسک ارائه می‌شود.

متغیرهای مدل توسعه یافته	پارامترهای مدل توسعه یافته	
X_{ikt} میزان مواد ارسالی از کارخانه i ام به انبار k ام	مجموعه کارخانه های بالقوه	I
X_{it} میزان تولید کارخانه i ام	مجموعه انبارهای بالقوه	K
S_{kzt} میزان عرضه از کارخانه k ام به مرکز توزیع Z ام	مجموعه مناطق توزیع کالا	Z
Y_{it} برابر 1 اگر ظرفیت کارخانه i ام در دوره t افزایش یابد و صفر در غیر اینصورت	هزینه افزایش ظرفیت کارخانه i ام در دوره t ام	cb_{it}
wd_{kt} برابر 1 اگر ظرفیت انبار k ام در دوره t افزایش یابد و صفر در غیر اینصورت	هزینه افزایش ظرفیت انبار k ام در دوره t ام	cb_{kt}
	هزینه حمل و نقل کالا از کارخانه i ام به انبار k ام در دوره t ام	α_{ikt}
	هزینه حمل و نقل کالا از انبار k ام به مراکز توزیع Z ام در دوره t ام	α_{kzt}
	هزینه تولید کارخانه i ام در دوره t ام	C_{it}
	میزان تقاضای مرکز توزیع Z ام از کارخانه i ام در دوره t ام	D_{izt}
	ظرفیت انبار k ام در دوره t ام	cap_{kt}
	نرخ ارز در دوره t ام طی سناریوی I ام	ER_{It}

مدل برنامه ریزی احتمالی بر این فرض استوار است که توزیع‌های احتمالی مربوط به پارامترهای احتمالی یا شناخته شده‌اند و یا می‌توانند تخمین زده شوند. هدف در این مدل‌ها پیدا کردن جواب‌هایی است که برای تمامی متغیرهای تصمیم امکان پذیر باشد و مقدار مورد انتظار متغیرهای تصمیم و متغیرهای احتمالی را مینیمم کند. در برنامه ریزی احتمالی دو مرحله ای، متغیرهای تصمیم مرحله اول بر این اساس است که داده‌ها باید در زمان تصمیم‌گیری موجود باشند و به مشاهدات آینده بستگی نداشته باشند. متغیرهای تصمیم مرحله دوم به شرایط توزیع پارامترهای احتمالی بستگی دارند. با توجه به ماهیت برنامه ریزی احتمالی دو مرحله ای، مرحله اول معمولاً شامل مجموع مقادیر مورد انتظار مرحله اول می‌باشد. [1].

فرض کنید که افزایش ظرفیت کارخانه و انبار، بعد از تشخیص پارامترهای احتمالی نرخ ارز وجود دارد و مدل برنامه ریزی دو مرحله بصورت زیر فرموله می‌شود:

$$\text{Min} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I y_{it} \times cb_{it} + \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K wd_{kt} \times cb_{kt} + \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \alpha_{ikt} \times x_{ikt} + \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K \sum_{z=1}^Z S_{kzt} \times \alpha_{kzt} + \quad (2.1)$$

$$E[G(y_t, wd_{kt}, ER_{It})]$$

بطوریکه $G(y_{it}, wd_{kt}, ER_{It})$ مقدار بهینه ی مسئله ی زیر می باشد:

$$\text{Min} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I C_{it} \times X_{it} \times ER_{It} \quad (2.2)$$

$$x_{it} = \sum_{k=1}^K x_{ikt} \quad (2.3)$$

$$\sum_{k=1}^K x_{ikt} = D_{it} \quad (2.4)$$

$$\sum_{k=1}^K x_{ikt} \leq Cap_{kt} \quad (2.5)$$

$$\sum_{i=1}^{IN} x_{ikt} \geq \sum_{z=1}^Z S_{kzt} \quad (2.6)$$

تعریف روابط (2.6) - (2.2) در مدل توسعه یافته، همانند مدل اولیه می باشد. در نظر بگیرید که مقدار بهینه ی $G(y_{it}, wd_{kt}, ER_{it})$ از مسئله مرحله دوم (2.6) - (2.2)، تابعی است از متغیرهای تصمیم گیری مرحله اول y_{it}, wd_{kt} که به مشخص شدن پارامترهای احتمالی نرخ ارزش بستگی دارد. در این مقاله پارامترهای احتمالی با استفاده از سناریو سازی تخمین زده میشود. سناریو، حالاتی هستند که در آینده احتمال رخداد آنها بیشتر است. در مسائل برنامه ریزی احتمالی، احتمال رخداد هر سناریو قابل اندازه گیری است.

4 - کمی سازی ریسک مالی

در این مدل ریسک مالی طراحی زنجیره با عدم قطعیت را احتمال عدم دسترسی به سطح هزینه معین تعریف میکنند. ریسک مالی همراه با بودجه معین δ در دوره t ، به صورت زیر تعریف می شود:

$$Risk = \sum_{l=1}^L p_{lt} \times u_{lt} \quad (3.2)$$

بطوریکه p_{lt} احتمال رخداد سناریوی l ام در دوره t باشد و u_{lt} یک متغیر دودویی است که برای هر سناریو به صورت زیر تعریف می شود.

$$u_{lt} = \begin{cases} 1 & \text{if } cost_{lt} > \delta_t \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3.2.1)$$

با فرض اینکه $cost_{lt}$ ، مجموع هزینه مرتبط با سناریوی l ام در دوره t می باشد.

5 - مدل نهایی توسعه یافته با لحاظ کردن ریسک مالی

V را به عنوان یک مقدار مثبت بسیار بزرگ در نظر بگیرید. مدل چندهدفه نهایی با لحاظ کردن ریسک بصورت زیر می باشد.

$$\text{Min} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I y_{it} \times cb_{it} + \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K wd_{kt} \times cb_{kt} + \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K \sum_{z=1}^Z S_{kzt} \times \alpha_{kzt} + \sum_{l=1}^L p_l (\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I C_{it} \times X_{it} \times ER_{it}) \quad (3.1)$$

رابطه (3.1)، تابع هدف اول مسئله است که مربوط به هزینه مورد انتظار یا مجموع هزینه مورد انتظار زنجیره می باشد.

$$\text{Min} \sum_{l=1}^L p_{lt} \times u_{lt} \quad (3.2)$$

رابطه (3.2)، تابع هدف دوم مسئله است که مربوط به ریسک مالی می باشد.

$$x_{it} = \sum_{k=1}^K x_{ikt} \quad (3.3)$$

$$\sum_{k=1}^K x_{ikt} = D_{it} \quad (3.4)$$

$$\sum_{k=1}^K x_{ikt} \leq Cap_{kt} \quad (3.5)$$

$$\sum_{i=1}^{IN} x_{ikt} \geq \sum_{z=1}^Z S_{kzt} \quad (3.6)$$

تعریف رابطه (3.6) - (3.3) همانند مدل اولیه است.

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I RM_{mine,it} \times \alpha_{mine,it} + \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \alpha_{ikt} \times x_{ikt} + \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K \sum_{z=1}^Z S_{kzt} \times \alpha_{kzt} + \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I C_{it} \times X_{it} \times ER_{it} - \delta_t \leq u_{lt} \times V \quad (3.7)$$

رابطه (3.7) نشان می‌دهد که در هر دوره اگر هزینه کل برای سناریوی L ام بیشتر از بودجه معین δ باشد، مقدار متغیر باینری مربوط به ریسک برابر 1 است که موجب افزایش ریسک مالی می‌شود.

6- مطالعه موردی

به منظور سنجش اعتبار مدل از یک مطالعه موردی در یک هلدینگ سنگ معدنی برای پنج دوره زمانی استفاده کردیم که دارای 3 کارخانه سنگ بری (2 کارخانه بالفعل و یک کارخانه سنگ بری بالقوه) است و 3 انبار (2 انبار بالفعل و یک انبار بالقوه) می‌باشد. برای حل مدل از روش روش میل به هدف¹ استفاده کردیم. ایده اصلی در این روش یافتن جواب‌هایی است که یک هدف از پیش تعیین شده را برآورده می‌سازند. اگر در فضای هدف، جوابی وجود نداشته باشد که نقطه هدف از پیش تعیین شده را برآورده سازد (در مسایل بهینه‌سازی چندهدفه این مساله به طور طبیعی برقرار است)، هدف یافتن جواب‌هایی است که کمترین میزان انحراف را از هدف مطلوب داشته باشند.

این روش شامل بیان مجموعه‌ای از اهداف طراحی می‌باشد که با مجموعه‌ای از اهداف مرتبط می‌باشند. فرموله‌سازی مساله طراح را قادر می‌سازد تا نسبتاً اهمیت اهداف طراحی اولیه را تشخیص دهد. اهمیت نسبی اهداف توسط بردار وزن کنترل می‌شود و به منظور بیان شکل استاندارد مدل پیشنهادی می‌توان از فرموله‌سازی زیر استفاده کرد. به منظور فرموله‌سازی مدل نیل به هدف از مقادیر g به عنوان توابع نسبی مرتبط با هدف، از b به عنوان مقدار بهینه هدف و از w به عنوان وزن توابع استفاده می‌کنیم [1].

$$\min w \quad (4.1)$$

$$\text{Min} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I y_{it} \times cb_{it} + \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K wd_{kt} \times cb_{kt} + \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K \sum_{z=1}^Z S_{kzt} \times \alpha_{kzt} + \sum_{i=1}^I p_1 (\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I C_{it} \times X_{it} \times ER_{it}) - g_1 \quad w \leq b_1 \quad (4.2)$$

$$\sum_{t=1}^T p_{lt} \times u_{lt} - g_2 \quad w \leq b_2 \quad (4.3)$$

$$x_{it} = \sum_{k=1}^K x_{ikt} \quad (4.4)$$

$$\sum_{k=1}^K x_{ikt} = D_{it} \quad (4.5)$$

$$\sum_{k=1}^K x_{ikt} \leq Cap_{kt} \quad (4.6)$$

$$\sum_{i=1}^{IN} x_{ikt} \geq \sum_{z=1}^Z S_{kzt} \quad (4.7)$$

¹ Goal attainment

هزینه های حمل و نقل و تقاضا در جدول 2-5 و 3-5 و 4-5 آمده است. پارامتر احتمالی نرخ ارز با استفاده از داده های تاریخی تحت سه سناریوی خوشبینانه، واقع بینانه، بدبینانه با احتمال رخداد 4، 25 و 35. تخمین زده شد که در جدول 1-5 آمده است. جوابهای پارتو ناشی از نتایج حل مدل برای پنج دوره زمانی با استفاده از طی هفت سناریو در جدول 4-5 آمده است:

جدول 1-5: جوابهای پارتو

G1	G2	δ	Risk	Mean
.9999	.0001	305404	0	385403.2
.99995	.00005	305404	0	385403.2
.9999	.0001	250401	5	345403
.99995	.00005	250401	5	345403
.6	.4	305404	4.8	345400
.1	.9	305404	4.8	345401

همانطور که در جدول 1-5 مشهود است، با افزایش وزن تابع هدف ریسک و کاهش میزان بودجه مورد انتظار، میزان ریسک مقادیر افزایش می یابد. همچنین ریسک با هزینه رابطه عکس دارد. با افزایش ریسک از میزان نسبتاً بالایی را به خود اختصاص داد 0 به 5، هزینه از 385403.2 میلیون تومان به 345403 رسیده است. از سوی دیگر مقادیر نسبتاً بالای ریسک، 5 و 4.8 ناشی از نوسان شدید نرخ ارز طی پنج سال اخیر می باشد که از میزان 993 تو مان به 3433 تومان رسیده است، می باشد.

7 - نتیجه گیری

با جهانی شدن بازارها به دلیل افزایش رقابت جهانی، تلاش برای کسب مزیت رقابتی و استفاده از تأمین کنندگان جهانی موجب پیچیدگی اطلاعاتی و فیزیکی در زنجیره تأمین شده است. این پیچیدگی ها سبب افزایش ریسک و عدم قطعیت در زنجیره می شود. از این رو در این مقاله توسعه ای مدل قطعی شبکه توزیع تک هدفه در یک زنجیره تأمین می باشد. بدین منظور، همزمان با وارد کردن متغیر زمان به مسئله، از برنامه ریزی احتمالی جهت مشارکت عدم قطعیت همراه با تقاضا، هزینه تولید و هزینه حمل و نقل استفاده می کنیم. سپس ریسک مالی را به صورت هدفی جداگانه به مدل اضافه می کنیم. علت به کارگیری رویکرد چندهدفه در این مقاله، مشکلات مدل های سنتی بوده که یک تابع بهینه سازی از نوع حداقل سازی هزینه در نظر می گرفتند و همه اهداف را به شکل هزینه بیان می نمودند تا قابل جمع کردن با سایر هزینه های موجود باشد. بنابراین در مدل مورد بررسی، تابع هدف ریسک به صورت هدفی مستقل از هزینه های زنجیره تأمین مطرح گردیده است و برای اولین بار، مدل احتمالی پویای چندهدفه تحت شرایط ریسک مالی ارائه شده است. به منظور واقعی تر نمودن مدل مسئله، پیشنهاد می گردد در تحقیقات آتی محدودیت هایی مانند ایجاد واحدهای حمل و نقل، بررسی تغییر قیمت فروش، سرمایه گذاری و . . . در مسئله گنجانده شود و همچنین می توان در تخمین پارامترهای ریسک، از روش شبیه سازی و شبکه عصبی استفاده کرد.

8- ضمیمه

سناریو	دوره زمانی
خوشبینانه	T=1
واقعی بینانه	
بدبینانه	
خوشبینانه	T=2
واقعی بینانه	
بدبینانه	
خوشبینانه	T=3
واقعی بینانه	
بدبینانه	
خوشبینانه	T=4
واقعی بینانه	
بدبینانه	
خوشبینانه	
واقعی بینانه	T=5
بدبینانه	

جدول 5-1: تخمین پارامتر احتمالی نرخ ارز

جدول 5-2: هزینه حمل و نقل هر تن سنگ از واحد سنگ بری به انبار (میلیون ریال)

انبار جنوب	انبار شمال	انبار مرکزی	
123	133	153	واحد 1
833	633	173	واحد 2
163	233	833	واحد 3

جدول 5-3: هزینه حمل و نقل از انبار به مراکز توزیع (میلیون ریال)

واحد 3	واحد 2	واحد 1	
333	173	113	انبار مرکزی
213	133	633	انبار شمال
133	213	153	انبار جنوب

جدول 5-4: میزان تقاضای نهایی

d5	d4	d3	d2	d1	کارخانه سنگ بری	تقاضا (متر مربع)
393,193	357,445	324,953	295,439	268,554	1	
216,393	231,953	188,741	176,394	164,854	2	
63,327	59,184	55,312	51,694	48,312	3	
754,133	694,776	643,212	593,347	543,916	جمع	
واحد سنگ بری 1						تقاضا (متر مربع)
5	4	3	2	1	دوره	
196,595	178,723	162,475	147,735	134,277	منطقه 1	.53
117,957	137,234	97,485	88,623	83,566	منطقه 2	.33
78,638	71,489	64,993	59,382	53,711	منطقه 3	.23
393,193	357,445	324,953	295,439	268,554		
واحد سنگ بری 2						تقاضا (متر مربع)
5	4	3	2	1	دوره	
138,345	133,977	94,371	88,197	82,427	منطقه 1	.53

64,827	63,586	56,622	52,918	49,456	منطقه 2	.33
43,218	43,391	37,748	35,279	32,971	منطقه 3	.23
216,393	231,953	188,741	176,394	164,854		
واحد سنگ بری 3						تقاضا (مترمربع)
31,664	29,592	27,656	25,847	24,156	منطقه 1	.53
18,998	17,755	16,594	15,538	14,494	منطقه 2	.33
12,665	11,837	11,362	13,339	9,662	منطقه 3	.23
63,327	59,184	55,312	51,694	48,312		

9- مراجع

1. Azaron A., Brown K., Tarim S., Modarres M. (۲۰۰۸) A multi-objective stochastic programming approach for supply chain design considering risk. International Journal of Production Economics ۱۱۶:۱۲۹-۱۳۸.
2. Brindley C. (۲۰۰۴) Supply chain risk Ashgate Publishing.
3. Carneiro M.C., Ribas G.P., Hamacher S. (۲۰۱۰) Risk management in the oil supply chain: a CVaR approach. Industrial & Engineering Chemistry Research ۴۹:۳۲۸۶-۳۲۹۴
4. Selim, H., & Ozkarahan, I. (۲۰۰۸). A supply chain distribution network design model: an interactive fuzzy goal programming-based solution approach. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, ۳۶(۳-۴), ۴۰۱-۴۱۸.
5. Tang C.S. (۲۰۰۶) Perspectives in supply chain risk management. International Journal of Production Economics ۱۰۳:۴۵۱-۴۸۸.
6. You F., Wassick J.M., Grossmann I.E. (۲۰۰۹) Risk management for a global supply chain planning under uncertainty: models and algorithms. AIChE Journal ۵۵:۹۳۱-۹۴۶.
7. طاهری، زهرا، اسدی، یاسمن و نخعی کمال آبادی، عیسی (1386)، مدیریت موجودی بر مبنای فروشنده در زنجیره تامین، نخستین کنفرانس بین المللی مدیریت زنجیره ی تامین و سیستم های اطلاعات