

## طراحی مدل ترکیبی منبع‌یابی در زنجیره تامین با بکارگیری فرایند تحلیل شبکه‌ای، ویکور و مدل چندهدفه در محیط فازی (مطالعه موردی: شرکت کابل البرز)

عادل آذر\*، مهدی عابدینی نایینی\*\*، امیر افسر\*\*\*، محمد ثابت مطلق\*\*\*\*

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۲۲

تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۲۳

### چکیده

ترکیب انتخاب تامین کننده و تخصیص سفارش، یک تصمیم فمهم در طراحی و عملیاتی کردن زنجیره تامین می‌باشد. شاخص‌های مختلفی در این تصمیم موثر اند و می‌تواند به صورت یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره گروهی که به معیارهای کمی و کیفی و شمار تامین کنندگان نیازمند است، تبیین گردد. به علاوه، در عمل تصمیم‌گیرندگان نمی‌توانند به راحتی با ارزشهای عددی و قطعی در مورد جایگزین‌ها قضاوت کنند و معمولاً با ارزیابی‌هایی غیرمطمئن و ناقصی مواجه می‌شوند.

بدین منظور، این مقاله یک مدل چند معیاره فازی برای ارزیابی و تخصیص سفارش به تامین کنندگان توسعه می‌دهد. ابتدا ارزیابی تامین کنندگان با در نظر گرفتن ۱۶ معیار و با استفاده از رویکرد ترکیبی تحلیل شبکه‌ای و ویکور در محیط فازی انجام می‌گیرد. سپس با استفاده از مدل ریاضی چندهدفه فازی تخصیص سفارش صورت می‌گیرد. در انتها مدل فازی به روش تیواری حل می‌شود. اثربخشی مدل و متد حل پیشنهادی در کسب جواب مناسب بوسیله یک مثال در مطالعه‌ای واقعی نشان داده می‌شود.

کلید واژه‌ها: زنجیره تامین، انتخاب تامین کننده، فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی، ویکور فازی، روش تیواری

---

\* استاد گروه مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

\*\* دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی گرایش (OR)، دانشگاه تهران، واحد پردیس فارابی (نویسنده مسئول)

Mahdi\_Abedini\_1365@yahoo.com

\*\*\* استادیار گروه مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

\*\*\*\* دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی گرایش تولید، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران

## مقدمه

یکی از مفاهیم مهم چند دهه اخیر، فلسفه مدیریت زنجیره تأمین است. مهم‌ترین علت توجه به این موضوع افزایش روزافزون رقابت‌پذیری و تلاش برای بقاء در سازمانهاست. این موضوع در دهه‌های اخیر سبب شده تا با مدیریت فرآیندهای تأمین، تولید، و توزیع بتواند به سوی هدف رقابتی سازمان گام بردارد. با توجه به اینکه در بیشتر صنایع هزینه مواد و اجزای تشکیل‌دهنده محصول، قسمت عمده‌ای از بهای تمام‌شده را دربردارد، در چنین شرایطی بخش خرید می‌تواند تاثیر مستقیمی روی کاهش هزینه‌ها، سودآوری و انعطاف‌پذیری داشته و نقشی اساسی در کارایی و اثربخشی سازمان ایفا کند (آواستی و همکاران، ۲۰۰۹).

اساساً دو نوع مسئله انتخاب تأمین‌کننده وجود دارد. اول حالتی است که یک تأمین‌کننده می‌تواند نیازهای خریدار را تأمین کند (منبع‌یابی منفرد)، درحالی‌که در نوع دوم یک تأمین‌کننده نمی‌تواند کلیه نیازهای تولیدکننده را تأمین نماید (منبع‌یابی چندگانه). در حالت اول تنها تأمین‌کننده ارزیابی و انتخاب و در حالت دوم میزان سفارش نیز مشخص می‌گردد (عابدینی و همکاران، ۱۳۹۱). منبع‌یابی مخصوصاً در حالت چندگانه دو مشخصه اساسی به همراه خود دارد: اولاً، نوعی از مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره و گروهی است که معیارهای آن با در تعامل با یکدیگر می‌باشند (چن و همکاران، ۲۰۰۶). ثانیاً این مسائل به علت در برداشتن قضاوت‌های شخصی و تغییرات مداوم همراه با ابهام<sup>۱</sup> و سربستگی<sup>۲</sup> است که محیط را را به صورت فازی تبیین می‌کند (چن و همکاران، ۱۹۹۲). بدین منظور در این پژوهش با هدف طراحی مدلی ترکیبی منبع‌یابی چندگانه از فرایند تحلیل شبکه ای فازی<sup>۳</sup> و ویکور فازی<sup>۴</sup> جهت ارزیابی تأمین‌کنندگان زنجیره تأمین و مدل چندهدفه فازی برای تخصیص سفارش استفاده شده و درصدد پاسخگویی به سؤالاتی از این قبیل هستیم: معیارهای انتخاب

---

1. Vague

2. Ambiguity

3. Fuzzy ANP

4. Fuzzy VIKOR

تامین‌کنندگان کدامند؟ چه متغیرها و محدودیت‌هایی مدل تخصیص سفارش را همراهی می‌کنند؟ مدل‌های چند هدفه فازی به چه روشی می‌تواند حل گردد؟

### پیشینه تحقیق

بررسی ادبیات مرتبط در این پژوهش در دو قسمت ادبیات مربوط به معیار و روش انتخاب و تخصیص سفارش نوشته شده است. از اولین تحقیقات در زمینه انتخاب تأمین‌کننده و معیارهای آن می‌توان به پژوهش دیکسون اشاره کرد. این مطالعه پایه عمده پژوهش‌های انجام شده در این زمینه است. وی دستکم ۲۳ معیار را با نمونه آماری ۲۷۳ نفره از مدیران و عوامل خرید آمریکا و کانادا مورد بررسی قرار داد (دیکسون، ۱۹۹۶). راثو و کسیر در زمینه انتخاب تأمین‌کننده، لیستی متشکل از ۶۰ عنوان را در ۶ گروه، سهولت در برقراری ارتباطات، معیارهای مالی و اقتصادی، قابلیت‌ها و ظرفیت‌ها، قابلیت اطمینان، ارتباط بین خریدار و تأمین‌کننده، و خدمات دسته بندی کرده (روملفانگر وهانسچچ، ۱۹۸۹). در یک مرور جامع در این زمینه وبر و همکاران، ۷۴ مقاله را از سال ۱۹۶۶ بررسی کردند که در بین همه معیارهای بکار رفته قیمت، تحویل به موقع، کیفیت، امکانات تولید، و موقعیت جغرافیایی در راس تمام معیارها قرار داشت (وبر، ۱۹۹۱). بر اساس ساختار مدل سلسله مراتبی، برای رتبه بندی تأمین‌کنندگان، ۳۹ معیار جزئی را براساس ۴ گروه معیار اصلی (هزینه، سود، فرصت و ریسک) و ۱۱ زیر معیار دسته بندی نموده است (لی و آمی، ۲۰۰۹).

در باب روش‌های انتخاب و تخصیص سفارش، تنوع بسیار است. دویکا کانن در پژوهشی به منبع یابی سبز در زنجیره تامین پرداخته اند. در این مدل که بر پایه تصمیم گیری چند معیاره بنا شده است، با تهیه مدلی چند هدفه در محیط فازی به تخصیص سفارش پرداخته اند (کانن و همکاران، ۲۰۱۵). مجید آزادی و همکاران برای ارزیابی و انتخاب ارزیابی کنندگان در زنجیره تامین تاب آور از یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها در محیط فازی بهره برده و در آن از مدل اندازه گیری راسل استفاده نموده اند (آزادی و همکاران، ۲۰۱۵). شمشادی و همکاران از

متد ویکور فازی و با بهره‌گیری از مکانیسمی براساس آنتروپی شانون برای ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان استفاده کردند (شمشادی و همکاران، ۲۰۱۱).

اسکات و همکاران و همچنین کارساک و دورسان ترکیبی از بسط عملکرد کیفی و تحلیل سلسله‌مراتبی را جهت تعیین امتیازات تأمین‌کنندگان استفاده نمودند و جهت تخصیص تقاضا تابع هدفی از امتیازات را با محدودیت‌های عرضه و تقاضا مبنا قرار دادند (اسکات و همکاران، ۲۰۱۵ و کارساک و دورسان، ۲۰۱۵). آذر و موسوی یک مدل یکپارچه سه مرحله‌ای با رویکرد استوار، برای تطابق با عدم قطعیت در زنجیره تأمین بکار گرفت. در مرحله پیش‌ارزیابی، حذف تأمین‌کنندگان تحلیل سلسله‌مراتبی فازی با ۱۳ معیار انجام گرفته و در انتها برای انتخاب تأمین‌کنندگان مدلی استوار و احتمالی دو مرحله‌ای عدد صحیح در چند دوره با چند محصول ایجاد می‌نمایند (آذر و موسوی، ۱۳۹۳). علیخانی نیز مدلی چند هدفه با استفاده از روش برنامه‌ریزی آرمانی فازی و برنامه‌ریزی ترجیحی فازی لگاریتمی را برای بهینه‌سازی رضایت بخش ارائه کرده‌اند (علیخانی و صادق عمل‌نیک، ۱۳۹۳). ممون و همکاران مدلی را برگرفته از تئوری احتمالات و تئوری خاکستری به منظور کاهش ریسک خرید جهت سفارش دهی استفاده کردند (ممون و همکاران، ۲۰۱۵). آواستی و کانن نیز از تلفیق تکنیک گروه اسمی و ویکور در حالت فازی برای انتخاب تأمین‌کننده استفاده نمودند (آواستی و کانن، ۲۰۱۶). همانطوری که مشخص است، پهنه روشهای بکار رفته در این زمینه وسیع است. در جدول ۱ به برخی از مطالعات مشابه با قسمتی از این پژوهش اشاره شده است.

جدول ۱- برخی از مطالعات مشابه با این پژوهش

منبع	فاز ارزیابی	تخصیص سفارش
آمید و همکاران ۲۰۱۱، کوکانگل و سوسوز ۲۰۰۹، کانن و همکاران ۲۰۱۳، رضایی و داوودی ۲۰۰۹، شاو و همکاران ۲۰۱۲	فرایند تحلیل سلسله مراتبی	مدلسازی چند هدفه خطی
لین ۲۰۰۹، رزمی و رفیعی ۲۰۰۹، دمیرتاس و یوستان ۲۰۰۸	فرایند تحلیل شبکه‌ای	مدلسازی چند هدفه خطی
جیو و لی ۲۰۱۴، صادقی مقدم و همکاران ۲۰۰۸	--	مدل تک هدفه عدد صحیح
درگی و همکاران ۲۰۱۴، رحیمی نژاد و همکاران ۲۰۱۵، تی بن و همکاران ۲۰۱۴، وینود و همکاران ۲۰۱۱	فرایند تحلیل شبکه‌ای	--
درگی و همکاران ۲۰۱۴، مقدم ۲۰۱۵، نظری ۲۰۱۳	--	مدلسازی چند هدفه عدد صحیح

### متدولوژی تحقیق

چارچوب بکار رفته در این پژوهش روشی ترکیبی مبتنی بر روشهای چند معیاره در محیط فازی است. ابتدا بر اساس نظرات کارشناسان و ادبیات تحقیق، معیارهای انتخاب تامین کننده مناسب با سازمان مورد نظر تعیین می شوند. پس از فیلتر کردن معیارها، وزن میان معیارها با در نظر گرفتن ارتباطهای داخلی با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای فازی تعیین می گردد. سپس با توجه به وزن معیارهای بدست آمده، با استفاده از روش ویکور فازی، تامین کنندگان رتبه بندی می گردد. سپس با توجه به نمرات تامین کنندگان و مدل مربوط به هزینه‌های خرید تخصیص حجم خرید صورت می گیرد. در شکل ۱ چارچوب استفاده شده در این پژوهش را مشاهده می نمایید. در ادامه گامهای اصلی مدل تحقیق به صورت کامل تشریح می گردد.

### تعیین معیار

گام اصلی در فرآیند ارزیابی تأمین کنندگان، انتخاب معیار مناسب است. به طوری که اتخاذ تصمیمی عینی و غیر متعصبانه را ممکن سازد.

### تعیین درجه اهمیت معیارهای موثر

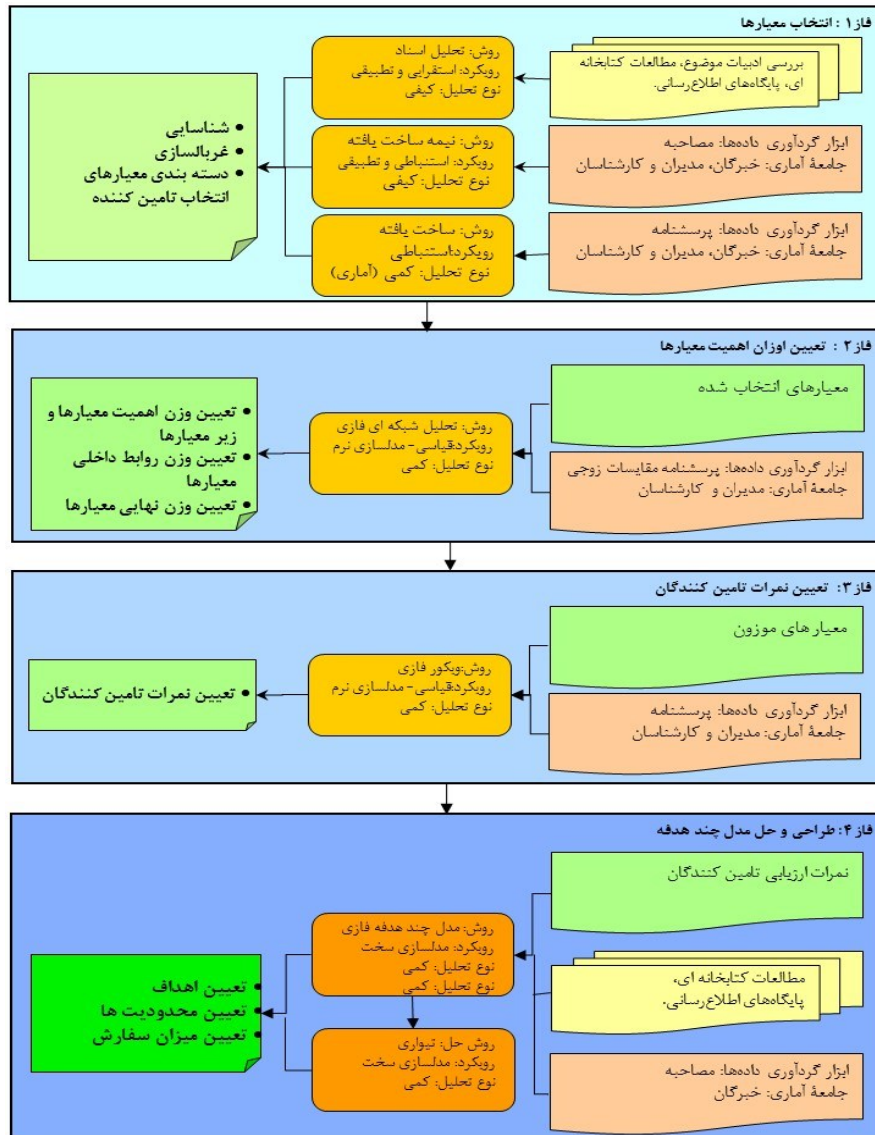
براساس متدولوژی مفروض، روش تحلیل شبکه ای فازی برای بدست آوردن اهمیت معیارهای انتخاب تأمین کننده استفاده می شود. این روش می تواند به آسانی روابط درونی موجود میان فعالیت های اساسی را تطبیق دهد (عابدینی و همکاران، ۱۳۹۱). در این رویکرد، ماتریس های مقایسات زوجی میان ویژگی های گوناگون هر سطح با کمک مقیاس ۱-۹ اعداد فازی مثلثی برای بیان درجه اهمیت (جدول ۲) شکل گرفته اند (بوژان و همکار، ۲۰۰۸).

### تعیین معیار

گام اصلی در فرآیند ارزیابی تأمین کنندگان، انتخاب معیار مناسب است. به طوری که اتخاذ تصمیمی عینی و غیر متعصبانه را ممکن سازد.

### تعیین درجه اهمیت معیارهای موثر

براساس متدولوژی مفروض، روش تحلیل شبکه ای فازی برای بدست آوردن اهمیت معیارهای انتخاب تأمین کننده استفاده می شود. این روش می تواند به آسانی روابط درونی موجود میان فعالیت های اساسی را تطبیق دهد (عابدینی و همکاران، ۱۳۹۱). در این رویکرد، ماتریس های مقایسات زوجی میان ویژگی های گوناگون هر سطح با کمک مقیاس ۱-۹ اعداد فازی مثلثی برای بیان درجه اهمیت (جدول ۲) شکل گرفته اند (بوژان و همکار، ۲۰۰۸).



شکل ۱ - چارچوب تحقیق

به منظور به دست آوردن ترجیحات تصمیم گیرنده، ماتریس‌های مقایسه زوجی به وسیله اعداد فازی  $(l, m, u)$  ساخته می‌شود که عنصر  $a_{mn}$  نشان دهنده مقایسه مولفه  $m$  (عنصر سطر) با مولفه  $n$  (عنصر ستون) می‌باشد (رحیمی نژاد و چگینی، ۲۰۱۵).

جدول ۲- مقیاس‌های زبانی برای بیان درجه اهمیت

مقیاس فازی	تعاریف	اعداد فازی
(۱و۱)	اهمیت یکسان	$\bar{1}$
(۱و۳و۵)	نسبتاً مهم‌تر	$\bar{3}$
(۳و۵و۷)	اهمیت زیاد	$\bar{5}$
(۵و۷و۹)	اهمیت بسیار زیاد	$\bar{7}$
(۷و۹و۹)	کاملاً مهم‌تر	$\bar{9}$
(x-1, x, x+1)	$\bar{2}, \bar{4}, \bar{6}, \bar{8}$	ارزش بینابین
$(\frac{1}{x+1}, \frac{1}{x}, \frac{1}{x-1})$	$1/\bar{x}$	معکوس اعداد مثلثی

چندین روش برای تخمین اولویت‌های فازی  $\tilde{W}_i$  که  $\tilde{W}_i = (w_i^l, w_i^m, w_i^u)$  و  $i = 1, 2, \dots, n$  است و از ماتریس قضاوت  $\tilde{A}$  که تخمین نرخ‌های فازی  $a_{ij}$  می‌باشد بدست می‌آید وجود دارد. یکی از این روش‌ها، روش لگاریتم حداقل مربعات ۱ می‌باشد. مدل هدف ما تنها برای اهمیت روابط هر معیار و اولویت‌های روابط درونی هر معیار این روش را مورد استفاده قرار می‌دهد، بنابراین سوپرماتریس مورد نظر به صورت رابطه ۱ شکل می‌گیرد که در آن  $W_{21}$  وزن بدست آمده از اهمیت معیارها و  $W_{22}$  وزن ناشی از ارتباطات درونی است.

$$W = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ W_{21} & W_{22} \end{pmatrix} \quad \text{رابطه ۱}$$

روش لگاریتمی حداقل مربعات برای محاسبه اوزان فازی مثلثی می‌تواند به صورت رابطه ۲ و ۳ تعریف شود (چن و هوانگ، ۲۰۰۹):

$$\tilde{W}_k = (W_k^l, W_k^m, W_k^u), \quad k = 1, 2, 3, \dots, n \quad \text{رابطه ۲}$$

$$W_k^s = \frac{(\prod_{j=1}^n a_{kj}^s)^{1/n}}{\sum_{j=1}^n (\prod_{j=1}^n a_{ij}^s)^{1/n}}, \quad s \in \{l, m, u\} \quad \text{رابطه ۳}$$



### تعیین امتیازات نسبی تأمین کنندگان

برای تعیین امتیازات تأمین کنندگان روش ویکور در حالت فازی استفاده می‌شود. در واقع اساس روش ویکور بر تعریف فاصله‌ها از جواب‌های ایده آل مثبت و منفی است (نظری شیرکوهی و همکاران ۲۰۱۳). چن و وانگ متدولوژی زیر را برای روش ویکور با داده‌های فازی ارائه دادند چن و وانگ، (۲۰۰۹):

گام اول: گام اول با تشکیل آلترناتیو موجه، تعیین معیارهای ارزیابی، تشکیل گروهی از تصمیم گیرندگان شروع می‌شود.

گام دوم: تعریف متغیرهای زبانی و تطبیق آنها با اعداد فازی مثلثی می‌باشد. نمونه‌ای از اعداد فازی را می‌توانید در جدول ۳ مشاهده کنید (چو و چانگ، ۲۰۰۸).

جدول ۳- واژه‌های کلامی برای رتبه بندی فازی

واژگان کلامی	اعداد فازی
خیلی خیلی بد	(۰و۱)
خیلی بد	(۰و۳)
بد	(۱و۳و۵)
متوسط	(۳و۵و۷)
خوب	(۵و۷و۹)
خیلی خوب	(۷و۹و۱۰)
خیلی خیلی خوب	(۹و۱۰و۱۰)

گام سوم: جمع ترجیحات تصمیم گیرندگان و نظرات آنها که برای رتبه بندی هر آلترناتیو با توجه به معیار [می‌تواند به صورت رابطه ۴ محاسبه شود:

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{n} \left[ \sum_{e=1}^n \tilde{x}_{ij}^e \right], \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \text{رابطه ۴}$$

گام چهارم: محاسبه میانگین وزن داده شده و ساخت ماتریس تصمیم فازی براساس روابط ۵ و ۶ (نرمالیز شده):

$$\tilde{W} = [\tilde{W}_1 \quad \tilde{W}_2 \quad \dots \quad \tilde{W}_k], \quad j = 1, 2, \dots, k \quad \text{رابطه ۵}$$

$$D_{i \times j} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_k \\ A_1 & \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1k} \\ A_2 & \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mk} \end{matrix} \quad \text{رابطه ۶}$$

که در اینجا  $X_{ij}$  رتبه آلترناتیو  $A_i$  با در نظر گرفتن معیار  $C_j$  است و  $W_j$  اهمیت وزن معیار  $C_j$  می باشد که از متد تحلیل شبکه ای فازی بدست آمده است.

گام پنجم: تعیین بهترین و بدترین ارزش فازی براساس روابط ۷:

$$\tilde{f}_j^* = \max_i \tilde{x}_{ij}, \quad \tilde{f}_j^- = \min_i \tilde{x}_{ij} \quad \text{رابطه ۷}$$

گام ششم: محاسبه ارزشهای  $\tilde{R}_i$  و  $\tilde{S}_i$  با روابط ۸ و ۹:

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^k \frac{\tilde{W}_j(\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij})}{(\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-)} \quad \text{رابطه ۸} \quad \tilde{R}_i = \max_j \left[ \frac{\tilde{W}_j(\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij})}{(\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-)} \right] \quad \text{رابطه ۹}$$

$\tilde{R}_i$  و  $\tilde{S}_i$  به ترتیب معیار مطلوبیت گروهی حداکثر از اکثریت و معیار تاسف فردی حداقل (عدم مطلوبیت) را نشان می دهند. هر چقدر  $\tilde{R}_i$  و  $\tilde{S}_i$  که عدد فازی مثلثی هستند، کوچکتر باشند، در حالت بهتری می باشد (شمشادی و همکاران، ۲۰۱۱).

گام هفتم: محاسبه ارزش  $\tilde{Q}_i$  (تابع مزیت) بوسیله  $\tilde{S}^*$ ;  $\tilde{S}^-$ ;  $\tilde{R}^*$ ;  $\tilde{R}^-$

$$\tilde{S}^- = \max_i \tilde{S}_i, \tilde{S}^* = \min_i \tilde{S}_i, \tilde{R}^- = \max_i \tilde{R}_i, \tilde{R}^* = \min_i \tilde{R}_i \quad \text{رابطه ۱۰}$$

$$\tilde{Q}_i = \vartheta \frac{(\tilde{S}_i - \tilde{S}^*)}{(\tilde{S}^- - \tilde{S}^*)} + (1 - \vartheta) \frac{(\tilde{R}_i - \tilde{R}^*)}{(\tilde{R}^- - \tilde{R}^*)} \quad \text{رابطه ۱۱}$$

پارامتر  $\vartheta$  در اینجا به معنی وزن استراتژی اتخاذ شده است که بوسیله میزان توافق گروه تصمیم گیرنده تعیین می گردد.

## تعیین مقدار سفارش از هر یک از تامین کنندگان

### ساخت مدل چند هدفه فازی

پس از رتبه‌بندی تامین کنندگان با استفاده از معیارهای ذهنی، با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند هدفه فازی، مقدار سفارش از هر یک از تامین کنندگان محاسبه می‌گردد.

### مفروضات

مدل منبع یابی چندگانه در زنجیره تامین است. ماهیت تقاضا قطعی است و کمبود مجاز نمی‌باشد. سفارش‌های مواد از تامین کننده در آغاز دوره و به طور یکجا وارد می‌شود. قیمت خرید مواد در هر دوره متغیر است.

### شاخص‌ها

i: نشان دهنده k نوع مواد اولیه مصرفی

j: نشان دهنده n تامین کننده

t: نشان دهنده m دوره سفارش

Z: نوع بارکش مورد استفاده در حمل مواد را نشان می‌دهد.

### متغیرهای تصمیم

$X_{ijt}$ : میزان ماده مصرفی نوع i که از تامین کننده j در دوره t سفارش داده شده است.

$L_{ijt}$ : میزان مواد اضافی از تامین کننده j که از دوره t باقیمانده است.

$Y_{jt}$ : متغیر صفر و یک به منظور انتخاب یا عدم انتخاب تامین کننده j در دوره t.

$N_{zjt}$ : تعداد حمل بار از تامین کننده j در دوره t با بارکش نوع Z. متغیر پیش رو از نوع

عدد صحیح است.

### پارامترها

$\tilde{w}_j$ : وزن فازی مربوط به اهمیت تامین کننده

Aj: هزینه سفارش‌دهی تجمیعی برای تامین کننده j

$\tilde{P}_{ijt}$ : قیمت فازی ماده مصرفی نوع  $i$  که از تامین کننده  $j$  در دوره  $t$  خریداری شده. در این

صورت قیمت دوره‌های بعد این گونه است:  $\tilde{P}_{ijt+1} = \lambda \tilde{P}_{ijt}$

$\lambda$ : میانگین نرخ تورم ماهانه.

$Fz_j$ : هزینه حمل از تامین کننده  $j$  که با بارکش نوع  $Z$  حمل می‌گردد.

$C_{jt}$ : مجموعه ظرفیت تخصیصی از جانب هر تامین کننده در هر دوره.

$r$ : بیانگر نرخ هزینه نگهداری است که برپایه درصدی از ارزش قیمتی مواد است که به

صورت سالانه می‌باشد.

$D_{it}$ : تقاضای هر نوع ماده در هر دوره از جانب شرکت خریدار.

$B$ : حداقل میزانی است که به یک عرضه کننده سفارش داده می‌شود.

$M_t$ : حداکثر ظرفیت انبار در هر دوره.

توابع هدف

تابع مطلوبیت: تابع مطلوبیت اول نمایانگر میزان سفارش براساس اوزان تأمین کنندگانی است

که با بررسی شایستگی هر تأمین کننده به روش ویکور فازی بدست آمده است. این تابع به

صورت فازی است و مجهولات آن متغیر میزان خرید می‌باشند.

$$Max(TVP) = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m \tilde{w}_j X_{ijt} \quad \text{رابطه ۱۲}$$

تابع هزینه: این تابع که به تابع هزینه‌های خرید معروف است از نوع کمینه سازی و شامل چهار

هزینه سفارش دهی، هزینه خرید سالانه (این هزینه فازی است)، هزینه حمل و نقل و هزینه

نگهداری می‌باشد.

$$\begin{aligned} \text{Min TPC} = & \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m A_j Y_{jt} + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m \tilde{P}_{ijt} X_{ijt} \\ & + \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m \sum_{z=1}^p F_{zj} N_{zjt} \\ & + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m r [\tilde{P}_{ijt} X_{ijt} + \tilde{P}_{ijt-1} L_{ijt-1}] \end{aligned}$$

رابطه ۱۳

## محدودیت‌ها

تقاضا (توازن موجودی): از فرضیات این مسئله تقاضا متغیر در هر دوره می‌باشد.

$$\sum_{j=1}^n X_{ijt} + L_{ijt-1} - L_{ijt} = D_{it} \quad \text{for all } i \text{ and } t \quad \text{رابطه ۱۴}$$

ظرفیت: در واقع، ظرفیت هر دوره است که عرضه کننده به خریدار تخصیص می‌دهد از این رو در رابطه ۱۵ داریم:

$$\sum_{i=1}^k X_{ijt} \leq C_{jt} Y_{jt} \quad \text{for all } j \text{ and } t \quad \text{رابطه ۱۵}$$

حداقل سفارش تخصیصی به تأمین کننده: با توجه به مقرون به صرفه نبودن، چنانچه مدل مقداری کمتر از  $B$  به یک عرضه اختصاص دهد، نباید از آن عرضه کننده چیزی خریداری شود (عابدینی و همکاران، ۱۳۹۱)، بنابراین محدودیتی غیر خطی براساس رابطه ۱۶ داریم:

$$(\sum_{i=1}^k X_{ijt} - B) Y_{jt} + (B - \sum_{i=1}^k X_{ijt})(1 - Y_{jt}) \geq 0 \quad \text{for all } j \text{ and } t \quad \text{رابطه ۱۶}$$

ظرفیت انبار: انبار مواد شرکت خریدار معمولاً برای مواد مختلف ظرفیت‌های مختلف دارد که باید در مدل لحاظ گردد.

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n X_{ijt} + L_{ijt-1} \leq M_t \quad \text{for all } t \quad \text{رابطه ۱۷}$$

حمل و نقل: این محدودیت بیانگر عدم وجود مواد حمل نشده از تامین کنندگان مختلف است که به صورت رابطه ۱۸ قابل تعریف است. در آخر لازم به توضیح است کلیه متغیرها غیر منفی می‌باشد.

$$\sum_{i=1}^k X_{ijt} - \sum_{z=1}^p C_z N_{jtz} \leq 0 \quad \text{for all } j \text{ and } t \quad \text{رابطه ۱۸}$$

### حل مدل به روش برنامه‌ریزی فازی تیواری

مدل ارائه شده در بالا یک مدل چند هدفه فازی بوده و یکی از سخت‌ترین مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی برای حل می‌باشد. در این روش ترکیبی برای ساده‌سازی حل، ابتدا مدل برای حل آماده‌سازی می‌شود. از آنجا که ضرایب  $X_i$  در توابع هدف فازی می‌باشند، می‌توان این متغیرها را به صورت برش  $1\alpha$  نوشت. رابطه ۱۹ به صورت نمونه، نحوه استفاده از برش  $\alpha$  را برای اوزان فازی مثلثی و تبدیل آنها به اعداد فاصله‌ای را نشان می‌دهد (روملفانگر وهانسچچ، ۱۹۸۹).

$$\begin{aligned} & \text{if } \tilde{w}_i = (a_1, a_2, a_3) \\ & \text{then } \tilde{w}_i = [\tilde{w}_\alpha^-, \tilde{w}_\alpha^+] = [a_1 + \alpha(a_2 - a_1), a_3 - \alpha(a_3 - a_2)] \end{aligned} \quad \text{رابطه ۱۹}$$

با توجه به برش آلفا، قسمت توابع هدف مدل بازنویسی شده به صورت رابطه ۲۰ حاصل می‌گردد.

$$\text{Max } TVP_1^\alpha = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m [\tilde{w}_\alpha^-, \tilde{w}_\alpha^+] X_{ijt}$$

۱. آلفا یا ضریب ابهام بین صفر و یک می‌باشد. هر چه از صفر به سمت یک پیش رویم ابهام کمتر می‌شود و در نتیجه دامنه اعداد فاصله‌ای نیز کمتر می‌شود.

$$\begin{aligned} \text{Min TPC}_2^{\alpha\alpha} = & \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m A_j Y_{jt} + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m [\tilde{P}_{\alpha}^{-}, P_{\alpha}^{+}] X_{ijt} \\ & + \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m \sum_{z=1}^3 F_{zj} N_{zjt} \\ & + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m r [ [\tilde{P}_{\alpha}^{-}, P_{\alpha}^{+}]_{ijt} X_{ijt} \\ & + [\tilde{P}_{\alpha}^{-}, P_{\alpha}^{+}]_{ijt-1} L_{ijt-1} ] \end{aligned}$$

رابطه ۲۰

در رابطه بالا با انجام برش  $\alpha$  مساله حالت فاصله ای گرفته و می توان با فرض مقادیر مختلف برای  $\alpha$  مساله را ساده تر کرد. همچنین برای ساده تر شدن مدل می توان حالت های کوهن- تاکر در مورد مسائل غیر خطی را در نظر گرفت (چن و همکاران ۲۰۰۵). با فرض این حالت ها مدل نوشته شده در رابطه ۲۱ به دو مدل افراض می شود:

۱- مدل نامطلوب: مدلی با فرض حد پایین برای اوزان تامین کننده و حد بالای قیمت محصول، حد پایین جواب را نتیجه می دهد.

۲- مدل مطلوب: مدلی با فرض حد بالا برای اوزان تامین کننده و حد پایین برای قیمت محصول، حد بالای جواب را ارائه می دهد. برای نمونه در رابطه ۲۱ مدل مطلوب بدون محدودیت ها ارائه شده است.

$$\text{Max TVP}_1^{\alpha} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m [\tilde{w}_{\alpha}^{+}] X_{ijt}$$

$$\begin{aligned} \text{Min TPC}_2^{\alpha\alpha} = & \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m A_j Y_{jt} + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m [\tilde{P}_{\alpha}^-] X_{ijt} \\ & + \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m \sum_{z=1}^3 F_{zj} N_{zjt} \\ & + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m r [ [\tilde{P}_{\alpha}^-]_{ijt} X_{ijt} + [\tilde{P}_{\alpha}^-]_{ijt-1} L_{ijt-1} ] \end{aligned}$$

رابطه ۲۱

پس از آماده سازی مدل، برای حل دو مدل بالا (مطلوب و نامطلوب) به روش برنامه‌ریزی فازی تیواری، یک بار تابع هدف اول (مطلوبیت خرید) به تنهایی و بدون در نظر گرفتن تابع هدف دوم (هزینه خرید) حداکثر گردد و مقدار متغیر تصمیم بهینه در تابع هدف دوم قرار گیرد تا مقدار آن معلوم گردد. بار دیگر باید تابع هدف دوم بدون در نظر گرفتن تابع هدف اول حداقل گردد و مقدار متغیر تصمیم بهینه در تابع هدف اول قرار گیرد تا مقدار آن مشخص شود. این کار را برای دو مدل انجام و بدین ترتیب جدول بهره‌وری مسئله به شکل جدول ۴ حاصل می‌شود:

جدول ۴ - جداول بهره‌وری

	تابع هدف اول	تابع هدف دوم
جدول مدل اول	$TVP^* \rightarrow X^1$	$X^1 \rightarrow TCP$
	$X^2 \rightarrow TVP$	$TCP^* \rightarrow X^2$
جدول مدل دوم	$TVP^* \rightarrow X^1$	$X^1 \rightarrow TCP$
	$X^2 \rightarrow TVP$	$TCP^* \rightarrow X^2$

پس از آن با توجه به مقدار بیشینه و کمینه هر مدل در جدول بهره‌وری هر تابع هدف را به صورت رابطه ۲۲ برای تابع بیشینه و رابطه ۲۳ برای تابع کمینه، به محدودیت تبدیل کرده و در مدل جدید وارد می‌کنیم. در رابطه ۲۲ (۲۳)،  $\beta_1$  ( $\beta_2$ ) درصدی است که تابع هدف ماکزیمم (مینیمم) به مقدار بهینه خود نزدیک شده است (متغیرهای تصمیم جدید در مدل).  $ZI$



توابع هدف و  $li$  و  $ui$  مقادیر کمینه و بیشینه بدست آمده از جدول بهره‌وری فوق می‌باشد (این کار را برای دو مدل نامطلوب و مطلوب انجام داده).

$$z_i \geq l_i + \beta_1(u_i - l_i) \quad \text{رابطه ۲۲}$$

$$z_i \leq u_i - \beta_2(u_i - l_i) \quad \text{رابطه ۲۳}$$

مدل نهایی که در رابطه‌های ۲۱ آورده شده مدل مساعد با حد بالای مقادیرها است که بازنویسی آن با لحاظ روابط ۲۲ و ۲۳ به صورت رابطه ۲۴ می‌باشد که مقادیرهای حاصله از آن حد بالای جوابها را نشان می‌دهد (این محاسبات را برای مدل نامساعد نیز انجام داده و حد پایین جوابها بدست می‌آید) (تیواری، ۱۹۹۶):

$$\mathbf{Max} : L = V_1 \cdot \beta_1 + V_2 \cdot \beta_2$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m [\tilde{w}_{\alpha}^+] X_{ijt} \geq l_i + \beta_1(u_i - l_i)$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m A_j Y_{jt} + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m [\tilde{p}_{\alpha}^-] X_{ijt} + \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m \sum_{z=1}^3 F_{zj} N_{zjt}$$

$$+ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m r [ [\tilde{p}_{\alpha}^-]_{ijt} X_{ijt} + [\tilde{p}_{\alpha}^-]_{ijt-1} L_{ijt-1} ]$$

$$\geq u_i - \beta_2(u_i - l_i)$$

And other constraints

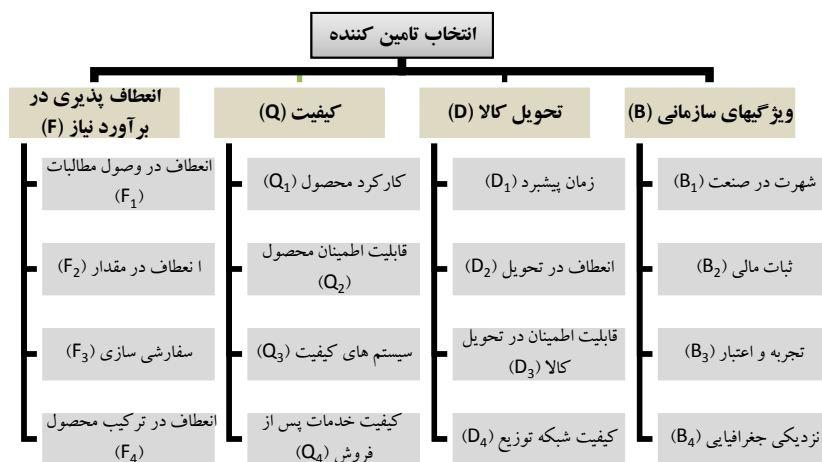
رابطه ۲۴

### مطالعه موردی

شرکت کابل البرز یکی از بزرگترین تولیدکنندگان صنعت کابل در ایران به دنبال آن است که از طریق تبدیل شدن به یک شرکت تولیدی قوی، در بازارهای جهانی به رقابت با دیگر شرکتها بپردازد. با توجه به ماهیت تولیدی صنایع کابل سازی و ارتباط آن با شرکت‌های مختلف اغلب این شرکت مواد مورد نیاز خود را از تأمین کنندگان گوناگون تهیه می‌کنند. یکی از مهمترین مواد اولیه‌ای که شرکت کابل البرز استفاده می‌کند، انواع خاصی از گرانول پی وی سی می‌باشد.

بدین منظور این پژوهش با تکیه بر مدلی ترکیبی برای شناسایی و رتبه‌بندی ۶ تأمین‌کننده ۱ گرانول پی وی سی اصلی مورد نظر این شرکت انجام گرفته است.

در فاز اول، با توجه به ادبیات موجود در حوزه معیارهای ارزیابی و انتخاب و نظرخواهی از خبرگان از طریق مصاحبه باز با یک گروه سه نفره متشکل از مدیرعامل، مدیر تدارکات، و مدیر فنی شرکت که براساس نمونه‌گیری هدفمند به روش گلوله برفی انتخاب شدند، معیارها شناسایی شد. با توجه به مجموعه وسیعی از شاخص‌های انتخاب شده، در بخش دوم از این مرحله پرسشنامه‌ای نیمه باز تهیه و غربال‌سازی نهایی توسط ۸ نفر از کارشناسان و مسئولین مرتبط انجام شد. ۲۰ معیار از مهمترین شاخص‌ها استخراج و با توجه به نظر خبرگان و اساتید مربوطه و بهره‌گیری از دسته‌بندی مطالعات موجود اختصاصاً مطالعه لی و آمی [۲۴]، در پنج گروه تقسیم‌بندی شدند. بدین صورت ۱۶ معیار در ۴ دسته معیار کلی (شکل ۲) برای سنجش تابع مطلوبیت خرید، ابتدا وارد مدل می‌شوند و ۴ معیار باقیمانده که قالبی هزینه‌ای دارند به صورت تابع خرید و در مدل چند هدفه وارد می‌گردند.



شکل ۲ - سلسله مراتب معیارهای انتخابی

۱. با توجه به تعهد نویسنده در رعایت حقوق تأمین‌کنندگان و امانت‌داری در استفاده از اطلاعات، اسامی تأمین‌کنندگان به صورت حروف انگلیسی Ai نامگذاری شده‌اند.

به منظور سنجش وزن معیارها، از تصمیم‌گیران خواسته شد در دو پرسشنامه به شکل مقایسه زوجی (پرسشنامه سنجش اهمیت معیارها بدون رابطه و پرسشنامه سنجش روابط داخلی)، نظرات خود را نشان دهند. بعد از فازی سازی نظرات، اهمیت معیارها در قالب وزن‌هایی استخراج که به دلیل محدودیت تعداد صفحات، تنها نتیجه ارزیابی تصمیم‌گیران از معیارها که بوسیله تحلیل شبکه‌ای فازی بدست آمده در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵- اوزان فازی معیارها

Criteria	sub.c	Low	med	High	criteria	sub.c	Low	med	high
Q	Q <sub>1</sub>	۰/۱۸۹۶	۰/۴۶۳۶	۱	F	F <sub>1</sub>	۰/۰۴۴۵	۰/۲۳۰۸	۰/۷۵۰۶
	Q <sub>2</sub>	۰/۱۱۹۷	۰/۳۹۰۷	۰/۹۳۹۷		F <sub>2</sub>	۰/۰۱۱۷	۰/۱۶۱۳	۰/۶۵۱۴
	Q <sub>3</sub>	۰/۰۳۸۸	۰/۱۸۰۲	۰/۵۵۲۸		F <sub>3</sub>	۰	۰/۱۴۷۰	۰/۶۲۵۶
	Q <sub>4</sub>	۰/۰۱۳۶	۰/۱۱۹۶	۰/۴۴۰۹		F <sub>4</sub>	۰/۰۰۱۸	۰/۱۳۹۷	۰/۵۷۴۱
D	D <sub>1</sub>	۰/۱۴۶۷	۰/۴۲۹۴	۰/۹۹۰۳	B	B <sub>1</sub>	۰/۰۷۴۷	۰/۱۸۲۲	۰/۴۶۴۵
	D <sub>2</sub>	۰/۰۶۰۸	۰/۲۵۴۴	۰/۷۳۷۱		B <sub>2</sub>	۰/۰۶۶۰	۰/۱۶۸۷	۰/۴۴۵۳
	D <sub>3</sub>	۰/۰۳۶۱	۰/۱۸۳۵	۰/۵۷۴۲		B <sub>3</sub>	۰/۰۶۵۳	۰/۱۶۳۳	۰/۴۴۴۰
	D <sub>4</sub>	۰/۰۶۱۲	۰/۲۸۶۵	۰/۸۲۵۸		B <sub>4</sub>	۰/۰۶۹۵	۰/۱۷۷۶	۰/۴۶۴۵

با استخراج وزن معیارها جهت ارزیابی تامین کنندگان ماتریس تصمیم‌گیری تشکیل و وزن‌دهی با روش ویکور فازی انجام می‌گردد. جدول ۶ ارزشهای بدست آمده از روش ویکور را نشان می‌دهد که مقدار ۷ در این محاسبات ۰/۵ در نظر گرفته شده است. همانطوری که می‌دانید ارزش پایین‌تر Q رتبه بالاتر دارد، پس اوزان نهایی را به صورت بیشینه سازی وارد مرحله بعد مدل‌سازی می‌کنیم.

جدول ۶ - مقادیر مربوط به  $S_i$  و  $R_i$  و  $Q_i$  و اوزان نهایی

$S_i$	Low	Med	High	$R_i$	Low	Med	High
$S_1$	-۰/۲۱۹	۱/۱۶۷	۲۷/۵۳۱	$R_1$	۰/۰۲۳	۰/۲۴۸	۸/۷۴۲
$S_2$	-۰/۲۲	۱/۰۶۱	۲۴/۶۰۹	$R_2$	۰/۰۰۶	۰/۳۵۶	۸/۸۴۸
$S_3$	-۰/۲۰۸	۱/۳۶۵	۲۵/۷۲۹	$R_3$	۰	۰/۲۷۱۱	۷/۵۹۵۴
$S_4$	-۰/۱۰۱	۱/۹۵۵	۴۸/۸۹۹	$R_4$	۰/۰۱۴۳	۰/۴۲۹۴	۱۰/۱۳۴
$S_5$	-۰/۰۷۵	۲/۱۷۳	۳۶/۲۲۹	$R_5$	۰/۰۲۳۸	۰/۳۵۵۸	۸/۱۶۶
$S_6$	-۰/۰۸۰	۳/۴۱۰	۴۶/۷۱۰	$R_6$	۰/۰۴۶۳	۰/۴۶۳۶	۱۰/۳۵۸
$Q_i$	Low	Med	High	اوزان نهایی	Low	Med	High
$Q_1$	۰/۰۴۱	۰/۲۴۸	۰/۷۴۷	$A_1$	۰/۵۲۶	۰/۷۵۲	۰/۹۵۹
$Q_2$	۰/۱۱۵	۰/۳۲۴	۰/۴۳۰	$A_2$	۰/۵۷۰	۰/۶۷۶	۰/۸۸۵
$Q_3$	۰	۰/۰۴۲	۰/۱۱۰	$A_3$	۰/۸۹۰	۰/۹۵۸	۱
$Q_4$	۰/۳۵۳	۰/۶۱۲	۰/۸۲۳	$A_4$	۰/۱۷۷	۰/۳۸۸	۰/۶۴۷
$Q_5$	۰/۲۲۱	۰/۴۸۸	۰/۵۹۳	$A_5$	۰/۴۰۷	۰/۵۱۲	۰/۷۷۹
$Q_6$	۰/۸۰۰	۰/۸۹۸	۱	$A_6$	۰	۰/۱۰۲	۰/۲۰۰

در فاز دوم محاسبات برای تعیین مقدار سفارش از هر تامین کننده در سه دوره، با لحاظ اوزان ویکور فازی و مدل تشریح شده در بخش ۳-۴-۱ با روش حل بخش ۳-۴-۲ با توجه به داده‌های جدول ۷ بکار گرفته می‌شود.

جدول ۷ - داده‌های لازم برای تعیین حجم سفارش

تقاضا دوره (تن)	قیمت (هزار ریال در هر کیلو)						نوع مواد
	$A_6$	$A_5$	$A_4$	$A_3$	$A_2$	$A_1$	
۱۰۰	۱۸/۵	-	۱۸	۱۸	۱۷/۵	۱۷/۵	روکش PVC مشکی، ST1
۹۰	۱۹/۳	۱۹/۵	-	۱۹/۲	۱۹	۱۸	روکش PVC قرمز، YM5
۳۰	-	۲۳	۲۱/۵	۲۴	۲۳/۵	۲۲/۱	روکش قرمز هالوژن فری
۲۵	-	۳۰	۲۹	۳۰/۵	۲۹/۵	۳۱/۵	روکش PVC مشکی کم دود
۱۰	۳۴	-	۳۳/۵	-	-	۳۳	روکش PE هالوژن فری
۶۰	۲۴/۵	۲۲/۵	-	۲۲	۲۳	-	روکش مشکی مقاوم (خورندگی)
	۴۰	۶۰	۶۰	۱۰۰	۸۰	۱۰۰	ظرفیت اختصاصی هر دوره (تن)
	٪۶/۵	٪۶	٪۵	٪۵/۵	٪۶	٪۶	میانگین تورم دوره‌ای
	٪۲	٪۱/۵	٪۲	٪۱/۵	٪۱	٪۲	واریانس افزایش
	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	هزینه سفارش (هزار ریال)
	۱۵۰۰	۵۵۰۰	۱۷۰۰	۱۰۰	۲۵۰۰	۵۵۰۰	هزینه حمل وسیله ۱۲ تنی (هزار ریال)
	۱۰۰۰	۳۵۰۰	۱۲۰۰	۶۰۰	۱۵۰۰	۳۵۰۰	هزینه حمل وسیله ۶ تنی (هزار ریال)

لازم به توضیح است ظرفیت انبار ۴۰۰ تن، حداقل سفارش برای هر تامین کننده ۲۰ تن و هزینه نگهداری در هر دوره ۴ درصد قیمت خرید می‌باشد. مدل ارائه شده با توجه به سیاست‌های

اتخاذ شده برای مقدار برش  $\alpha$  برابر ۰/۵ (حالت تعادلی بین ابهام و عدم ابهام) و مقادیر V1 و V2 (۰/۴ و ۰/۶) به عنوان اوزان توابع هدف، در نرم افزار لینگو ۱۱ حل و نتایج با در جدول ۸ نمایش داده شده است. لازم به توضیح است استفاده از مقادیر مختلف آلفا به میزان ابهام عناصر فازی در مدل منوط است. در شرایط مبهم تر بهتر است از مقادیر نزدیک به صفر استفاده کرد.

جدول ۸- مقادیر سفارش برای برش  $\alpha$  برابر ۰/۵

دوره اول	تامین کننده ۱		تامین کننده ۲		تامین کننده ۳		تامین کننده ۵	
ماده ۱	-	-	۷۰	۷۰	۴۰	۴۰	-	-
ماده ۲	۹۰	۹۰	-	-	-	-	-	-
ماده ۳	-	-	-	-	-	-	۳۰	۴۵
ماده ۴	-	-	۱۰	۱۰	-	-	۱۵	۱۵
ماده ۵	۱۰	۱۰	-	-	-	-	-	-
ماده ۶	-	-	-	-	۶۰	۶۰	-	-
دوره دوم	تامین کننده ۱		تامین کننده ۲		تامین کننده ۳		تامین کننده ۵	
ماده ۱	-	-	۵۳/۷۵	۵۰	۳۶/۲۵	۴۰	-	-
ماده ۲	۸۶/۲۵	۹۰	-	-	۳/۷۵	-	-	-
ماده ۳	۱۳/۷۵	۱۰	-	-	-	-	۱۶/۲۵	۵
ماده ۴	-	-	۳۶/۲۵	۳۰	-	-	۳/۷۵	۲۰
ماده ۶	-	-	-	-	۶۰	۶۰	-	-
دوره سوم	تامین کننده ۱		تامین کننده ۲		تامین کننده ۳		تامین کننده ۵	
ماده ۱	-	-	۸۰	۸۰	۲۰	۲۰	-	-
ماده ۲	۷۰	۷۰	-	-	۲۰	۲۰	-	-
ماده ۳	۳۰	۳۰	-	-	-	-	-	-
ماده ۴	-	-	-	-	-	-	۲۰	-
ماده ۶	-	-	-	-	۶۰	۶۰	-	-
مقدار مطلوبیت	(۶۷۰۳۰۳،۸۰۰۰۵۰)		مقدار هزینه		(۲۰۲۸۷۵۷۸۰۳۴،۲۰۶۴۰۰۲۵۰۰۶)			

### نتیجه گیری

با بررسی صورت گرفته روی مدل‌های انتخاب تامین کننده که حجم بالایی در تحقیقات زنجیره تامین دارند، مشخص است که اکثر این مدل‌ها معمولاً طیف وسیعی از معیارها را در تصمیم‌گیری دخیل نکرده‌اند. به همین دلیل ترکیبی از ارزیابی تامین کنندگان و مدل‌های تخصیص مدنظر قرار ندادند، بلکه به یک قسمت از این بخش بسنده کرده‌اند. در مدل‌هایی هر دو بخش را زیرمجموعه خود دارند، معمولاً به منظور تخصیص، تنها به قیمت خرید یا به تابع

مطلوبیت حاصل از اوزان رتبه بندی تامین کنندگان اکتفا نموده‌اند. از طرف دیگر به دلیل سختی محاسبات در مدل‌های ریاضی مخصوصاً چندهدفه فازی، فازی سازی را معمولاً به مرحله ارزیابی تامین کنندگان اختصاص داده و از مقادیر قطعی در مدلسازی‌ها استفاده شده است.

بدین منظور در این مقاله سعی شده است روش کارامدی با ترکیب فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی، ویکور فازی، مدل چندهدفه (هدف مطلوبیت خرید و هزینه‌های خرید و نگهداری موجودی) غیرخطی فازی و دخیل مجموعه ای از ۲۰ معیار، عمل‌گزینش تامین کنندگان و تخصیص سفارش در سه دوره‌ی در شرکت کابل البرز انجام شده است. در انتها به منظور حل این مدل چند هدفه فازی از روش برنامه ریزی فازی تیواری استفاده شده است. سهم علمی مقاله را می‌توان بصورت زیر بیان نمود:

در این مدل تلاش شده است برخلاف بسیاری از مدل‌های ارائه شده که تنها بخشی از مسئله منبع یابی را در نظر می‌گیرند نگاه یکپارچه‌تری به ارزیابی و تخصیص سفارش داشته باشد (جدول ۹). ارزیابی و تخصیص براساس طیف گوناگونی از معیارها در حالی که بسیاری از مطالعات تنها به چند معیار همجنس اکتفا کرده‌اند.

بر خلاف برخی از مطالعات که فازی سازی را تنها به مرحله ارزیابی تامین کننده محدود کرده‌اند و از مقادیر قطعی در مدلسازی خود استفاده کرده‌اند در این مطالعه هر دو مرحله ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان و مدلسازی مساله به صورت فازی ارائه شده است. در حقیقت فازی سازی در کلیه مراحل که با ابهام رو به رو است بکار گرفته شده است. با توجه به هزینه‌های حمل و نقل و سفارش‌دهی و موانع سیاسی، برای شرکت‌ها از نظر اقتصادی دریافت یا ارسال کالا کمتر از یک حد معین مقرون به صرفه نیست بنابراین در این مدل تلاش شده است تا روابطی برای این قیده‌ها لحاظ شود.

وارد کردن محدودیت حمل و نقل به صورت واقعی و براساس بارکش‌ها وارد کردن هزینه نگهداری به شکل واقعی تر و براساس میانگین موجودی در دوره برخلاف روش‌های مصطلح و موجود هزینه نگهداری هر واحد در میزان موجودی پایان دوره.

جدول ۹: مقایسه پژوهش با پژوهشهای مشابه

کوکاگانگ و سوسوز، ۲۰۰۹	مجله پژوهش	اجزای مدل	ارزیابی اولیه		محدودیت‌ها	محل تخصیص
			معیارها	روش ارزیابی		
۲۱ معیار زیر مجموعه خرید و کیفیت تحلیل سلسله مراتبی	۱۶ معیار زیر مجموعه کیفیت، تحویل، انعطاف پذیری و ویژگی سازمانی روش ترکیبی تحلیل شبکه‌ای فازی و ویکور فازی	روش ارزیابی	مدل و متغیرهای تصمیم		تابع هدف	محدودیت‌ها
			تابع مطلوبیت	حداقل نمودن هزینه‌های بخش تامین		
مدل تک دوره ای و تک محصولی	مدل چند هدفه غیر خطی به صورت چند دوره ای و چند محصولی	به صورت فازی از مرحله ارزیابی اولیه	تابع مطلوبیت	حداقل نمودن هزینه‌های بخش تامین	توازن موجودی	ظرفیت تامین کنندگان
غیر فازی لحاظ شده است	لحاظ شده است	لحاظ شده است	لحاظ شده است	لحاظ شده است	ظرفیت تامین کنندگان	حداقل سفارش به هر تامین کننده
هزینه‌های سفارش، خرید، حمل و نقل و نگهداری موجودی به صورت غیر فازی	هزینه‌های سفارش، خرید، حمل و نقل و نگهداری موجودی به صورت فازی	لحاظ شده است	لحاظ شده است	لحاظ شده است	ظرفیت انبارها	حمل و نقل
لحاظ نشده است	لحاظ نشده است	لحاظ نشده است	لحاظ نشده است	لحاظ نشده است	ظرفیت انبارها	دیگر محدودیت‌ها
لحاظ شده است	لحاظ شده است	بر اساس نوع بار کفش لحاظ شده است	---	---	---	---
لحاظ شده است	لحاظ شده است	---	---	---	---	---
لحاظ نشده است	لحاظ نشده است	---	---	---	---	---
بودجه و تقاضا	---	---	---	---	---	---
برنامه ریزی آرمانی	برنامه ریزی فازی تئوری	---	---	---	---	---

مقدم ۲۰۱۵	نظری و همکاران، ۲۰۱۳	کاتن و همکاران، ۲۰۱۳
لحاظ نشده است	لحاظ نشده است	۱۴ معیار زیر مجموعه خرید و کیفیت و تحویل تکنولوژی و محیط تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس فازی
مدل چند هدفه فازی به صورت چند	مدل چند هدفه فازی به صورت	مدل تک دوره ای و تک محصولی
لحاظ نشده است	لحاظ نشده است	غیر فازی لحاظ شده است
چهار تابع سود و کیفیت و تحویل و ریسک به صورت جدا لحاظ شده	سه تابع هزینه و کیفیت و تحویل به صورت جدا لحاظ شده	هزینه‌های سفارش، خرید، حمل و نقل و نگهداری موجودی به صورت غیر فازی
لحاظ شده است	لحاظ نشده است	لحاظ نشده است
لحاظ شده است	لحاظ شده است	لحاظ شده است
لحاظ شده است	لحاظ شده است	لحاظ شده است
لحاظ نشده است	لحاظ نشده است	لحاظ نشده است
لحاظ نشده است	لحاظ نشده است	لحاظ نشده است
لحاظ نشده است	خدمات و تقاضا و انعطاف در سفارش	بودجه و تقاضا
برنامه ریزی آرمانی فازی و شبیه سازی مونت کارلو	برنامه ریزی فازی	حل با استفاده از روش max-min وزن دار

### اعتبار سنجی مدل

در این پژوهش، جهت اعتبار سنجی مدل سعی شده است که از مجموعه ای از راه‌های ممکن برای اعتبار سنجی مدل ارائه شده مخصوصا در قسمت مدلسازی ریاضی استفاده شود:

سعی شده است در مدلسازی ریاضی از مدل‌های ریاضی معتبر که توسط افراد سرشناس ارائه شده است، مبنای طراحی مدل قرار گیرد.

از نظر خبرگان و اهل فن مدلسازی در خصوص مدل مورد مطالعه استفاده شده است.

مثالی محدودتر اما واقعی جهت رسیدن به روایی در مدل مورد بررسی قرار گرفت.



### پیشنهادات اجرایی

با توجه به نتایج حاصل می‌توان چنین استدلال نمود که استفاده از چنین مدل‌هایی، این امکان را برای شرکت‌ها ایجاد خواهد نمود که بتوانند تصمیمات یکپارچه و رضایت بخشی در زنجیره تامین خود اتخاذ نموده و با این امر زمینه کاهش هزینه‌ها و در نتیجه افزایش توان رقابتی خود را فراهم آوردند. در این راستا چند پیشنهاد در جهت استفاده از مدل‌هایی همانند مدل پژوهش در نظر گرفته شده است.

استفاده از مجموعه ای از معیارها (مخصوصاً معیارهای شناسایی شده بدست خبرگان) برای ارزیابی تامین کنندگان.

در نظر گرفتن روابط داخلی بین معیارها برای سنجش و ارزیابی دقیقتر.

استفاده از مدل‌هایی متناسب با شرایط واقعی (ابهام و عدم اطمینان).

در نظر گرفتن مجموعه معیارها کمی و کیفی برای تخصیص سفارش با تشکیل اهداف مختلف.

شناسایی و استفاده از روابط واقعی و صحیح در هزینه‌ها (مثل هزینه‌های موجودی، حمل و نقل، تورم قیمتی و ...)

مدل توسعه داده شده مورد مطالعه، تنها برای یک دوره سه ماهه و برای انواع خاصی از یک ماده بکار گرفته شده است. بنابراین چنانچه مدل برای کل مواد و در طول یک سال بکار گرفته شود، قطعاً نتایج یکپارچه تر و قابل قبول تری ارائه خواهد نمود.

### پیشنهادات تحقیقاتی

در این مطالعه سعی شد است با در نظر گرفتن معیارهای و متدهای مختلف، مدلی مناسب با شرایطی واقعی سازمان ایجاد کند ولی پیشنهادهایی جهت بهبود مدل بصورت زیر خلاصه می‌گردد:

استفاده از یک مرحله پیش ارزیابی برای کلیه تامین کنندگان بالقوه شرکت.

استفاده از آزمونهای جامعتر مانند تحلیل عاملی جهت شناسایی تایید معیارها.

می‌توان از ابزارهای دیگر جهت شناسایی روابط معیارها مثل ISM استفاده کرد جهت کاهش حجم کاری با پرسشنامه‌ها.

یکپارچه سازی مدل‌سازی از سطوح استراتژیک تا عملیاتی در زنجیره تامین

یکپارچه سازی تامین و تولید و توزیع.

## منابع

آذر، عادل، موسوی، سید فاضل. (۱۳۹۳). طراحی مدل احتمالی و استوار یکپارچه سه مرحله ای برای انتخاب تامین کننده با رویکرد عدم قطعیت، تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، سال ۱۱، شماره ۱، ص ۱-۱۸

عابدینی، مهدی، افسر امیر، ثابت مطلق، محمد. (۱۳۹۱) برنامه ریزی سفارش در زنجیره تامین با رویکرد ترکیبی *FANP* و الگوریتم ژنتیک، دومین کنفرانس بین المللی و چهارمین کنفرانس ملی لجستیک و زنجیره تامین،.

علیخانی، رضا، صادق عمل نیک، محسن. (۱۳۹۳). مدل یکپارچه چند هدفه رضایت بخش فازی برای مساله انتخاب تامین کننده با اقلام چندگانه و تخصیص بهینه سفارش، تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، سال ۱۱، شماره ۴، ص ۱۵-۳۷

Amid, A., Ghodsypour, S. H., and O'Brien, C. (2011), A weighted max-min model for fuzzy multi-objective supplier selection in a supply chain. *International Journal of Production Economics*, 131, 139-145.

Awasthi A. Kannan G. (2016), *Green supplier development program selection using NGT and VIKOR under fuzzy environment*, Vol 91, Pages 100-108

Awasthi, S.S., Chauhan, S.K., and Goyal, S.K.(2009), Supplier selection problem for a single manufacturing unit under stochastic demand. *International Journal of Production Economics* 117, 229-233.

Azadi M. Jafarian M. Farzipoor Saen R. Mirhedayatian M.(2015), *A new fuzzy DEA model for evaluation of efficiency and effectiveness of suppliers in sustainable supply chain management context*, *Computers & Operations Research*, Volume 54, Pages 274-285

Bojan, S., Yvonilde, D.(2008), *The use of data envelopment analysis for technology selection*. *Computers and Industrial Engineering*, v.54 n.1, 66-76

Chen C.T, Lin C.T., Huang S.F.(2006), A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management, *International Journal of Production Economics*, Vol. 102,.

Chen L. H. Huang L.(2009) *Portfolio optimization of quality mutual funds with fuzzy returns rates and risks*. Expert system with applications, vol.36, p.p. 3720-3727.

Chen S.J., Hwang, C.L., and Hwang, F.P.(1992), *Fuzzy multiple attribute decision making*, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 375,1–531.

Chen, K.L., Chen, K.S., and Lia, R.K. (2005), *Suppliers capability and price analysis chart*, Int. J. Prod. Eco, 98(3), 315-327.

Chen, Lisa Y., Wang, Tien-Chin.(2009), *Optimizing partner Choice in IS/IT outsourcing projects: The strategic decision of fuzzy VIKOR*, Int. J. Production Economics, 120,233-242.

Chou, S. Y., & Chang, Y. H.(2008) *A decision support system for supplier selection based on a strategy-aligned fuzzy SMART approach*. Expert Systems with Applications, 34(4), 2241–2253.

Choudhary, D. and Shankar, R.(2014), *A goal programming model for joint decision making of inventory lot-size, supplier selection and carrier selection*. Comput. & Indust. Eng., Vol. 71,pp 1-9.

Dargi A. Anjomshoae A. Galankashi M.(2014), *Supplier Selection: A Fuzzy-ANP Approach*, Procedia Computer Science, Volume 31, pp 691–700

Demirtas, E. A., & Ustun, O.(2008), *An integrated multi objective decision making process for supplier selection and order allocation*. Omega, 36(1), 76–90.

Dickson G.W.(1996), *An analysis of vendor selection systems and management*, Journal of Purchasing, Vol. 2 ,1.

Guo, C. and Li, X.(2014), *A multi-echelon inventory system with supplier selection and order allocation under stochastic demand*. Int. J. Prod. Econ., Vol. 151, 37-47.

Karsak E. Dursun M.(2015), *An integrated fuzzy MCDM approach for supplier evaluation and selection*, Computers & Industrial Engineering, Volume 82, Pages 82–93

Kannan D. Govindan K. Rajendran S.(2015), Fuzzy Axiomatic Design approach based green supplier selection: a case study from Singapore, Journal of Cleaner Production, Volume 96, Pages 194–208

Kannan, D., Khodaverdi, R., Olfat, L., Jafarian, A., and Diabat, A.(2013), *Integrated fuzzy multi criteria decision making method and multi-objective programming approach for supplier selection and order allocation in a green supply chain*. J. of Clean. Prod., Vol. 47, 355-367.

Kokangul, A., Susuz, Z. (2009), *Integrated analytical hierarch process and mathematical programming to supplier selection problem with quantity discount*. Applied Mathematical Modeling.

Lee , Amy H I.(2009), *A fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits, opportunities, costs and risks*, Expert Systems with Applications 36, 2879–2893.

Lin R.(2009), *An integrated FANP–MOLP for supplier evaluation and order allocation*, Applied Mathematical Modeling, Volume 33, Issue 6, Pages 2730–2736

Moghaddam K.(2015), *Fuzzy multi-objective model for supplier selection and order allocation in reverse logistics systems under supply and demand uncertainty*, Expert Systems with Applications, 42 , 6237–6254.

Memon S. Lee Y. Mari S. (2015), *Group multi-criteria supplier selection using combined grey systems theory and uncertainty theory*, Expert Systems with Applications, Volume 42, Issue 21, Pages 7951–7959

Nazari-Shirkouhi, S., Shakouri, H., Javadi, B., and Keramati, A.(2013), *Supplier selection and order allocation problem using a two-phase fuzzy multi-objective linear programming*. Appl. Math. Model., Vol. 37, No. 22, 9308-9323.

Önüt S, Kara S S, Is\_ik E.(2009), *Long term supplier selection using a combined fuzzy MCDM approach: A case study for a telecommunication company*. Expert Systems with Applications 36, 3887–3895

Opricovic, S.(2015), *Multicriteria Optimization of Civil Engineering Systems*, Faculty of Civil Engineering, Belgrade, 1998.

Rahiminezhad Galankashi M, Chegeni, A. Soleimanyanadegany A. *Prioritizing Green Supplier Selection Criteria Using Fuzzy Analytical Network Process*, Procedia CIRP, vol 26, 689–694.

Razmi, J. and Rafiei, H.(2010), *An integrated analytic network process with mixed-integer non-linear programming to supplier selection and order allocation*. Int. J. Adv. Manuf. Tech., Vol. 49, No. 9, 1195-1208.

Rezaei J. Davoodi M.(2011), Multi-objective models for lot-sizing with supplier selection, International Journal of Production Economics, Volume 130, Issue 1, Pages 77–86

Romelfanger H.R., Hanuschech R.(1989), *linear programming with fuzzy objectives*, fuzzy set and systems, vol. 29, p.p.31-48

Sadeghi Moghadam M.R., Afsar A. and Sohrabi B. (2008), *Inventory lot-sizing with supplier selection using hybrid intelligent algorithm*, Applied Soft Computing. Vol.8 , p.p.1523–1529.

Scott J. Ho W. Dey P.K. Talluri S.(2015), A decision support system for supplier selection and order allocation in stochastic, multi-stakeholder and multi-criteria environments, International Journal of Production Economics, Volume 166, Pages 226–237.

Shaw, K., Shankar, R., Yadav, S. S., and Thakur, L. S.(2012), *Supplier selection using fuzzy AHP and fuzzy multi-objective linear programming for developing low carbon supply chain*. Exp. Syst. Appl., Vol. 39, No. 9, 8182-8192.

Shemshadi, A. , Shirazi,H. , Toreihi,M., and Tarokh, M.J.(2011), *A fuzzy VIKOR method for supplier selection based on entropy measure for objective weighting*. Expert Systems with Applications.xxx.

Theißen, S. and Spinler, S.(2014), *Strategic analysis of manufacturer-supplier partnerships: An ANP model for collaborative CO2 reduction management*. Eur. J. Oper. Res., Vol. 233, No. 2, 383-397.

Tiwari, R. N., S. Dharmar, J.R. Rao (1996), *Priority structure in fuzzy goal programming*, Fuzzy Sets and Systems 19: 251-259.

Vinodh S.,Anesh Ramiya, R. ,Gautham S.(2011) , *Application of fuzzy analytic network process for supplier selection in a manufacturing*

*organization*, Expert Systems with Applications, Volume 38, Issue 1, 272–280

Vanteddu, G., Chinnam, R. B., and Gushikin, O.(2011) *Supply chain focus dependent supplier selection problem*, Int. J. Prod. Econ., Vol. 129, No. 1, 204-216.

Weber C.A., Current J.R., Benton W.E.(1991), *Vendor selection criteria and methods*, European Journal of Operation Research, Vol.50.

Xia, W., Wu, Z.(2007), *Supplier selection with multiple criteria in volume discount environments*. Omega, 35(5), 494–504.